Politeknik Negeri Balikpapan

P3M POLTEKBA

SNITT
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN SNITT 2020

"Technology Innovation Challenge & Opportunity For Sustainable Development"

Balikpapan, 7 November 2020

PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN

ISBN : 978-602-51450-2-5

PROSIDING SNITT POLTEKBA

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN 2020

"Technology Innovation Challenge & Opportunity For Sustainable Development"

BALIKPAPAN, 7 NOVEMBER 2020

PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN
2020

PROSIDING SNITT POLTEKBA

SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN 2020

"Technology Innovation Challenge & Opportunity For Sustainable Development"

Susunan Panitia Pelaksana :

Penanggung Jawab	:	Saiful Ghozi, S.Pd., M.Pd
Ketua Pelaksana	:	Maria Ulfah, S.T., M.T
Sekretaris	:	Danar Retno Sari, S.Kom., M.Kom
Bendahara	:	Dessy Handa S, S.E., M.M
Seksi Acara	:	Tatag Yufitra Rus, S.T., M.Sc
		Elisabeth Milaningrum, S.Pd., M.Pd
		Lilik Damayanti, S.S., M.Hum
		Abdul Gafur, S.Pd., M.Pd
		Dahyang Ika Leni, S.E., M.Ak
Seksi Penerbitan Prosiding	:	Randis, S.T., M.T
		Ir. Wahyu Anhar, S.T., M.Eng
		Nia Anggriya Hanika, A.Md
Seksi Publikasi dan Dokumentasi	:	Ezra Hartarto Pongtuluran, S.T., M.Eng
		Julyar Prasetyo, S.T
		Wahyu Rezkiyani, S.Pd.
Seksi Sponsorship	:	Subur Mulyanto, S.Pd., M.T
		Hendra Sanjaya Kusno, S.E., M.S.A., CSRS
Seksi IT	:	Erick Sorongan, S.T., M.Eng
		Rizky Rahardianto, S.Kom
		Reza Nugrahandy, S.T
Seksi Administrasi dan Perlengkapan	:	Arief Fadillah
		Rachmat

Steering Committee :
Ramli, S.E., M.M
Ida Bagus Dharmawan, S.T., M.Si
Dr. Emil Azmanajaya, S.T., M.T
Yogiana Mulyani, M.M.Par

Reviewer :
Dr. Ir. Era Purwanto, M.Eng (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)
Prof. Dr. Muh. Mukhlisin, M.T (Politeknik Negeri Semarang)
Prof. Dr. Ardi Marwan, M.Ed (Politeknik Negeri Pontianak)
Dr. Ir. I Made Suarta, S.E., M.T. (Politeknik Negeri Bali)
Dr. Ir. Emil Azmanajaya, S.T., M.T (Politeknik Negeri Balikpapan)

Tim Editor :
Ir. Wahyu Anhar, S.T., M.Eng
Subur Mulyanto, S.Pd., M.T
Ezra Hartarto Pongtuluran, S.T., M.Eng
Tatag Yufitra Rus, S.T., M.Sc
Erick Sorongan, S.T., M.Eng
Maria Ulfah, S.T., M.T
Riklan Kango, S.T., M.T
Angga Wahyu Aditya, S.ST., M.T
Yogiana Mulyani, M.M.Par
Hendri Winarko, S.Pd., M.Pd
Saiful Ghozi, S.Pd., M.Pd
Dahyang Ika Leni, S.E., M.Ak

Desain Sampul dan Layout
Danar Retno Sari, S.Kom., M.Kom
Julyar Prasetyo, S.T.

Penerbit :
Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Balikpapan
Jl. Soekarno Hatta Km 08 Balikpapan.
Website: Http://p3m.poltekba.ac.id dan email: p3m@poltekba.ac.id

KATA SAMBUTAN

DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN



Bismillahi Rohmani Rohim
Yang Terhormat :

- Dirjen Pendidikan Vokasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI
- Walikota Balikpapan (atau yang mewakili)
- Para Pejabat di Lingkungan Pemerintah Prov. Kalimantan Timur dan Kota Balikpapan
- Para Narasumber
- Ketua dan Anggota Senat Poltekba
- Para Pimpinan berbagai Perguruan Tinggi (atau yang mewakili)
- Para Pejabat Struktural Poltekba
- Para Peneliti dan Perekayasa
- Seluruh Panitia
- Unsur Media Cetak dan Elektronik
- Hadirin/ Peserta Seminar

Assalamu Alaikum Warohmatulohi Wabarokatuh,
Selamat Pagi dan Salam Sejahtera untuk kita semua,

Pada Kesempatan yang berbahagia dan penuh berkah ini, marilah dengan tidak bosan bosannya dan tidak henti-hentinya, kita senantiasa memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah yang telah diberikan kepada kita semua, sehingga kita masih diberi kesempatan dan kesehatan untuk hadir pada hari ini dalam keadaan sehat walafiat, walaupun kita masih dalam suasana wabah pandemi Covid 19.

Bapak/Ibu, Hadirin yang berbahagia,
Peningkatan efektivitas riset secara sinergi antara Perguruan Tinggi dengan Lembaga Penelitian yang lain, merupakan hal fundamental yang harus didorong, sinergi lembaga penelitian diluar perguruan tinggi dan perguruan tinggi sendiri harusnya menjadi sebuah semangat yang menyatu dalam rangka menyelesaikan masalah masalah riil yang dibutuhkan oleh dunia industri dan masyarakat. Oleh karena itu dalam kesempatan ini saya berharap agar dunia industri dapat memberikan feedback kepada perguruan tinggi tentang produk produk inovasi yang dibutuhkan oleh masyarakat kita sehingga pengembangan science dan Iptek kita dapat mencapai sasaran.

Bapak/Ibu/ Hadirin yang berbahagia
Penguasaan Teknologi akan berperan penting dalam mempercepat dihasilkannya beragam produk inovasi (Dalam era digital) yang bertujuan untuk mensejaterahkan rakyat. Karena itu saya berharap dalam pertemuan ini tidak saja saling dikomunikasikan hasil hasil penelitian yang sudah dicapai dalam semua bidang, tapi juga merumuskan berbagai usulan kebijakan yang menyatuhkan dunia industri dengan perguruan tinggi khususnya Politeknik Negeri Balikpapan untuk nantinya kita pertimbangkan dan tindak lanjuti bersama sama.

Demikian,
Semoga Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, Meridhoi Langkah kita semua. Amin ya Robbal Alamin.
Terima Kasih, Wassalamu Alaikum Wr Wb.

Salam,
Ramli, S.E, M.M
Direktur Politeknik Negeri Balikpapan

KATA SAMBUTAN

KEPALA PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



Puji Syukur kehadirat rahmat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas pelaksanaan kegiatan Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) tahun 2020 Politeknik Negeri Balikpapan. Pertama-tama, izinkan saya atas nama Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Polteknik Negeri Balikpapan mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta, undangan dan para pembicara pada acara ini. Kami merasa bersyukur bahwa di tengah pandemic Covid-19 ini, masih bisa melaksanakan secara rutin agenda tahunan meskipun dilaksanakan secara daring. Ini menunjukkan komitmen kita semua untuk terus memberikan kontribusi dalam pelaksanaan salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi, melalui desiminasi hasil kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dalam berbagai bentuknya. Peran kita sebagai makhluk rasional dan sosial yang telah diberi anugerah berupa akal agar manusia senantiasa ingin mengetahui hal-hal yang belum diketahuinya hingga akhir hayatnya. Rasa keingintahuan dan sosial kepada sesama menjadi pendorong civitas akademika untuk melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Permasalahan yang ada terus mengalami perubahan yang sangat pesat, sehingga perlunya mencari penyelesaian secara cepat dan tepat dari permasalahan yang ada.

Dalam kesempatan yang sangat baik ini, kami dari P3M Politeknik Negeri Balikpapan ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu terselenggaranya kegiatan ini, terutama kepada panitia penyelenggara (host) P3M Potekba. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada para sponsor yang selama ini telah berkontribusi demi terlaksananya Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) Poltekba ini, Yang terakhir, kami ucapkan terima kasih kepada semua peserta, undangan dan para pembicara yang sudah berpartisipasi pada acara ini.

Kita semua berharap dan berdoa agar seluruh rangkaian kegiatan ini berjalan dengan lancar dan memberikan manfaat yang sebesar-besarnya untuk kita semua, terlebih untuk masyarakat luas dan bangsa Indonesia secara keseluruhan. Semoga semua usaha kita selalu mendapat ridho dan berkah dari Allah SWT,Tuhan Yang Maha Esa dan dicatat sebagai amal baik selama hidup kita di dunia dan mari kita memohon agar kondisi pandemic segera berlalu.Aamiin.

Salam,
Ir. Ida Bagus Dharmawan, ST.,MSi.
Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Balikpapan

KATA PENGANTAR

KETUA PELAKSANA SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN 2020



Puji syukur kehadirat Allah S.W.T, Tuhan Yang Maha Esa atas terselenggaranya kegiatan Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan Politeknik Negeri Balikpapan tahun 2020 (SNITT- Poltekba 2020) dengan tema "Technology Innovation Challenge & Opportunity for Sustainable Development". Pelaksanaan SNITT tahun 2020 dilaksanakan secara daring dikarenakan situasi pandemi Covid 19 yang melanda Indonesia. Kegiatan SNITT ke-3 Tahun 2020 ini diikuti oleh dosen, mahasiswa, praktisi dan peneliti dari seluruh Indonesia dengan total makalah yang masuk sebanyak 86 judul dari berbagai politeknik, institusi, dan universitas di Indonesia dengan bidang kajian makalah adalah Mechanical Engineering, Civil Engineering, Electrical and Informatics Engineering, Tourism, Hospitality and Gastronomy, Social Science and Vocational Education, Business and Management yang mana nantinya akan diterbitkan dalam prosiding SNITT Poltekba 2020 dan untuk yang terpilih akan diterbitkan dalam Jurnal Teknologi Terapan (JTT), Jurnal Sains Terapan (JST), Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan (JSHP) Poltekba.

Terima kasih kami ucapkan kepada Direktur Pendidikan Tinggi Vokasi dan Profesi Bapak Beny Bandanadjaja.,ST.,MT, Pimpinan Politeknik Negeri Balikpapan, Keynote speaker (1) Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri Syas,MT.,IPM.,P.Eng., ASEAN.Eng (2) Dr. Ir. Dudi Hidayat.,M.Sc (3) Prof Fathul Wahid.,S.T.,M.Sc., Ph.D, Reviewer, seluruh panitia, sponsor serta penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para peserta yang telah mendukung dan ikut serta dalam kegiatan SNITT ini. Mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan selama kegiatan, semoga apa yang telah dilaksanakan dapat memberikan manfaat.

Salam,
Maria Ulfah, S.T., M.T
Ketua Pelaksana Kegiatan Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan 2020

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Sambutan Direktur Politeknik Negeri Balikpapan	i
Kata Sambutan Kepala Pusat Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat	iii
Kata Pengantar Ketua Pelaksana Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan 2020	iv
Daftar Isi	v

Kode Makalah : **P-1**
Judul Makalah : **ANALISA PERFORMANSI TIPE *WATER COOLED CHILLER CENTRIFUGAL* KAPASITAS 2000 TR PADA GEDUNG *CENTRAL PARK MALL* JAKARTA BARAT** **1-15**
Asep Rindika, Indra Saputra

Kode Makalah : **P-2**
Judul Makalah : **EVALUASI PENILAIAN JALAN MENGGUNAKAN IRI ROADROID DI RUAS JALAN KABUPATEN BANYUMAS** **16-24**
Rendy Dwi Pangesti, Roselina Rahmawati

Kode Makalah : **P-3**
Judul Makalah : **PERUBAHAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN BETON IN SITU MENJADI METODE PRECAST** **25-35**
JB Wowok Birowo, Made Suangga, Harimawan

Kode Makalah : **P-4**
Judul Makalah : **ANALISA KERUSAKAN PISTON MESIN DIESEL POMPA BANJIR DAN OPTIMASI SISTEM MANAJEMEN PEMELIHARAAN** **36-44**
Mochamad Sugiri, D. N. Adnyana

Kode Makalah : **P-5**
Judul Makalah : **PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN UDARA 25 LANTAI PADA GEDUNG PERKANTORAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM AC CENTRAL (*WATER COOLED*) DI JAKARTA** **45-57**
Mochamad Sugiri, Srihanto

Kode Makalah : **P-6**
Judul Makalah : **PENGARUH JUMLAH INVESTOR, *DIVIDENDT PER SHARE* DAN ROE TERHADAP HARGA SAHAM BANK BUMN TAHUN 2010-2019** **58-67**
Nurul Musfirah Khairiyah, Haritsah Burhan

Kode Makalah : **P-7**
Judul Makalah : **SISTEM PEMBANGKIT PANEL SURYA DENGAN *SOLAR TRACKER DUAL AXIS*** **68-73**
Qory Hidayati, Nur Yanti, Nurwahidah Jamal

Kode Makalah : **P-8**
Judul Makalah : **GAMBARAN KESIAPAN BEKERJA PADA SISWA SMK** **74-80**
St. Hadjar Nurul Istiqamah, Novita Maulidya Jalal

Kode Makalah : **P-9**
Judul Makalah : **PERANCANGAN SISTEM INFORMASI *WEDDING ORGANIZER* DAN GEDUNG DI DAERAH KABUPATEN TANGERANG BERBASIS WEB MOBILE** **81-86**
Dina Madinatul Munawaroh, Muhamad Bahrul Ulum

Kode Makalah : **P-10**
Judul Makalah : **PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI PEMESANAN KATERING BERBASIS *WEB MOBILE* (STUDI KASUS : MAMA DINA KATERING)** **87-92**
Rizki Enggar Pramesthi, Muhamad Bahrul Ulum

Kode Makalah : **P-11**
Judul Makalah : ***E-TICKET*: APLIKASI EFEKTIF DALAM MENGHADAPI *NEW NORMAL* COVID-19 BAGI PENGUNJUNG WISATA TALANG INDAH KABUPATEN PRINGSEWU** **93-100**
Miswan Gumanti, Bernadhita H. S. Utami, Rita Irviani

Kode Makalah : **P-13**
Judul Makalah : **ADOPSI DIMENSI BUDAYA PADA MODEL PENERIMAAN TEKNOLOGI : STUDI LITERATUR** **101-105**
Danar Retno Sari, Erick Sorongan

Kode Makalah : **P-14**
Judul Makalah : **ANALISA MESIN PENCETAK TABLET KAPASITAS 80 PCS / MENIT BERTEMPAT DI LABORATORIUM FARMASI ISTA** **106-112**
Indra Saputra, Udin Wahyudin

Kode Makalah : **P-15**
Judul Makalah : **ANALISIS IDENTIFIKASI PERMASALAHAN KOPERASI POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN DALAM UPAYA MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN ANGGOTA** **113-119**
Hasto Finanto, Totok Ismawanto

Kode Makalah : **P-16**
Judul Makalah : **ANALISIS *CASH FLOW* PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN DI BANJARMASIN** **120-125**
Hendra Cahyadi, Adhi Surya, Aulia Rahim

Kode Makalah : **P-17**
Judul Makalah : **IMPLEMENTASI PENJADWALAN MATA PELAJARAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA BERBASIS WEB** **126-132**
Hidayana Rusdin, Sugiarto Cokrowibowo, Harieni

Kode Makalah : **P-18**
Judul Makalah : **SISTEM PEMILIHAN JURUSAN DI PERGURUAN TINGGI BAGI SISWA SMA MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* DAN *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING* (SAW) (STUDI KASUS DI BIMBINGAN KONSELING SMA NEG.1 SENDANA)** **133-139**
Nurul Hikmah, Ismail, Dian Megah Sari

Kode Makalah : **P-19**
Judul Makalah : **PROBABILITAS PERCEPATAN PUNCAK TANAH PADA GEMPA SIGNIFIKAN DAN MERUSAK WILAYAH NTT** **140-150**
Samsul Hasibuan, Rahmawati Hasibuan

Kode Makalah : **P-20**
Judul Makalah : **ANALISIS KINERJA SEISMIK RUMAH PASANGAN BATU BATA** **151-156**
Samsul Hasibuan

Kode Makalah : **P-21**
Judul Makalah : **ALAT PENYIRAMAN SAWI HIJAU SECARA OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH DAN SENSOR DHT11 BERBASIS ARDUINO** **157-162**
Dian Ariyanto, Medilla Kusriyanto

Kode Makalah : **P-22**
Judul Makalah : **VALUASI SAHAM METODE *DISCOUNTED CASH FLOW* PADA SUB SEKTOR LEMBAGA PEMBIAYAAN DI INDONESIA** **163-170**
Nurul Wahyu Wijayanti, Aditya Achmad Rakim, Saiful Ghozi

Kode Makalah : **P-23**
Judul Makalah : **KEKAKUAN PELAT BETON BERTULANG BERONGGA DUA ARAH DENGAN PEMANFAATAN PIPA PVC SEBAGAI PEMBENTUK RONGGA** **171-178**
Wahyu Mahendra Trias Atmadja, Herman Parung, Rita Irmawaty dan A. Arwin Amiruddin

Kode Makalah : **P-25**
Judul Makalah : **PENGARUH JARAK REAKTOR TERHADAP PENURUNAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH TAHU DI KOTA SAMARINDA** **179-186**
Wahyudi, Baso Cante, Mustafa, Sitti Sahraeni

Kode Makalah : **P-26**
Judul Makalah : **PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KUALITAS GELATIN DARI TULANG IKAN TENGGIRI DENGAN BERBANTUKAN ULTRASONIK** **187-193**
Mustafa, Masing, Ramli, Muh.Irwan

Kode Makalah : **P-27**
Judul Makalah : **RANCANG BANGUN *WIRELESS BATTERY MONITORING SYSTEM* BERBASIS ESP32** **194-199**
Hilmansyah, Restu Mukti Utomo, Angga Wahyu Saputra, Reva Fauzan Alif

Kode Makalah : **P-28**
Judul Makalah : **EVALUASI KERUSAKAN PIPA BAWAH LAUT DAN METODE PERBAIKANNYA** **200-206**
Sulardi

Kode Makalah : **P-29**
Judul Makalah : **KARAKTERISTIK LM35 SEBAGAI SENSOR SENTUH CEPAT UNTUK MENGUKUR TEMPERATUR TUBUH MANUSIA** **207-212**
Muhammad Rizali

Kode Makalah : **P-31**
Judul Makalah : **PEMANFAATAN PELTIER SEBAGAI SISTEM PENDINGINAN UNTUK *MEDICINE COOLER BOX*** **213-218**
Eko Yudiyanto, Satworo Adiwidodo, R. N. Akhanu Takwim

Kode Makalah : **P-32**
Judul Makalah : **PENGARUH *DEBT TO EQUITY RATIO* (DER), *RETURN ON EQUITY* (ROE), DAN *NET PROFIT MARGIN* (NPM) TERHADAP HARGA SAHAM (PADA BANK UMUM MILIK NEGARA YANG TERDAFTAR DI BURSA EFEK INDONESIA PERIODE 2009-2019)** **219-226**
Risqi Nur Apriyani, Dessy Handa Sari, Totok Ismawanto

Kode Makalah : **P-34**
Judul Makalah : **PERHITUNGAN KINERJA BANK SYARIAH DI INDONESIAMENGGUNAKAN INDEKS MAQASHID SYARI'AH (STUDI PERBANDINGAN PADA BNI SYARIAH, BCA SYARIAH DAN BANK SYARIAH MANDIRI)** **227-232**
Yufianti Ramadani Tubagus, Saiful Ghozi, Aditya Achmad Rakim

Kode Makalah : **P-35**
Judul Makalah : **RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP MIMO TRIANGULAR PATCH FREKUENSI 2300 MHZ UNTUK TEKNOLOGI 4G LTE (LONG TERM EVOLUTION)** **233-242**
Erlis Cahyani, Maria Ulfah

Kode Makalah : **P-36**
Judul Makalah : **PERMASALAHAN MENGGUNAKAN BAHASA INGGRIS PADA TEKNISI DI PT. AFRICAN EXPOSIVE LIMITED INDONESIA** **243-248**
Era Wahyu Ningsih

Kode Makalah : **P-37**
Judul Makalah : **SISTEM MONITORING *SOLAR CELL* MENGGUNAKAN *MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO* R3 DAN DATA *LOGGER* SECARA *REAL TIME*** **249-253**
Tomi Agung Priatama, Yosi Apriani, Muhar Danus

Kode Makalah : **P-38**
Judul Makalah : **ANALISIS PERANCANGAN SISTEM INFORMASI POSYANTEK UNTUK MENDUKUNG KEBERLANJUTAN PRODUK TEKNOLOGI TEPAT GUNA DI KOTA BALIKPAPAN** **254-260**
Subur Anugerah

Kode Makalah : **P-39**
Judul Makalah : **ANALISIS UJI SIFAT FISIK BIODIESEL (B100) YANG TERBUAT DARI MINYAK JELANTAH** **261-265**
Suherna, Gunawan, Norista Lambe

Kode Makalah : **P-40**
Judul Makalah : **KEBIJAKAN INTRODUKSI TEKNOLOGI INSEMINASI BUATAN** **266-270**
Zulkifli Poli, Jantje F. Paath, Lentji R. Ngangi, dan Femi H. Elly

Kode Makalah : **P-41**
Judul Makalah : **ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK TERHADAP HASIL PENGELASAN *SMAW* MATERIAL ST 37 DENGAN ELEKTRODA *LOW HIDROGEN* PADA PENGUJIAN VISUAL, RADIOGRAFI, STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO** **271-277**
Rienaldy Eka Hartanto, Sigit Yulianto, Moch. Sugiri

Kode Makalah : **P-42**
Judul Makalah : **KARAKTERISTIK DAN PREFERENSI PENGGUNA MODA TRANSPORTASI MENUJU BANDARA SOEKARNO – HATTA (Studi Kasus: Terminal 1 dan 2 Bandara Soekarno-Hatta)** **278-290**
Dita N. Salsabila, Idi Namara

Kode Makalah : **P-43**
Judul Makalah : **REVIEW STANDAR BANGUNAN GEDUNG JEPANG DAN AMERIKA SERIKAT TERKAIT TSUNAMI DAN PERBANDINGANNYA DENGAN INDONESIA** **291-298**
Dimas Hastama Nugraha

Kode Makalah : **P-44**
Judul Makalah : **PENGEMBANGAN MEDIA VIDEO TUTORIAL BERBASIS ANIMASI MENGGUNAKAN 4D UNTUK MATA KULIAH PRAKTIK BATU BETON** **299-306**
Elza Yunika, Tuti Iriani, Rosmawita Saleh

Kode Makalah : **P-45**
Judul Makalah : **PERAN DONGENG UNTUK MENGOPTIMALKAN PERKEMBANGAN ANAK USIA DINI** **307-315**
Rosa Imani Khan

Kode Makalah : **P-46**
Judul Makalah : **IMPLEMENTASI KRIPTOGRAFI PADA APLIKASI DIARY BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA ONE TIME PAD** **316-320**
Nidia Enjelita Saragih, Fitriana Harahap

Kode Makalah : **P-47**
Judul Makalah : **FAKTOR KECELAKAAN KERJA YANG DOMINAN YANG TERJADI PADA PRAKTIK PLUMBING (STUDI KASUS DI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN UNJ)** **321-327**
Febriyani, Tuti Iriani, M. Agphin Ramadhan

Kode Makalah : **P-48**
Judul Makalah : **ANALISIS PENYEBAB CACAT MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE EFFECT AND ANALYSIS (FMEA)* PADA PRODUK *DARK COMPOUND* DENGAN PENDEKATAN METODE *KAIZEN* UNTUK MEMPERBAIKI SISTEM PRODUKSI STUDI KASUS PT. XYZ** **328-336**
Achmad Paisal, Babay Jutika Cahyana

Kode Makalah : **P-49**
Judul Makalah : **KEBIJAKAN PENGEMBANGAN SAPI POTONG MELALUI INTRODUKSI TEKNOLOGI PAKAN** **337-340**
A.H.S. Salendu, Meiske L. Rundengan, Femi H. Elly dan Tilly F.D. Lumy

Kode Makalah : **P-50**
Judul Makalah : **RANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN PADA RIVER SIDE STORE SAMARINDA MENGGUNAKAN MACRO MICROSOFT EXCEL** **341-350**
Ibrahim Musa, E. Retno Maninggarjati

Kode Makalah : **P-51**
Judul Makalah : **PENGUKURAN DAN ANALISA QUALITY OF SERVICE (QOS) JARINGAN INTERNET DI GEDUNG TERPADU POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN** **351-357**
Maria Ulfah, Andi Sri Irtawaty

Kode Makalah : **P-52**
Judul Makalah : **PENAMBAHAN TEPUNG DAUN KELOR *(MORINGA OLEIFERA L)* DALAM PEMBUATAN KUE *ECLAIRS*** **358-362**
Henry Winnarko, Yogiana Mulyani, Ranti Rustika

Kode Makalah : **P-53**
Judul Makalah : **ANALISIS KEPUASAN SISWA SMK NEGERI 4 DAN SMK PANCADARMA DI BALIKPAPAN TERHADAP LAYANAN KANTIN SEKOLAH DENGAN METODE IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS(IPA) DAN CUSTOMER SERVICE INDEX(CSI)** **363-369**
Praseptia Gardiarini, Chardina Dianovita, Farida

Kode Makalah : **P-54**
Judul Makalah : **MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS KARAKTER DI MASA PANDEMI COVID 19** **370-380**
Jenri Ambarita

Kode Makalah : **P-55**
Judul Makalah : **MODEL PEMBERDAYAAN EKONOMI MASYARAKAT ADAT SEBAGAI STRATEGI DALAM PERCEPATAN PEMBANGUNAN EKONOMI NASIONAL (STUDI KASUS ADAT BETAWI DKI JAKARTA)** **381-388**
I Wayan Ruspendi Junaedi, I Wayan Damayana, Dermawan Waruwu

Kode Makalah : **P-56**
Judul Makalah : **RANCANG BANGUN KENDALI DAN MONITORING SISTEM HIDROLIK MENGGUNAKAN RASPBERRY PI** **389-394**
Ali Abrar, Armin

Kode Makalah : **P-57**
Judul Makalah : **PENGARUH KONSENTRASI ASAM SITRAT DAN DAYA ULTRASONIK PADA PRODUKSI OLIGOSAKARIDA DARI BIJI *SALACCA ZALACCA* DENGAN METODE *ULTRASONIC ASSISTED ACID HYDROLYSIS* (UAAH)** **395-400**
Ashadi Sasongko, Nurani Legahati

Kode Makalah : **P-58**
Judul Makalah : **ANALISIS *PILOT PROJECT* RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK PADA BANGUNAN GEDUNG TINGGI HUNIAN** **401-410**
Manlian Ronald. A Simanjuntak, Agus Salim

Kode Makalah : **P-59**
Judul Makalah : **KAJIAN FAKTOR – FAKTOR MANAJEMEN PEMBIAYAAN PROYEK DALAM IMPLEMENTASI BIM PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG** **411-416**
Manlian Ronald A. Simanjuntak, Ari Tiandaru Baskoro

Kode Makalah : **P-60**
Judul Makalah : **ANALISA UJI SENSORIS PADA *PATTY BURGER* BERBAHAN DASAR PISANG KEPOK PUTIH** **417-420**
Farida, Nur Amaliah

Kode Makalah : **P-61**
Judul Makalah : **IDENTIFIKASI FAKTOR DAN VARIABEL RISIKO KONTRAK *DESIGN AND BUILD* PADA PROYEK SIMPANG SUSUN SEMANGGI** **421-428**
Manlian Ronald A. Simanjuntak, Bambang Sudibyo

Kode Makalah : **P-62**
Judul Makalah : **ANALISIS FAKTOR-FAKTOR RISIKO *CONTINGENCY COST* PROYEK EPC *PIPELINE*** **429-437**
Manlian Ronald A. Simanjuntak, Bernadette Christin

Kode Makalah : **P-63**
Judul Makalah : **PENGOLAHAN AIR BERSIH PORTABEL** **438-440**
Candra Irawan, Sunarno

Kode Makalah : **P-64**
Judul Makalah : **PEMBUATAN MINI WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI MASYARAKAT PONDOK PESANTREN YASIN** **441-445**
Candra Irawan, Mahfud, Sunarno

Kode Makalah : **P-66**
Judul Makalah : **PENGENDALIAN PERSEDIAN BAHAN BAKU DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP) UNTUK PRODUK KUE DI PERUSAHAAN "Q"** **446-454**
Arif Budi Wibowo, Dede Rukmayadi

Kode Makalah : **P-67**
Judul Makalah : **TEKNOLOGI BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU BERSUMBER DARI LIMBAH SAPI** **455-459**
Femi Hadidjah Elly, Agustinus Lomboan, Charles L. Kaunang, Derek Polakitan dan Jolanda K.J. Kalangi

Kode Makalah : **P-68**
Judul Makalah : **FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KAPASITAS PENGOLAH PERIKANAN DI KECAMATAN LIMAU DAN KABUPATEN TANGGAMUS** **460-465**
Helvi Yanfika, Indah Nurmayasari, Begem Viantimala

Kode Makalah : **P-69**
Judul Makalah : **OPTIMASI EKSTRAKSI KONJAC GLUKOMANAN DARI UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN VARISASI PERBANDINGAN SERBUK UMBI PORANG : *AQUADEST* (PELARUT) DAN SUHU** **466-469**
Damaranie Dipahayu, Galuh Gondo Kusumo

Kode Makalah : **P-72**
Judul Makalah : **PARTISIPASI PETANI PADA DEMONSTRASI AREA BUDIDAYA TANAMAN SEHAT PADI DI KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU** **470-478**
Citra Aprilia, Indah Listiana, Rio Tedi Prayitno

Kode Makalah : **P-73**
Judul Makalah : **ANALISIS FAKTOR – FAKTOR MANAJEMEN PEMBIAYAAN PROYEK YANG DIKERJAKAN KONTRAKTOR PADA PROYEK KONSTRUKSI DI TANGERANG** **479-485**
Manlian Ronald. A. Simanjuntak, Victor

Kode Makalah : **P-74**
Judul Makalah : **KAJIAN RISIKO POTENSIAL PEKERJAAN PELAKSANAAN *SECANT PILE* PADA PROYEK APARTEMEN DI MAKASAR** **486-495**
Manlian Ronald. A. Simanjuntak, Juse Roejanto

Kode Makalah : **P-75**
Judul Makalah : **PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION BERBASIS RASPBERRY PI 4** **496-501**
Isron Imam Setiawan, Ariep Jaenul, Dwi Priyokusumo

Kode Makalah : **P-77**
Judul Makalah : **ANALISIS PERILAKU DEFORMASI LATERAL PADA DINDING PENAHAN TANAH PROYEK RDMP BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA** **502-508**
Akhmad Gazali, Purnama

Kode Makalah : **P-78**
Judul Makalah : **PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN BAHASA INGGRIS DI POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN DENGAN *COMMUNICATIVE APPROACH*** **509-514**
Lilik Damayanti, Abdul Gofur

Kode Makalah : **P-79**
Judul Makalah : **KAJIAN LITERATUR MENUJU EKONOMI SIRKULAR UNTUK PISANG DAN PRODUK OLAHANNYA** **515-522**
Wara Widyarini Endah Saptaningtyas, Titik Nurwidayati

Kode Makalah : **P-80**
Judul Makalah : **KAJIAN FAKTOR DAN VARIABEL RISIKO KETERLAMBATAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI PEMBANGUNAN MENARA TELEKOMUNIKASI PT.XYZ** **523-529**
Manlian A. Ronald Simanjuntak, Hermanto

Kode Makalah : **P-81**
Judul Makalah : **ANALISIS FAKTOR DAN VARIABEL PENGGUNAAN APLIKASI *"X MOBILE"* YANG EFEKTIF DI PERUSAHAAN KONTRAKTOR PT. XYZ** **530-535**
Manlian Ronald A. Simanjuntak, Mindo Lestari Nainggolan

Kode Makalah : **P-82**
Judul Makalah : **ANALISIS FAKTOR STANDARISASI DOKUMEN UNTUK PEMILIHAN JASA KONSTRUKSI DALAM PELAKSANAAN KONSTRUKSI DI PROVINSI BANTEN** **536-544**
Manlian A. Ronald Simanjuntak, Nobalazi Gulo

Kode Makalah : **P-83**
Judul Makalah : **KAJIAN FAKTOR DAN VARIABEL *CONSTRUCTION PUNCH-LIST* PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DI PROYEK ABC** **545-553**
Manlian A. Ronald Simanjuntak, Rudi Agus Susanto

Kode Makalah : **P-85**
Judul Makalah : **ANALISIS FAKTOR PENGENDALIAN SURPLUS MATERIAL PADA PROYEK KONSTRUKSI MINYAK DAN GAS (STUDI KASUS PROYEK KONSTRUKSI ANJUNGAN LEPAS PANTAI MINYAK & GAS PT XYZ** **554-559**
Manlian A. Ronald Simanjuntak, Tirmizi Mahfud

Kode Makalah : **P-86**
Judul Makalah : **ANALISIS FAKTOR DAN VARIABEL PROSES KONSTRUKSI (STUDI KASUS PROYEK BANGUNAN GEDUNG APARTEMEN XYZ)** **560-564**
Manlian Ronald. A .Simajuntak, Thimoty Dalian

Kode Makalah : **P-88**
Judul Makalah : **INTRODUKSI TEKNOLOGI PUPUK ORGANIK DENGAN MEMANFAATKAN KOTORAN SAPI** **565-569**
Meiske L. Rundengan, Artise H.S. Salendu, Tilly F.D. Lumy, Syarifuddin dan Anneke K. Rintjap

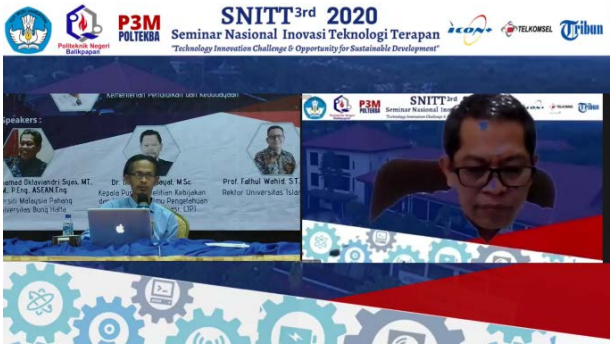
DOKUMENTASI SNITT POLTEKBA 2020



Pembukaan oleh Direktur Politeknik Negeri Balikpapan



Sambutan Direktorat Pendidikan Tinggi Vokasi dan Profesi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Keynote Speaker : Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri Says, M.T., IPM., P.Eng., ASEAN.Eng.



Keynote Speaker : Dr. Ir. Dudi Hidayat, M.Sc.



Keynote Speaker : Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D.



Tim Panitia dan Operator SNITT 2020

P-1

ANALISA PERFORMANSI TIPE *WATER COOLED CHILLER CENTRIFUGAL* KAPASITAS 2000 TR PADA GEDUNG *CENTRAL PARK MALL* JAKARTA BARAT

PERFORMANCE ANALYSIS OF WATER COOLED CHILLER CENTRIFUGAL WITH 2000 TR CAPACITY AT CENTRAL PARK MALL JAKARTA BARAT

Asep Rindika[1], Indra Saputra[1]
Program Studi Teknik Mesin Institut Saint dan Teknologi Al-Kamal (ISTA)
Jl. Raya Al Kamal No. 2 Kedoya Selatan, Kebon Jeruk, Jakarta Barat 11520
Email : mesin1315@gmail.com
Email : rindikaa@gmail.com

Diterima 25-06-2020	Diperbaiki 28-06-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Analisa Performansi tipe Water Cooled Chiller Centrifugal Kapasitas 2000 TR. Water Cooled Chiller Centrifugal adalah salah satu tipe AC sentral dengan pendinginan refrigeran menggunakan air dimana pendinginan air melalui menara air (cooling tower), mesin pengkondisian udara ruangan yang digunakan di Central Park Mall Jakartaadalah water cooled chiller dimana chiller ini menggunakan hampir 30%-40% penggunaan energi listrik dari Central Park Mall Jakarta Barat, Pada proyek akhir ini penulis ingin menganalisis performansi chiller di Central Park Mall Jakarta Barat dengan cara menghitung COP nya dan menghitung emisi CO_2 yang dihasilkan dari penggunaan energi listrik tersebut. Hasil dari Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui performansi dan emisi CO_2 yang dihasilkan guna mengidentifikasi kemungkinan untuk dilakukan effisien energi dan juga mengurangi efek pemanasan global.

Kata kunci: Chiller, COP, Emisi CO_2,Performansi, Efek pemanasan global

ABSTRACT

Analyze Permance Water Cooled Chiller Centrifugal type Capacity 2000 TR. Water Cooled Chiller Centrifugal is one type of central air conditioner with refrigerant cooling using water where cooling water through a water tower cooling tower, the room air conditioning machine used at Central Park Mall Jakarta is a water cooled chiller where this chiller uses almost 30% - 40% the use of electrical energy from Central Park Mall West Jakarta. In this final project, the writer wanted to analyze chiller performance at Central Park Mall Jakarta by calculating its COP and calculating CO_2 emissions resulting from the use of electric energy. The results of this final project aims to determine the performance and emissions of CO_2 generated to identify the possibility to be carried out energy efficiency and also reduce the effects of global warming.

Keywords: Chiller, COP, CO_2 Emissions, Performance, Effects of global warming

PENDAHULUAN

Ada beberapa macam alat pengkondisian udara contohnya AC split, AC window, AC sentral dan AC lainnya setiap AC memiliki komponen utama yaitu: kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator.

Begitu juga di gedung *Central Park Mall* yang terletak di Jakarta Barat. Di gedung ini alat pengkondisian udaranya menggunakan tipe *water cooled chiller centrifugal* dengan kapasitas 2000 TR dengan refrigeran R-134a/3148. Tipe *water cooled chiller centrifugal* menggunakan refrigeran sekunder sebagai media pendinginannya dimana air di evaporator di distribusikan menggunakan bantuan pompa ke masing-masing *Air Handling Unit* (AHU) dan ke masing-masing *Fan Coil Unit* (FCU). Pendinginan pada kondensor juga menggunakan air dimana panas di kondensor diserap oleh air, lalu air panas dari kondensor dialirkan dengan bantuan pompa menuju *cooling tower* untuk

didinginkan sebelum kembali lagi ke kondensor[10].

Rumusan Masalah

Performansi setiap *chiller* sangatlah penting untuk mengontrol pemakaian energi dari *chiller* tersebut begitu juga efek pemanasan global, maka dari itu penulis mengangkat beberapa masalah yaitu

1. Bagaimanakah performansi tipe *water cooled chiller centrifugal* di *Central Park Mall* Jakarta Barat antara COP dari pabrik dengan COP setelah dilakukan analisa?
2. Bagaimanakah pengaruh performansi chiller terhadap efek pemanasan global yang disebabkan oleh emisi CO_2 dari penggunaan energi listrik di *Central Park Mall* Jakarta Barat?

Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini tidak menyimpang dari judul dan rumusan masalah yang telah dibuat, maka penulis membuat batas-batas sebagai berikut:

1. Performansi dari tipe *water cooled chiller centrifugal* di *Central Park Mall* Jakarta Barat dengan kapasitas 2000 TR yang dihitung berdasarkan *Coeffecient Of Performance* (COP), kapasitas pendinginan, panas yang dibuang di kondensor dan kerja kompresi, selisih anatara COP pabrik dengan COP setelah dilakukan analisa.
2. Pengaruh performansi *chiller* terhadap efek pemanasan global akibat emisi CO_2 yang ditimbulkan dari penggunaan energi listrik *chiller* di *Central Park Mall* Jakarta Barat.

Tujuan

Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

Tujuan Umum

1. Sebagai salah satu kewajiban dan syarat kelulusan untuk meraih gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Mesin Institut Saint dan Teknologi Al Kamal.
2. Untuk mengaplikasikan dan menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah dengan masalah yang ditemui dilapangan.
3. Untuk membiasakan diri dalam memecahkan masalah yang ditemukan di lapangan.
4. Mampu mengaudit Performa Tipe w*ater cooled chiller centrifugal* dan memberi kesimpulan guna untuk memberikan informasi kepada *Maintenance Engenering Building*

Tujuan Khusus

1. Untuk menentukan performansi daritipe *water cooled chiller centrifugal* di *Central Park Mall* Jakarta Barat dengan Kapasitas 2000 TR.
2. Untuk mendapatkan nilai efek pemanasan global akibat emisi CO_2 yang ditimbulkan oleh penggunaan energi listrik chiller di *Central Park Mall* Jakarta Barat.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan setelah menyelesaikan penelitian akhir ini meliputi:

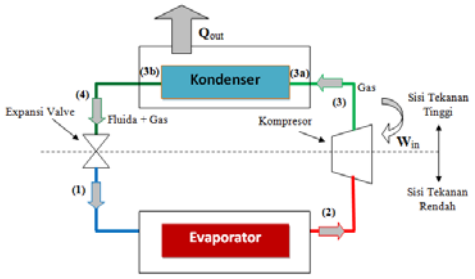
Bagi Penulis

Penelitian akhir ini dibuat untuk menerapkan dan mengembangkan pengetahuan atau ilmu-ilmu yang didapatkan selama pendidikan khususnya di Program Studi Teknik.

LANDASAN TEORI

Mesin Refrigerasi dengan Siklus Kompresi Uap

Mesin refrigerasi siklus kompresi uap merupakan jenis mesin refrigerasi yang paling banyak digunakan saat ini. Mesin refrigerasi siklus kompresi uap terdiri dari empat komponen utama yaitu: kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator[8].



Gambar 1. Jenis Pengkondisian Udara Sistem Ekspansi Langsung[8]

Adapun cara kerja siklus kompresi uap adalah sebagai berikut:

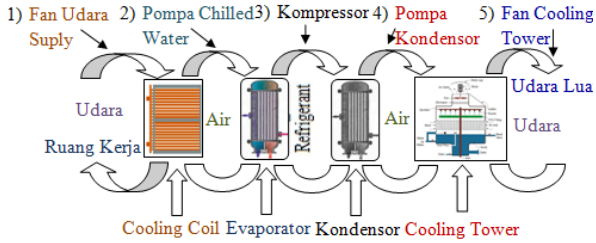
a. Kompresi (1-2)
b. Kondensasi (2-3)
c. Ekspansi (3-4)
d. Evaporasi (4-1)

Prinsip Kerja *Chiller* tipe *water cooled*

Chiller tipe *water cooledcentrifugal* terdiri atas refrigeran primer dan refrigeran sekunder yang berupa. Pada Gambar 2 adalah skema diagram system tipe *water cooled chiller centrifugal*.

Energi panas ditransmisikan dari ruangan ke udara luar dengan mengikuti lima alur sirkuit perpindahan panas masing-masing dari kiri ke kanan sebagai berikut:

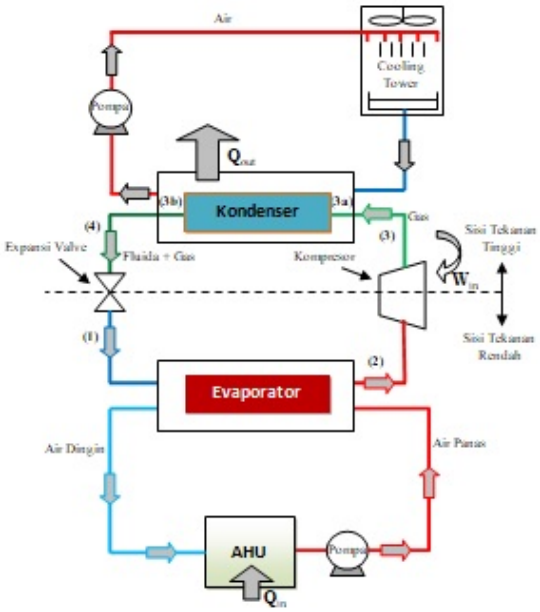
a. Sirkuit udara dalam ruangan
b. Sirkuit air dingin
c. Sirkuit refrigeran
d. Sirkuit pendingin kondensor
e. Sirkuit pendingin luar (*cooling tower*).



Gambar 2. Siklus Chiller[8]
Sumber: UPLIFT (2013)

Tipe *water cooled* c*hiller centrifugal* adalah sistem pendinginan ruangan yang dikontrol dari satu titik atau tempat dan didistribusikan secara terpusat ke seluruh isi gedung dengan kapasitas yang sesuai dengan ukuran ruangan dan didistribusikan dengan menggunakan saluran udara (*ducting*).

Sumber : Jurnal Optimasi Sistem Industri Vol 11. No. 2: Desember 2018. ISSN 1693-2102. *http//:jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi*



Gambar 3. Siklus Pengkondisian Udara Sentral

Komponen *Chiller* Tipe *Water Cooled*

Tipe *water cooled chiller centrifugal* memiliki beberapa komponen utama yaitu:

Kompresor

Kompresor adalah alat yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan fluida dengan cara dimampatkan.

Kondensor

Kondensor adalah tempat berubahnya fase refrigeran dari gas bertekanan dan bertemperatur tinggi menjadi cair bertemperatur tinggi dengan cara melepas panasnya ke air yang di alirkan pada kondensor dan selanjutnya air didistribusikan ke *cooling tower* untuk didinginkan.

Evaporator

Cooled water Evaporator adalah tempat berubah fase refrigeran cair ke gas dengan cara menyerap panas dari air yang melalui evaporator setelah panas air diserap kemudian air akan didistribusikan ke AHU atau FCU.

Ekspansi

Alat Ekspansi yang digunakan pada *chiller* di *Central Park Mall* Jakarta Barat adalah *inlear float chamber* yang dimana sistem ekspansi ini menggunakan bandul sebagai pengontrol aliran refrigeran ke dalam evaporator.

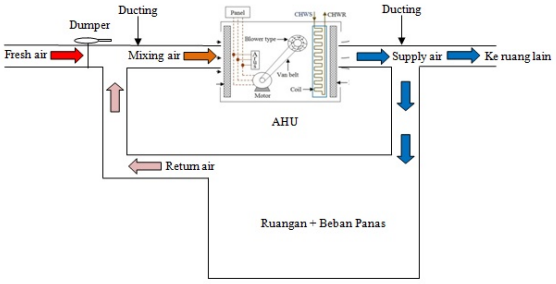
Cooling Tower

*Cooling Tower*merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan

suhu aliran air dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfir.

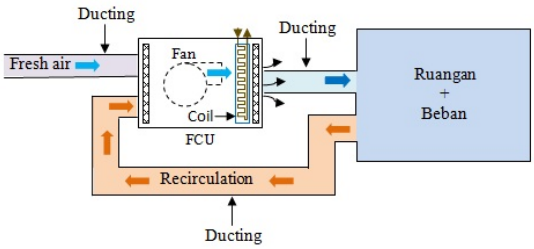
Air Handling Unit (AHU) dan Fan Coil Unit (FCU)

AHU merupakan alat yang digunakan untuk mendinginkan ruangan.Unit ini menggunakan air sebagai media penukar kalor dan dipakai pada beban pendinginan yang besar.Air dingin diproduksi oleh mesin *chiller*.



Gambar 4. Siklus AHU

FCU adalah perangkat sederhana yang terdiri dari kumparan (Coil) dan kipas. FCU digunakan untuk mengontrol suhu dalam ruangan yang dikendalikan oleh on/off switch atau thermostat.Karena kesederhanaannya FCU lebih ekonomis daripada AHU**.**



Gambar 5. Siklus FCU
Sumber : Digambar oleh Penulis

Komponen pendukung *chiller*

Pompa

Definisi Pompa pada umumnya adalah jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida melalui pipa dari satu tempat ke tempat lain.

Chilled Water Pump

Chilled water pump (CWP) atau pompa pendingin yang menggunakan air adalah pompa yang digunakan untuk mensirkulasikan air yang telah didingankan oleh evaporator untuk kemudian didistribusikan ke AHU dan FCU untuk megkondisikan ruangan ruangan. Biasanya pompa ini dijalankan dengan putaran maksimum dan umumnya teknik penggunaan pompa CWP secara terus menerus.

Strainer

Strainer adalah salah satu komponen yang dipasang pada *suction pipe* atau pipa penghisap air.

Make up Water cooling tower (MWCT)adalah tangki yang menampung air yang kemudian didistribusikan ke *cooling* tower, untuk menghitung *make up water Cooling Tower* sebagai berikut :

$MWCT = W_B + We + W_D$ (2.1)

Dimana :

W_B : Kehilangan Air Akibat *Blow Down*
We : Kehilangan Air Akibat *Evaporation Loss*
W_B : Kehilangan Air Akibat *Drift Loss*
Sumber : Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 06, No. 3, Juni 2017, ISSN 2549-2888, Hutriadi Pratama Siallagan

Valve (Katup)

Katup adalah sebuah perangkat yang mengatur, mengarahkan atau mengontrol aliran dari suatu cairan (gas, cairan, padatan terfluidisasi) dengan membuka, menutup, atau menutup sebagian dari jalan alirannya. Katupdalam kehidupan sehari-hari, paling nyata adalah pada pipa air, seperti keran untuk air. Contoh akrab lainnya termasuk katup kontrol gas di kompor, katup kecil yang dipasang di kamar mandi dan masih banyak lagi.

Oil Sparator

Oil Separator adalah sebuah alat atau sistem untuk memisahkan air bersih dengan minyak atau oli. Sistem ini biasa di pakai di proses treatment pada painting line terutama di bagian degreasing (penggerusan oli yang menempel pada pori-pori benda kerja).

Performansi dari Chiller tipe Water Cooled

Untuk mengetahui perfomansi dari *chiller* tipe *water cooled* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Kapasitas Pendinginan (Qc)

Kapasitas pendinginan adalah untuk mengetahui kapasitas sistem saat berjalan dengan beban yang berbeda–beda dan untuk *chiller* kapasitas pendinginannya dihitung dari sisi airnya . Secara teoritis kapasitas pendinginan (Qc) dapat dinyatakan dengan :

$Qc = \rho x \dot{V} x cp x \Delta Tch$

Dimana :

ρ = *Water density* (1000 kg/m^3)
$\dot{V}$ = *Water flow rate* (m^3/s)
Cp = *Specific heat* (4,2 kJ/kg.K)

ΔTch = Beda temperatur air inlet dan outlet pada evaporator

Coeficient Of Performance (COP)

Coeficient Of Performance Adalah suatu koefisien yang besarnya didapatkan dari perbandingan dari kapasitas pendingnan berbanding dengan kerja kompresi, Rumus dari COP adalah sebagai berikut:

$$COP = \frac{Qc}{Win} \quad (2.3)$$

Dimana:

Qc = Kapasitas pendiginan (kW)

Win = Kerja kompresi (kW)

Panas yang diserap oleh air di kondensor (Qair)

Panas yang diserap oleh air di kondensor yaitu untuk mengetahui jumlah panas yang diserap oleh air di kondensor saat sistem berjalan dengan beban yang berbeda-beda. Secara teoritis Q*air* dapat dinyatakan dengan :

$$Qair = \rho x \dot{V} x Cp x \Delta Tcw \quad (2.4)$$

Dimana :

ρ = *Water density* (1000 kg/m^3)

$\dot{V}$ = *Water flow rate* (m^3/s)

Cp = *Specific heat* (4,2 kJ/kg.K)

ΔTcw = Beda temperatur air inlet dan outlet pada kondensor

Efek Pemanasan Global

Perubahan iklim dunia merupakan tantangan yang paling serius yang dihadapi pada abad 21.Pemanasan Global (Global Warming) adalah peristiwa meningkatnya suhu rata-rata pada lapisan atmosfer dan permukaan bumi. Pemanasan global dapat terjadi karena adanya efek rumah kaca yang dapat mengakibatkan meningkatnya suhu yang diakibatkan oleh emisi CO_2.

Emisi CO_2

Emisi CO_2 adalah buangan atau hasil dari gas–gas yang dikeluarkan dari hasil pembakaran atau penggunaan energi yang mengandung karbon. Indonesia saat ini mengembangkan energi panas bumi dalam rangka mengatasi kritis energi listrik dan terkait dengan program kelistrikan nasional 35.000 MW, Indonesia memiliki potensi panas bumi sebesar 29.00 MW dan pemanfaatnnya baru sekitar 1.533,5 MW (Sumber : KESDM-b 2017; Pambudi 2018), Adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

Bey = Eg*facility.y* x GWP (2.5)

Dimana :

Bey = *Baseline* Emisi CO_2

Eg*facility.y* = Besar Energi Listrik

GWP = *global warming potensial* yang dihasilkan oleh listrik di Indonesia (0,715 kg.CO_2)

Sumber : *Journal Of Natural Resources and Environmental Management*, Analisis Emisi CO_2 Pembangkit Listrik Panas Bumi Ulubelu Lampung dan Kontribusinya terhadap Pengembangan Pembangkit Listrik di Provinsi Lampung, Alimmuddin, Armansyah H. Tambunan, Machfud, Andi Novianto

Tabel 1. Kategori sumber emisi CO_2 dari kegiatan energi

Kode IPCC GL 2006	Kategori
1A	**Kegiatan Pembakaran Bahan Bakar**
1A1	Industri Produksi Energi
1A2	Industri Manufaktur dan Konstruksi
1A3	Transportasi
1A4	Konsumen energi lainnya (Komersial, Rumah tangga dll.)
1A5	Lain-lain yang tidak termasuk pada 1A1 s.d. 1A4
1B	**Emisi Fugitive**
1B1	Bahan Bakar Padat
1B2	Minyak Bumi dan Gas Alam
1B3	Emisi Lainnya dari penyediaan energi

Catatan : Kode Kategori sumber emisi CO_2 energi mengikuti penulisan kode pada IPCC *Guidelines 2006.*

Sumber : Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku II - Volume 1 Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca, Kegiatan Pengadaan Dan Penggunaan Energi

Analisa yang sudah Dilakukan

Sebagai pembanding dan untuk memperkuat hasil dari COP yang telah didapat maka berikut adalah hasil analisa yang sudah dilakukan oleh beberapa mahasiswa digedung lain dan kapasitas *chiller* yang berbeda :

1. Jurnal ilmiah teknik mesin *CakraM* Vol. 4 No.1. April 2010 (43-50), Analisa Performansi Sistem Pendingin Ruangan dan Efisiensi Energi Listrik pada Sistem *Water Chiller* dengan Penerapan Metode *Cooled Energy Storage*. Komang Mettty Trisna Negara, Hendra Wijaksana, Nengah

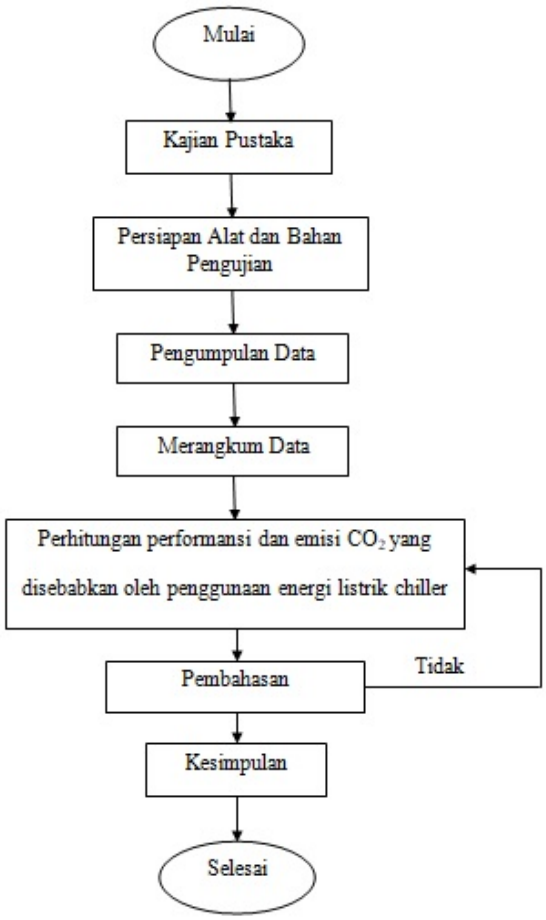
Suarnadwipa, Made Sucipta, Menyimpulkan "Dengan penggunaan *Half* sistem konsumsi energi selama 1 jam lebih sedikit sebesar 0,4449 kWh dibandingkan penggunaan full sistem sebesar 0,8650 kWh atau dengan selisih 0,4201 kWh".

2. Jurnal ilmiah teknik mesin FT-UNDIPVol. 8 No.3. Juli 2006, Pengujian *Performance* dan Analisa *Pressure Drop* Sistem *Water-Cooled Chiller* Menggunakan Refrigeran R-22 Dan HCR-22, Muchammad, Menyimpulkan "Penurunan tekanan air pada pipa FCU pada sistem *water-cooled chiller* yang menggunakan refrigeran R-22 sebesar 11,706 kPa, sedangkan pada sistem yang menggunakan refrigeran HCR-22 penurunan tekanan airnya sebesar 18,95 kPa".
3. Jurnal OPSI Vol. 11 No. 2. Desember 2018, Analisis Efektifitas Mesin *Cooling Tower* Menggunakan *Range And Aproach*, Ahmad Muhsin, Zicko Pratama, Menyimpulkan "*Performance Efficiency* Sebesar 96,46%, Artinya Mesin *Cooling Tower* masih efektif dan berkinerja baik, Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada periode penelitian sudah memenuhi standar *world class* yaitu >85%".
4. Jurnal Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Fatah (UNISFAT) Vol. 8, No. 1, September 2012 Hal. 24-30, Agung Nugroho, menyimpulkan "Penurunan COP disebabkan adanya kenaikan putaran kompresor, sehingga kerja kompresi akan mengalami kenaikan harga. Kerja kompresi merupakan faktor pengendali harga COP".
5. Jurnal Teknik Mesin (JTM) Universitas Mercu Buana Vol. 06, No. 3, Juni 2017, Hutriadi Pratama Siallagan, menyimpulkan "Efektifitas dari *Cooling Tower 8330* CT01 untuk data teori adalah 64,51%, data aktual 42,16% terdapat penurunan sebesar 22,35%".
6. *Journal of Natural Resorces and Environmental Management* Vol. 9 No. 2, Analisis Emisi CO_2 Pembangkit Listrik Panas Bumi Ulubelu Lampung dan Kontribusinya Terhadap Pengembangan Pembangkit Listrik di Provinsi Lampung, Menyimpulkan "Persentase emisi pembangkit tenaga listrik diprovinsi Lampung terhadap target penurunan emisi GRK dengan skenario pengembangan adalah 1,29% dan dengan kondisi BaU sebesar 1,05%.

Dari kesimpulan analisa sebelumnya yang sudah pernah dilakukan untuk selisih COP dari awal pemakaian *chiller* hingga sampai pada mesin beroperasi lebih dari lima tahun adalahtidak lebih dari 45%, dari jurnal diatas pun membuktikan bahwa komponen *chiller* seperti *Cooling Tower*, *Chiller Pump*, *Refrigerant* dan konsumsi daya sangat berpengaruh terhadap performa mesin pendingin, maka untuk menjaga performa mesin pendingin harus dilakukan *maintenance* yang baik dan benar secara rutin.

Metode Penelitian

Alur Penelitian



Gambar 6. Bagan tahap pelaksanaan

Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat dan lokasi pengambilan data penelitian ini adalah dilakukan diruang chiller lantai lower ground dan *Cooling Tower* pada dak atap lantai tiga *Central Park Mall* Jakarta Barat, dan waktu penelitian dibatasi sampai November 2019. Pengambilan data dilakukan di *Central Park Mall* Jakarta Barat dimana terdapat alat-alat yang lengkap, sehingga

memudahkan penulis dalam melakukan proses pengambilan data.

Profil Objek Penelitian (*Central Park* Mall)

Central Park Mall adalah mall yang letaknya strategis bukan hanya karena akses menuju *Central Park* Mall tetapi ditunjang dengan beberapa bangunan komersial di sekitarnya.

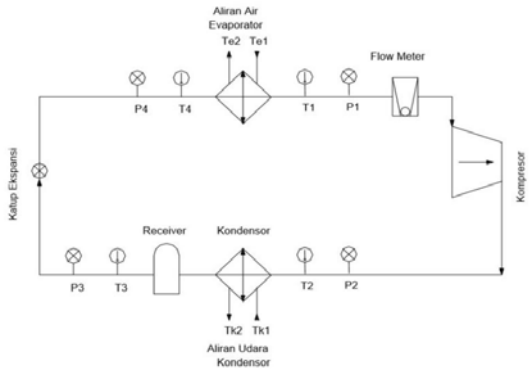
Batas Wilayah Objek Penelitian (*Central Park* Mall) :

a. Batas Utara : *Mediterania Garden* 1 dan *Mediterania Garden* 2, *Royal Mediterania Garden, Garden Shopping Arcade*
b. Batas Selatan: Mall Taman Anggrek
c. Batas Barat : Perumahan warga
d. Batas Timur : Jalan Let Jend S.Parman

Sumber : Data *ProjectCentral Park* Mall

Jenis Penelitian

Pengujian performansi *chiller* adalah salah satu langkah untuk melakukan program penghematan energi yang komprehensif yang terkait dengan sistem pengkondisian udara. Tujuan utama melakukan pengukuran dan observasi langsung adalah untuk memperoleh data yang akurat berdasarkan kondisi operasi aktual. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode otomatis.



Gambar 7. Skema Instalasi Peralatan Uji

Sumber : Jurnal Analisa Sistem Mesin Pendingin Water Chiller Yang Menggunakan Fluida Kerja R12 Dengan Variasi Puli Kompresor, Agung Nugroho, TEKNIK - UNISFAT, Vol. 8, No. 1, September 2012 Hal 24 – 30

Penentuan Sumber Data

Adapun ruang lingkup dalam penelitian adalah: mencari nilai COP, perbandingan COP, kapasitas pendinginan, kerja kompresi, panas yang dibuang di kondensor dan emisi CO_2 yang disebabkan dari penggunaan energi listrik di *Central Park* Mall Jakarta barat yang beralamatkan di Jalan Let.Jend. S.Parman Kav. 28.

Pada pengujian ini data-data yang diambil menggunakan metode otomatis. Dengan pengukuran otomatis, data operasional yang dicatat, dan terus menerus dalam waktu yang bersamaan untuk berbagai parameter seperti *water flow rate* evaporator dan kondensor, daya yang dibutuhkan kompresor, *approach* temperature kondensor dan evaporator dan temperatur air masuk dan keluar pada evaporator dan kondensor. Dilakukan setiap hari dan dicatat tiap dua jam saat gedung beroperasi selama satu bulan dan dilengkapi dengan data operasional yang dimiliki oleh *Central Park Mall* Jakarta Barat kemudian data-data tersebut dirata-ratakan terlebih dahulu agar bisa dilakukan ke perhitungan dan untuk energi listrik data yang digunakan adalah dari data total selama satu bulan penggunaan energi di *Central Park Mall* Jakarta Barat, yang mulai dibangun tahun 2007 dan dioperasikan pada 9 September 2009 dengan luas lahan 188.077 sqm *leaseable* area 125.626 sqm.

Sumber Daya Penelitian

Untuk menentukan *full load* (kW/Ton.R) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Daya Input}}{\text{Kapasitas } \textit{Chiller} \text{ (TR)}} = \textit{Full Load} \text{ (kW/TR)}$$

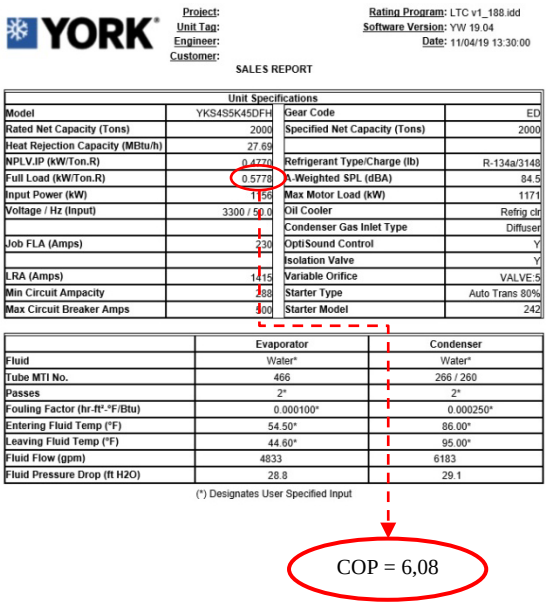
Sedangkan untuk menghitung COP, pertama kapasitas pendingin *chiller* dikonversikan terlebih dahulu menjadi kilo watts (kW) yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Kapasitas } \textit{Chiller} \text{ (TR) x 12000 BTU}}{\text{Konversi (kW)}} = \text{Kapasitas Pendingin (kW)}$$

Kemudian untuk perhitungan COP nya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Kapasitas Pendingin (kW)}}{\text{Daya Input}} = \text{COP}$$

Adapun alat pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah AC jenis *Water Chiller* yang ada di *Central Park Mall* Jakarta Baratdengan spesifikasi sebagian berikut:



YORK

Project:
Unit Tag:
Engineer:
Customer:

Rating Program: LTC v1_188.idd
Software Version: YW 19.04
Date: 11/04/19 13:30:00

SALES REPORT

Unit Specifications			
Model	YKS4S5K45DFH	Gear Code	ED
Rated Net Capacity (Tons)	2000	Specified Net Capacity (Tons)	2000
Heat Rejection Capacity (MBtu/h)	27.69		
NPLV.IP (kW/Ton.R)	0.4770	Refrigerant Type/Charge (lb)	R-134a/3148
Full Load (kW/Ton.R)	0.5778	A-Weighted SPL (dBA)	84.5
Input Power (kW)	1156	Max Motor Load (kW)	1171
Voltage / Hz (Input)	3300 / 50.0	Oil Cooler	Refrig clr
		Condenser Gas Inlet Type	Diffuser
Job FLA (Amps)	230	OptiSound Control	Y
		Isolation Valve	Y
LRA (Amps)	1415	Variable Orifice	VALVE-5
Min Circuit Ampacity	288	Starter Type	Auto Trans 80%
Max Circuit Breaker Amps	500	Starter Model	242

	Evaporator	Condenser
Fluid	Water*	Water*
Tube MTI No.	466	266 / 260
Passes	2*	2*
Fouling Factor (hr-ft²-°F/Btu)	0.000100*	0.000250*
Entering Fluid Temp (°F)	54.50*	86.00*
Leaving Fluid Temp (°F)	44.60*	95.00*
Fluid Flow (gpm)	4833	6183
Fluid Pressure Drop (ft H2O)	28.8	29.1

(*) Designates User Specified Input

Gambar 8. Spesifikasi *Chiller* Kapasitas 2000 TR *Central Park Mall* Jakarta Barat
Sumber : Katalog York, *Sofware Version* YW 19.04

Istrumen penelitian

Pada pengujian ini instrumen yang digunakan untuk memperoleh data adalah dengan cara otomatis dimana semua data yang diperoleh telah tersedia pada *optiview control center* seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. *Optiview control center*
Sumber : Objek Penelitian *Central Park* Jakarta Barat

Prosedur Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada *Chiller* di *Central Park Mall* Jakarta Barat dengan mengukur dan mencatat data-data yang diperlukan seperti laju aliran air di evaporator dan kondensor, temperatur masuk dan keluar air di evaporator dan kondensor, daya yang dibutuhkan kompresor dan jumlah penggunaan energi listrik perbulannya di *Central Park Mall* Jakarta Barat.

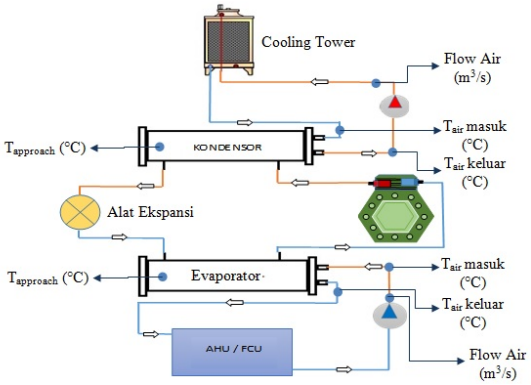
Data yang telah didapat dari hasil pengujian selanjutnya akan dilakukan pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan yaitu, memasukkan data ke dalam grafik perbandingan performansi dari *chiller* tiap bulannya dan juga perbandingan emisi CO_2 yang dihasilkan tiap bulannya dari penggunaan energi listrik, selanjutnya penguji dapat menyimpulkan pengujian yang telah dilakukan.

Setelah melakukan pengujian dan penghitungan hasil pengujian yang berupa parameter-parameter performansi sistem, maka kita akan mendapatkan hal-hal penting dari pengujian keseragaman data yang dilakukan apakah data yang didapat masih didalam dari BKA (Batas Kendali Atas) dan BKB (Batas Kendali Bawah) sehingga dapat disimpulkan bahwa data pengujian yang didapat dalam kondisi terkendali, Perubahan kecepatan puli kompresor, karena kecepatan kompresor yang semakin besar maka COP semakin turun nilainya, hal ini disebabkan karena peningkatan daya kompresor tidak sebanding dengan peningkatan kapasitas refrigerasi atau dengan kata lain peningkatan kapasitas refrigerasi lebih kecil dibandingkan dengan peningkatan daya kompresor.

Pengambilan Data *Chiller*

Pengambilan data didapat dari *maintenace mechanical building* yaitu dari pencatatan data dari pengukuran mesin pendingin atau *chiller* yang sedang beroperasi, baik itu data dari alat ukur ataupun dari *optiview control center chiller*.

Data dari hasil pengukuran langsung diolah dan dianalisis. Untuk mengetahui performansi sistem chiller 401 dengan kapasitas 2000 TR, dimana lokasi ruang *chiller* di lantai lower ground dan lokasi *cooling tower* di dak atap lantai 3, data yang diolah adalah per hari selama satu bulan di bulan September 2019 dan dilengkapi dengan contoh perhitungan data performansi per dua jam selama 1 hari sistem *chiller*2000 TR dari jam 08.00 WIB pagi hinnga 20.00 WIB. Adapun titik – titik pengukuran sebagai berikut :



Gambar 10.Titik pengukuran *chiller* tipe *water cooled*

Performansi *Chiller*

Sebelum menghitung performan-si *chiller* perlu diketahui terlebih dahulu kapasitas pendingin (Qc), berikut adalah rumus perhitungan untuk menentukan kapasitas pendingin (Qc) :

$Qc = \rho x \dot{V} x cp x \Delta Tch$

Dimana :

ρ = *Water Density* (kg/m^3)

$\dot{V}$ =*Water Flow Rate* (m^3/s)

Cp = *Specific heat* (kJ/kg.K)

ΔTch = Beda temperatur air inlet dan outlet evaporator

Peformansi kinerja *chiller* dihitung berdasarkan *Cooling Capacity* (kW), COP (*Coefficient of Performance*), konsumsi daya (kW), panas yang dibuang dikondensor dan faktor–faktor yang mempengaruhi performansi dari *chiller* tersebut, adapun rumus perhitungan COP yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$COP = \frac{Qc}{Win}$$

Dimana:

Qc = Kapasitas Pendingin

Win = Kerja Kompresi

Jadi data yang diambil dalam satu hari dimana pengukuran untuk data tersebut dilakukan setiap dua jam sekali dari jam 08.00 WIB sampai dengan jam 22.00 WIB, karena metode analisa yang digunakan adalah *base maintenance* untuk mendapatkan hasil COP maka data yang digunakan adalah data yang diambil dari *maintenance* mesin *chiller* yang sedang beoperasi, yang kemudian dibandingkan pada katalog spesifikasi *chiller* Kapasitas 2000 TR *brand* York di *Central Park Mall* Jakarta Barat yaitu untuk *full load* 0.5778 kW untuk mengetahui full load sendiri adalah dari kapasitas *chiller* dikalikan dengan konversi BTU (12.000) dan COP 6,08, dimana COP didapat dari kapasitas pendingin dibagi daya input, dari perbandingan tersebut dapat dilihat *life time coeficient performance* dari *chiller* 401 tipe *water cooled* yang ada di *central park* mall jakarta barat.

PEMBAHASAN DAN HASIL

Perhitungan Performansi *Chiller*

Performansi Kinerja *chiller* yang dihitung berdasarkan *Cooling Capacity* (kW), COP (*Coefficient of Performance*), konsumsi daya (kW), panas yang dibuang dikondensor dan faktor-faktor yang mempengaruhi performansi dari *chiller* tersebut, dan sebelum ke perhitungan performansi *chiller* perlu diketahui terlebih dahulu kapasitas pendingin (Qc) pada tanggal 01 september 2019:

Diketahui:

ρ = 1000 kg/m^3

v = 0,266 m^3/s

Cp = 4,2 kJ/kg.K

ΔTch = 4,4 °C

Penyelesaian :

Qc = ρ x v x cp x ΔTch

= 1000 x 0,266 x 4,18 x 4,4

= 4900 kW

Adapun perhitungan COP Evaporator yang digunakan yaitu pada tanggal 01 September 2019 adalah sebagai berikut:

Qc = 4900 kW

Win = 961 kW

Ditanya : COP ?

Penyelesaian :

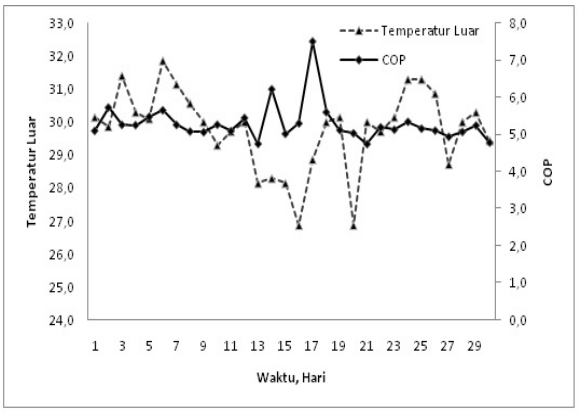
$COP = \frac{Qc}{Win}$

$COP = \frac{4900}{961}$

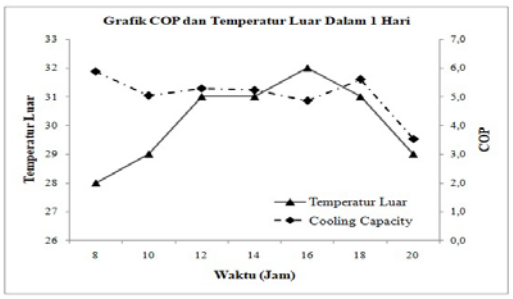
COP = 5,1

Setelah melakukan perhitungan diatas, hasil yang didapat dalam satu bulan di *input* ke dalam grafik seperti pada Gambar 11.

Dari Gambar 11 terlihat COP Evaporator *chiller* 401 terlihat beberapa titik COP yang naik dan turun, ketidak stabilan ini disebabkan karena adannya beberapa faktor yang mempengaruhi COP Evaporator salah satunya adalah *ambient* temperatur, selain itu beban didalam ruangan dan *approach* temperatur juga ber-pengaruh terhadap performansi sistem tersebut. Dan dari Gambar 11 rata-rata temperatur *ambient* yang didapat adalah 30,1 °C dengan rata-rata COP Evaporator *chiller* 401 sebesar 5,1 dengan *load faktor* 87,7 % dan dari hasil rata-rata tersebut menandakan bahwa *chiller* cenderung bekerja dibawah standar COP dari sistem tersebut yang nilainya 6,08. Adapun contoh COP per dua jam selama 1 hari dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Grafik COP *chiller* dan Temperatur Luar



Gambar 12. Grafik COP *chiller* dan Temperatur Luar Dalam 1 Hari

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa COP *chiller* berkisar 3,5 - 5,9 adanya *fluktuasi* pada Gambar 12 dikarenakan saat pukul 08.00 *chiller* baru beroprasi sehinnga *chiller* bekerja lebih berat untuk mengkondisikan udara digedung tersebut dan saat temperatur digedung tersebut mulai turun pada pukul 12.00 COP naik, dan saat pukul 16.00 COP turun dikarenakan temperatur udara luar mulai naik hingga 32°C sehingga *chiller* perlu bekerja lebih berat guna mencapai temperatur yang diinginkan didalam ruangan dan selanjutnya COP *chiller* mulai naik dan stabil hingga pukul 18.00. COP *chiller* mulai turun lagi pada pukul 20.00 dikarenakan beban didalam ruangan mulai meningkat. Dan rata-rata COP yang didapat selama sehari adalah 5,1 dengan rata-rata temperatur udara luar adalah 29,4°C dengan *load factor 87,57 %*.

Adapun perhitungan *cooling capacity* yang digunakan pada tanggal 01 September 2019, Contohnya adalah sebagai berikut:

Diketahui:

ρ = 1000 kg/m^3 v = 0,266 m^3/s

cp = 4,18 kJ/kg.K ΔTch = 4,4°C

Ditanya : Qc ?

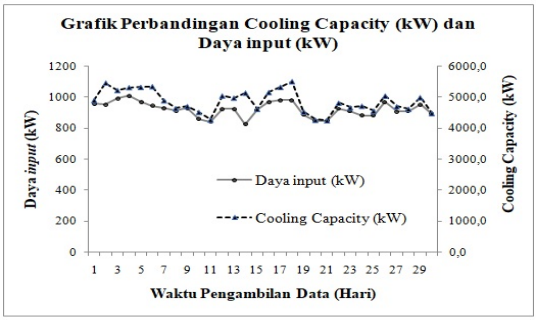
Perhitungan :

Qc = ρ x v x cp x ΔTch

Qc = 1000 x 0,266 x 4,18 x 4,4°C

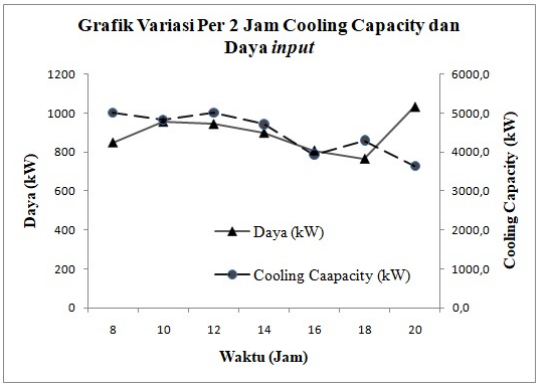
Qc = 4900 kW

Jadi untuk kapasitas pendingin pada tanggal 01 September 2019 adalah 4900 kW, dimana terlihat kapasitas pendingin ini sudah mulai naik dalam penggunaan daya input, yang seharusnya pada katalog spesifikasi *chiller* adalah 3300 kW yaitu pada tahun 2009 yaitu pada saat pertama kali *chiller* beroperasi, Berikut grafik pada Gambar 13 yang sudah di *input* dari perhitungan *cooling capacity* (kW) dan daya *input* (kW).



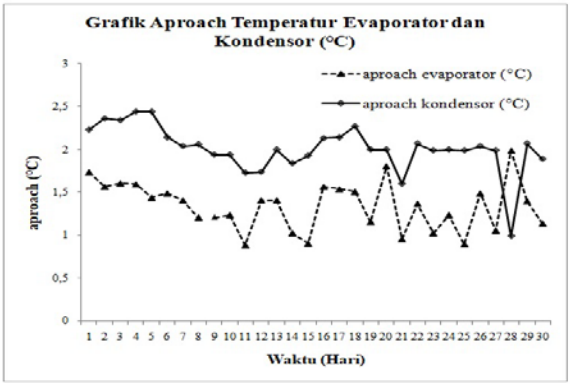
Gambar 13. Grafik Perbandingan *Cooling Capacity* dan Daya *input*

Di beberapa titik terjadi fluktuasi (ketidak tetapan) yang terjadi pada parameter kinerja adalah merupakan akibat dari perubahan temperatur udara luar, *approach* (pendekatan) temperatur dan beban dari ruangan yang dikondisikan. Dan terlihat juga saat *cooling capacity* meningkat daya input juga ikut meningkat dan juga sistem beroperasi lebih berat saat awal dan akhir bulan, ini di sebabkan karena gedung yang dikondisikan adalah sebuah mall yang biasanya pada awal dan akhir bulan kondisi mall lebih ramai dari biasanya. Namun dilihat dari Gambar 13 grafik perbandingan antara kapasitas pendingin dengan daya input pada tanggal 4,8,15,20 dan 26 terjadi fluktuasi yaitu daya input hampir sama besarnya dengan kapasitas pendingin, yang seharusnya saat kapasitas pendingin turun daya input juga harus turun, Adapun contoh perbandingan *cooling capacity* dengan daya input perjam selama 1 hari pada tanggal 30 september 2019 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Variasi Per 2 Jam *Cooling Capacity* dan Daya *input*

Dari Gambar 14. dapat dilihat bahwa *cooling capacity chiller* diawal berada pada titik yang tinggi, ini disebabkan karena saat itu *chiller* baru saja beroprasi sehingga temperatur air yang masuk ke evaporator menjadi meningkat untuk mencapai temperatur yang diinginkan, dan Kondensor dalam grafik dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Aproach (°C) Evaporator dan Kondensor

Dan salah satu faktor yang mempengaruhi *cooling capacity* yaitu *approach* temperatur evaporator dan kondensor, dari Gambar 15 dapat dilihat bahwa evaporator *chiller* dapat beroperasi dengan temperatur *approach* yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pipa evporator bersih, ini juga dikarenakan kualitas air yang bagus seperti yang ditunjukan pada Tabel 2. Dan dengan mempertahankan temperatur *approach* serendah mungkin (di bawah 1°C), Evaporator dapat beroperasi pada temperatur evaporasi yang lebih rendah dan tentu saja akan meningkatkan *cooling capacity* dan akan meningkatkan perpindahan panas antara refrigeran dan air pendingin.

Namun sebaliknya dengan evaporator, *approach* temperatur dikondensor tidak stabil ini berarti dapat diperkirakan bahwa *tube* pada kondensor kotor karena kualitas air yang buruk sehingga *approach* temperatur tidak stabil,cepat naik sehingga proses perpindahan panas dari refrigran ke air menurun. Maka untuk pembersihan kerak pada *tube* kondensor perlu dilakukannya *descaling* pada kondensor *chiller* 401 yang pada umumnya di*descaling* sebanyak satu sampai dua kali dalam satu tahun, apabila pada kondensor atau evaporator lebih dari dua kali dalam satu tahun dilakukannya *descaling* maka pada kondisi ini sangat tidak baik karena semakin sering sistem di*descaling* ditakutkan *tube* dalam *shell* akan terkikis dan mengakibatkan kebocoran pada *tube* tersebut.

Tabel 2. Kualitas Air

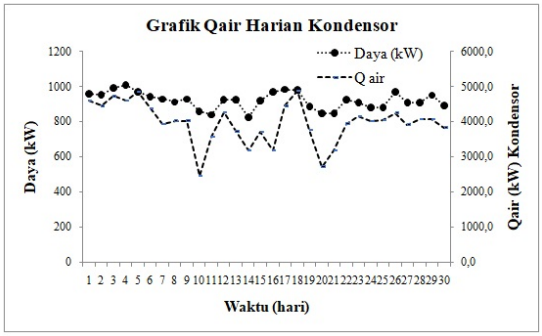
Parameter	*Maximum Condition*	*Cooling Water*	*Chill Water*	*Unit*
Total Dissolved (TDS)	700	1646	449	ppm
Conductivity	1000	3297	880	µ/cm
pH	6 - 9	8,7	8	pH

Kualitas air dari sistem *cooling water* (air pendingin) juga dapat mempengaruhi kinerja sistem *chiller*. Misalnya kesadahan dan alkali air yang tinggi dapat membentuk kerak (*scale*) garam pada permukaan *tube* kondensor sehingga mengakibatkan meningkatkannya tahanan panas atau *approach* temperatur dari pipa kondensor dan menghambat perpindahan panas dari refrigeran ke air pendingin. Sebagai akibatnya dapat menurunkan kapasitas pembuangan panas dari kondensor, begitu juga dengan *chiller* di *Central Park* Mall Jakarta Barat, seperti dilihat pada Gambar 15, *approach* temperatur tidak stabil ini mungkin disebabkan karena air yang digunakan untuk *cooling water* adalah air yang berasal dari pengolahan limbah STP maka dari itu diambil *sample cooling water* dan *chill water* untuk diuji menggunakan TDS meter dan pH meter dan didapatlah hasil seperti pada Tabel 2, dan dapat disimpulkan bahwa kualitas air pendingin pada kondensor sangat buruk dimana kualitas airnya masih jauh dari standar yang ditetapkan sehingga menyebakan *approach* temperatur tidak stabil dan untuk kualitas *chill water* di evaporator sudah sangat baik ini dibuktikan juga dengan *approach* temperatur yang rendah.

Adapun perhitungan Qair yang digunakan yaitu pada tanggal 30September 2019, contohnya adalah sebagai berikut :

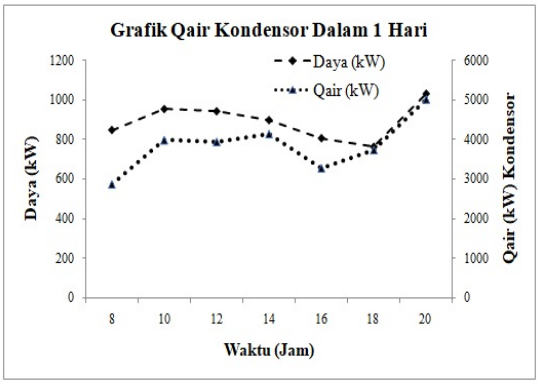
Diketahui:
ρ = 1000 kg/m^3 v = 0,363 m^3/s
cp = 4,18kJ/kg.K ΔTch = 1,9 °C
Ditanya : Qair ?
Perhitungan :
Qair = ρ x v x cp x ΔTch
Qair = 1000 x 0,363 x 4,18 x 1,9 °C
Qair = 2882 kW

Hasil yang didapat selama satu bulan di*input* kedalam grafik seperti Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Qair Kondensor

Dan untuk panas yang diserap oleh air dikondensor tidak stabil pada titik tanggal 17 yang naik dan turun pada tanggal 18 atau fluktuatif secara signifikan ini dikarenakan beberapa faktor yaitu beban yang dikondisikan, temperatur udara luar dan *tube* di kondensor kotor yang dapat dilihat pada Gambar 16. Adapun contoh perbandingan Qair chiller dengan daya selama 1 hari pada tanggal 30 September 2019 dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Qair Kondensor Dalam Satu Hari

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwah panas yang dibuang kondensor pada *chiller*401 relatif stabil, namun terdapat beberapa titik terjadi kenaikan dan penurunan yang signifikan. Kenaikan pada pukul 10.00 ini dikarenakan sistem *chiller*berada pada temperatur yang naik dan beban didalam ruangan lebih berat sehingga ini dapat mempengaruhi performansi sistem dimana temperatur air yang balik ke evaporator akan naik dan begitu juga dengan temperatur refrigran yang masuk kondensor akan ikut naik maka dari itu pada jam tersebut air lebih banyak mengambil panas dari refrigran begitu juga dengan hal yang terjadi pada pukul 18.00. . Dan dari Gambar 17 dapat dilihat bahwa pembuangan panas di *chiller* 401 lebih besar.

Efek Pemanasan Global Akibat Emisi CO_2

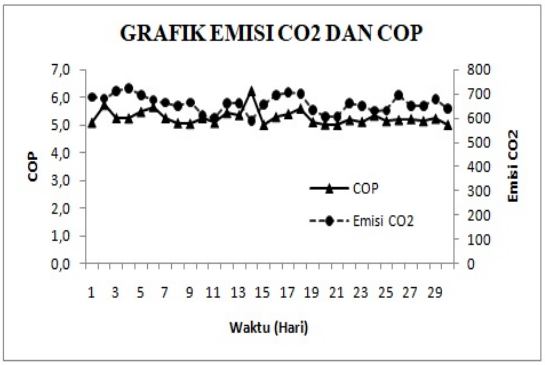
Pada suatu mall energi listrik pasti sangat banyak digunakan dan untuk emisi CO_2 di *Central Park Mall* Jakarta Barat sendiri khususnya pada energi lisrik yang digunakan berpengaruh pada performansi *chiller* tersebut terhadap emisi CO_2 yang dihasilkan, selain itu emisi CO_2 juga dapat berpengaruh pada pemanasan global dimana semakin banyak CO_2 yang dihasilkan akan dapat berdampak buruk terhadap lingkungan. Maka dari itu harus diukur, dikontrol, dan dihitung, adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

Bey = Eg*facility.y* x GWP (2.5)

Dimana:
Bey = Baseline Emisi CO_2
Eg*facility.y* = Besar Energi Listrik
GWP = *global warming potensial* yang dihasilkan oleh listrik di Indonesia (0,715 kg.CO_2)

Sebagai contoh perhitungan emisi CO_2 yang digunakan yaitu pada bulan September 2019 pada tanggal 30 September 2019 contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :
Diketahui :
Penggunaan energy = 894,1 kWh
GWP = *global warming potensial* yang dihasilkan oleh listrik di Indonesia (0,715 kg.CO_2)
Ditanya : Emisi CO_2 ?
Penyelesaian :
Emisi CO_2 = 894,1 kWh x 0,715 kg.CO
= 639,3 kg.CO_2

Setelah melakukan perhitungan diatas, hasil yang didapat selama satu bulan dan di*input* kedalam grafik seperti Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Emisi CO_2 dan COP

Dari Gambar 18 dapat dilihat bahwa emisi CO_2 yang dihasilkan oleh energi listrik yang digunakan *chiller*di *Central Park* Mall Jakarta Barat relatif stabil adapun fluktuasi yang terjadi pada tanggal 3,4,14 dan tanggal 26 yang disebabkan karena penggunaan energi listrik oleh *chiller,* adapun rata-rata emisi CO_2 selama satu bulan adalah sebesar 659,6 kg. CO_2 dan rata-rata COP adalah sebesar 5,3. Dan COP juga dapat mempengaruhi emisi CO_2 dimana dapat dilihat pada Gambar 18 dimana saat COP tinggi emisi CO_2 dari sistem *chiller* cendrung menurun dan saat COP rendah emisi CO_2 dari sistem *chiller* relatif tinggi ini membuktikan bahwa *chiller* dengan COP tinggi bukan hanya dapat mengefesiensi energi namun juga dapat mengurangi emisi CO_2 dan menurunkan kemungkinan terjadinya efek rumah kaca atau pemanasan global yang disebabkan oleh emisi CO_2.

Hasil Analisa

Pada grafik Bab pembahasan dibuat berdasarkan gambar tabel perhitungan data dari *base maintenance,* dimana pada perhitungannya terdapat perhitungan mulai dari GPM, temperatur, dan daya pada *chiller* 401, agar hasil pembahasan tidak meluas maka dapat disimpulkan hasil dari rumusan masalah yang sudah dibahas, diantaranya yaitu:

1. Performansi dari tipe *water cooled chiller centrifugal* di *Central Park Mall* Jakarta Barat dengan kapasitas 2000 TR yang dihitung berdasarkan *Coeffecient Of Performance*(COP), di dapat hasilnya bahwa COP evaporator *chiller* 401 adalah 5,3 dalam satu bulan, dimana pada COP evaporator spesifikasi pabrik sebesar 6,08yang artinya COP hanya turun sebesar 0,78, COPini menunjukkan daya kapasitas pendinginan yang lebih rendahdari spesifikasi pabriknya.
2. Pengaruh performansi *chiller* terhadap efek pemanasan global Emisi CO_2 yang ditimbulkan rata-ratanya adalah 659,6 kg dengan rata-rata COP adalah 5,3. dimana dapat dilihat pada Gambar 18 saat COP tinggi emisi CO_2 dari sistem *chiller* cenderung menurun dan saat COP rendah emisi CO_2 dari sistem *chiller* relatif tinggi, walaupun di tanggal atau hari tertentu terjadi fluktuatif yang disebabkan karena konsumsi energi yang tidak stabil, yang bisa disebabkan oleh performansi *chiller* yang tidak terkondisikan dengan baik, seperti kurangnya pengecekan maintenance pada *chiller* sehingga kinerja *chiller* tidak maksimal dan mengkonsumsi daya semakin tinggi.

Gambar 19 yang merupakan hasil perhitungan analisa *chiller* 401 yang sudah diselesaikan berdasarkan data *base maintenance.*

PENUTUP

Kesimpulan

Pengujian sistem *chiller* telah dilaksanakan untuk menilai performansi danefek pemanasan global dari sistem *chiller* Gedung *Central Park* Mall Jakarta Barat.Proses Pengujian ini dilakukan secara langsung mengobservasi sistem *chiller* padasaat beroperasi, mengukur dan mencatat parameter kinerja dan dilengkapijugadengan parameter yang dicatat oleh staf teknisi di *Central Park* Mall Jakarta Barat, selanjutnya memproses data, menganalisis sistem *chiller* danmengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada chiller tersebut.Hasilnya bahwa *chiller* 401 bekerja dengan COP yang bagus dimana tidakterjadi perubahan yang cukup signifikan, dimana rata-rata COP yang didapatuntuk *chiller* 401 adalah 5,3 dalam satu bulan, pada COP spesifikasi pabrik sebesar 6,08yang artinya COP hanya turun sebesar 0,78, COPini menunjukkan daya kapasitas pendinginan yang lebih rendahdari spesifikasi pabriknya.

Selain performansi, efek pemanasan global yang disebabkan oleh emisi CO_2yang dihasilkan oleh penggunaan energi listrik chiller di *Central Park* MallJakarta Barat relatif stabil hanya saja akan terjadi fluktuasi saat ada *event-event* di Mall *Central Park,* selain itu diketahui juga bahwa COP jugamempengaruhi emisi CO_2 dimana dapat disimpulkan bahwa saat COP tinggi emisiCO_2 dari sistem *chiller* cenderung menurun dan saat COP rendah emisi CO_2 darisistem *chiller*

relatif tinggi ini membuktikan bahwa *chiller* dengan COP tinggi bukan hanya dapat mengefisiensi energi.

Gambar 19. Data Perhitungan Performansi *Chiller* 401 & Emisi CO_2 Tahun 2019

Data Chiller September 2019

Tgl	Flow air kond	Flow air evap	T in	T out	Delta Tch	T in	T out	Delta Tcw	Evaporator		Kondensor		Emisi
	(GPM)		Evaporator (C)			Kondensor (C)			Qe	COP	Qair	COP	CO2
1	6107,43	4210,29	12,2	7,8	4,4	30,6	33,5	2,9	4900,6	5,1	4599,8	4,8	687,1
2	6208,00	4656,00	11,4	7,0	4,5	30,5	33,2	2,7	5456,2	5,7	4446,7	4,7	681,3
3	6189,71	4546,29	11,3	6,9	4,4	30,4	33,3	2,9	5219,9	5,3	4727,0	4,8	709,6
4	6281,14	4710,86	11,8	7,6	4,3	30,6	33,4	2,8	5309,6	5,3	4598,3	4,5	722,9
5	6070,86	4518,86	11,1	6,6	4,5	30,2	33,2	3,0	5319,3	5,5	4844,1	5,0	694,2
6	6080,00	4560,00	11,1	6,7	4,5	30,2	32,9	2,7	5343,7	5,7	4387,0	4,6	676,0
7	5760,00	4320,00	11,1	6,8	4,3	29,7	32,3	2,6	4891,8	5,3	3943,8	4,2	665,0
8	5732,57	4299,43	10,8	6,7	4,1	29,7	32,3	2,7	4642,1	5,1	4030,7	4,4	653,2
9	5732,57	4299,43	10,8	6,6	4,2	29,7	32,3	2,7	4710,0	5,1	4030,7	4,3	665,3
10	5458,29	4086,86	10,8	6,6	4,2	28,5	30,3	1,7	4520,2	5,3	2472,3	2,9	614,1
11	5430,86	4073,14	10,6	6,6	4,0	28,7	31,2	2,5	4279,8	5,1	3575,4	4,3	601,2
12	5860,57	4395,43	11,2	6,8	4,4	29,9	32,6	2,8	5046,7	5,4	4275,0	4,6	662,7
13	5110,86	3833,14	11,8	6,8	4,9	29,9	32,6	2,8	4976,4	5,4	3728,1	4,0	662,7
14	5248,00	3936,00	11,7	6,7	5,0	28,9	31,2	2,3	5141,1	6,2	3192,4	3,9	590,8
15	5650,29	4237,71	10,8	6,7	4,1	30,0	32,5	2,5	4620,1	5,0	3719,9	4,0	658,1
16	6171,43	4628,57	11,3	7,0	4,2	30,0	33,7	3,7	5155,9	5,3	6013,2	6,2	695,7
17	6162,29	4621,71	10,4	6,0	4,4	30,8	33,5	2,7	5322,0	5,4	4446,4	4,5	704,0
18	6272,00	4704,00	11,6	7,2	4,4	30,9	33,8	3,0	5500,1	5,6	4872,4	5,0	702,1
19	5760,00	4320,00	10,7	6,7	4,0	30,4	32,9	2,5	4539,1	5,1	3776,9	4,3	634,1
20	4128,00	4128,00	10,6	6,7	3,9	29,3	31,8	2,5	4272,2	5,0	2728,5	3,2	606,7
21	5129,14	3846,86	10,9	6,7	4,2	28,8	31,2	2,4	4254,7	5,0	3187,7	3,8	606,4
22	5833,14	4374,86	10,9	6,7	4,2	30,1	32,6	2,6	4815,7	5,2	3947,8	4,3	663,1
23	5805,71	4354,29	10,7	6,7	4,1	30,4	33,1	2,7	4666,9	5,1	4158,5	4,6	650,7
24	5677,71	4258,29	11,1	6,9	4,2	29,3	32,0	2,7	4721,0	5,3	4022,0	4,6	631,9
25	5632,00	4224,00	10,8	6,7	4,1	30,1	32,8	2,7	4560,6	5,2	4048,9	4,6	632,4
26	5979,43	4484,57	11,0	6,7	4,3	30,9	33,6	2,7	5042,7	5,2	4251,5	4,4	694,7
27	5677,71	4258,29	10,9	6,7	4,2	30,0	32,6	2,6	4743,4	5,2	3917,3	4,3	649,5
28	5641,14	4230,86	10,9	6,7	4,2	30,0	32,7	2,7	4701,7	5,2	4070,4	4,5	652,0
29	5824,00	4368,00	11,0	6,7	4,3	30,7	33,3	2,7	4992,2	5,2	4079,6	4,3	680,9
30	5604,57	4060,57	10,9	6,7	4,2	28,6	31,2	2,6	4491,1	5,0	3837,4	4,3	639,3
31													
Rata Rata	5740,6	4318,2	11,0	6,8	4,3	29,9	32,6	2,7	4871,9	5,3	4064,3	4,4	659,6

Saran

Berdasarkan hasil pengujian, perhitungan dan observasi penulis dapat menyarankan beberapa hal yaitu dalam rangka meningkatkan performansi dari sistem *chiller* di *Central Park Mall* Jakarta Barat penulis menyarankan untuk dilakukan perawatan yang rutin seperti membersihkan lumut pada *cooling tower*, mengganti air *cooling water* dikondensor menggunakan kualitas air yang lebih baik dan sesuai dengan standar yang ditetapkan karena dengan mengganti air dengan kualitas air yang sesuai standar dapat memperlambat tumbuhnya kerak pada *tube* di kondensor sehingga proses perpindahan panas dari refrigran ke air dapat berlangsung secara maksimal sehingga performansi dari sistem pun dapat meningkat dan hal ini pun adalah salah satu langkah untuk dapat mengefisiensi energi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ardita I. N. *Job sheet industri dan komersial.* Program Studi D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, Vol. 16, no. 2, Juli 2016

[2] ASHRAE. *Cooling and Heating Load Calculation Manual.* Pittsburgh, Pennsylvania. Volume George Reeves, no. F28, Agustus 2001

[3] CIBSE Guide A, *Eviromental Design.*London: CIBSE. Vol.7 ,no. 10, Januari 2006

[4] SNI 03-6572-2001, *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung*, Jakarta, Indonesia.no 4, Maret 2001

[5] I Wayan Asmara, Pengembangan Sistem AC *Water Cooled Chiller* dengan Sistem *Heat Recovery.*Vol. 2, no. 2, Februari 2016.

[6] IPCC-Special Report. Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System. UN-Intergovernmental Panel on Climate Change. Online. Internet. Available, Vol. 11, no. 4, November 2005 at: http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SROC-final/SpecialReportSROC.html (Accessed 12/08/2007).

[7] I Nyoman Suamir dan I Made Sumantra. Sistem Refrigrasi dan Pengkondisian Udara.Vol. 2,no. 1, Juni 2016

[8] Pe*doman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia*, Vol. 2, no. 8, Juni 2015, *www.eneryefficiencyasia.org*

[9] Sain Jurnal. Penyebab dan Dampak Pemanasan Global,Vol. 4,no. ,19, Maret 2005http://www.sainsjurnal.com/sains/pemanasan-global.

[10] Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Udayana Vol. 4 No.1. April 2010 (43-50) (7)

[11] Jurnal Optimasi Sistem Industri Vol 11. No. 2: Desember 2018. ISSN1693-2102. *http//:jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi*

P-2

EVALUASI PENILAIAN JALAN MENGGUNAKAN IRI ROADROID DI RUAS JALAN KABUPATEN BANYUMAS

EVALUATION OF ROAD ASSESMENT USING IRI ROADROID IN ROAD SEGMENT OF BANYUMAS REGENCY

Rendy Dwi Pangesti[1*], Roselina Rahmawati[2]
[1, 2]*Jurusan Teknik Sipil. Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah.*

[*] *E-mail: rendy.dwi@polines.ac.id*

Diterima 23-06-2020	Diperbaiki 27-06-2020	Disetujui 07-12-2020

ABSTRAK

Penyelenggaraan evaluasi dan pemeliharaan jalan merupakan kegiatan yang sangat penting guna menjaga kemantapan jalan tetap terjaga sesuai umur rencana yang sudah ditetapkan sebelumnya. Terkait dengan peningkatan pelayanan jalan, diperlukan perencanaan di dasarkan pada data yang baik. Sehingga alokasi biaya yang diperuntukkan dalam penyelenggaraan jalan dapat tepat sasaran. Salah satu program dari pemerintah Kabupaten Banyumas yaitu meningkatkan kualitas penyelenggaraan jaringan jalan. Untuk mendukung rencana pengembangan jalan dalam rangka pengembangan wilayah sesuai dengan RTRW Kabupaten Banyumas, maka diperlukan Studi Pengembangan Jalan Daerah dalam mendukung terwujudnya pengembangan wilayah dan konektivitas jaringan jalan daerah. Evaluasi penilaian jalan sangat diperlukan untuk mendapatkan prioritas penanganan pemeliharaan jalan yang diperlukan. Alat IRI Roadroid merupakan salah satu alat penilaian jalan, dimana alat tersebut tergolong alat yang sederhana dan relatif murah dalam penilaian jalan. Hasil survei dan analisis menggunakan alat IRI Roadroid terdapat beberapa ruas jalan obyek penelitian yang memiliki kondisi kerusakan jalan rusak ringan sampai berat, sehingga diperlukan penanganan pemeliharaan jalan yang serius. Selain itu hasil dari analisis, kerusakan jalan dapat dilihat dalam bentuk peta Roadroid, sehingga memudahkan untuk mengetahui jenis dan lokasi kerusakan jalan yang terjadi di ruas jalan obyek penelitian tersebut. Rata-rata dari ruas jalan memperoleh nilai e-IRI 3,96. Berdasarkan Permen PU No. 13/PRT/M/2011, nilai tersebut memiliki kondisi ruas jalan eksisting yang dikategorikan baik.

Kata Kunci: Kondisi Jalan, IRI Roadroid, Evaluasi Jalan

ABSTRACT

Implementation of road evaluation and maintenance is a very important activity in order to maintain road stability in good condition appropriate with age of the road plan which has been predetermined. Related to the improvement of road services, planning is needed based on good data. So that the allocation of costs intended for the road operation can be right on target. One of the programs of the Banyumas Regency Government is to improve the quality of the implementation of the road network. For support the road development in order to regional development suitable RTRW of Banyumas Regency, then, study of regional road development is needed to support the realization of regional development and regional road network connectivity. Evaluation of road assesment is very important to get priority handling of road maintenance required. The IRI Roadroid tool is a road assessment tool, which is classified as a simple and relatively inexpensive tool in road assessment. The result of survey and analysis using IRI Roadroid tool, there are research object road segment which have damage condition in mild and severe condition, so serious maintenance road is needed. Beside the analysis result, road damage can be seen in the Roadroid maps, so it can make it easier to find out the type and location of damage that occurred on the research object road segment. The road segment average has an e-IRI score of 3.9. Based on Permen PU No. 13/ PRT/M/2011, this score has the condition of existing roads which are categorized as good.

Keywords: Road Condition, IRI Roadroid, Road Evaluation

PENDAHULUAN

Jaringan jalan memiliki peran penting dalam perkembangan semua aspek dalam suatu wilayah. Jalan tersebut harus terintegrasi antara satu dengan yang lainnya, maka dari itu jaringan jalan dituntut untuk memenuhi standar pelayanan minimal yang dipersyaratkan yaitu Syarat Pelayanan Minimum (SPM). Penyelenggaraan evaluasi dan pemeliharaan jalan merupakan kegiatan yang sangat penting guna menjaga kemantapan jalan tetap terjaga sesuai umur rencana yang sudah ditetapkan sebelumnya.

Syarat pelayanan minimum pada perkerasan jalan harus memberikan kenyamanan, keamanan, pelayanan bagi pengguna jalan, dan memiliki kapasitas struktural yang mampu menahan beban lalu lintas serta dampak dari kondisi lingkungan yang ada. Evaluasi perkerasan jalan harus dilakukan secara teratur untuk megetahui kinerja sebuah perkerasan pada titik tertentu dan pada masa yang akan datang. Evaluasi ini akan menentukan kemampuan sebuah perkerasan jalan dalam memenuhi tiga fungsi dasar perkerasan jalan (kenyamanan, keamanan, dan efisiensi pelayanan).

Terkait dengan peningkatan pelayanan jalan, perlu adanya suatu perencanaan yang didasarkan data yang baik. Sehingga alokasi biaya yang diperuntukkan dalam penyelenggaraan jalan dapat tepat sasaran. Data yang baik bisa diperoleh melalui pelaksanaan survei dengan menggunakan peralatan yang sederhana namun dapat memberikan informasi yang akurat. Hasil evaluasi dan penilaian yang menggunakan alat diantaranya penilaian menggunakan IRI (*International Roughness Index*). IRI merupakan nilai kerataan permukaan jalan yang dinyatakan dengan jumlah perubahan vertikal permukaan jalan untuk setiap satuan panjang jalan (m/km). Kerataan permukaan perkerasan merupakan indikator penting dari kenyamanan dan keamanan berkendara. Ada beberapa alat bantu untuk mencari nilai IRI jalan, antara lain: NAASRA Roughness-meter, Rolling-straight Edges, Merlin, *Roadroid* (Aplikasi Smartphone Android), dan lain-lain. IRI yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan IRI *Roadroid*, dimana kedepan alat *Roadroid* tersebut dijadikan acuan nasional untuk mendapatkan nilai IRI, dikarenakan biaya yang relatif murah dan efektif.

Kabupaten Banyumas merupakan wilayah yang selain berstatus sebagai ibukota kabupaten, Banyumas juga berstatus sebagai ibukota karesidenan. Wilayah Karesidenan Banyumas tersebut terdiri dari lima kabupaten, yaitu: Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Purwokerto. Sebagai sebuah kabupaten, Banyumas berbatasan langsung dengan wilayah-wilayah kabupaten lain.

Berdasarkan data dari Dinas SDA dan Bina Marga Kabupaten Banyumas[1] panjang jalan pada tahun 2015 yaitu 804,78 km, sedangkan pada tahun 2016 [2], meningkat menjadi 1.508 km. Maka dari itu peningkatan pemeliharaan jalan perlu ditingkatkan guna memperlancar transportasi khususnya angkutan darat. Evaluasi penilaian jalan sangat diperlukan mendapatkan prioritas penanganan pemeliharaan jalan yang diperlukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan penilaian kondisi jalan Kabupaten Banyumas menggunakan IRI *Roadroid* serta membuat peta kondisi jalan.

Perubahan bentuk pada perkerasan jalan merupakan salah satu contoh dari kerusakan fungsional. Menurut Sukirman[9], lapisan permukaan non struktural berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air yang dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga umur layan jalan dapat bertambah.

Struktur perkerasan jalan dapat mengalami penurunan kinerja akibat berbagai sebab diantaranya adalah repetisi beban lalu lintas, air yang berasal dari air hujan, sistem drainase yang kurang baik, perubahan temperatur dan intensitas hujan, kondisi geologi lingkungan, kondisi tanah dasar yang kurang stabil dan proses pelaksanaan yang kurang baik.

Kerusakan dini pada perkerasan jalan yang dapat mengurangi umur layan jalan disebabkan oleh akibat adanya pelanggaran batas muatan maksimum yang diperkenankan, pelaksanaan pekerjaan yang tidak sesuai dengan perencanaan, dan kurangnya pengetahuan tentang pembuatan jalan sehingga banyak faktor yang mempengaruhi perencanaan diabaikan[7].

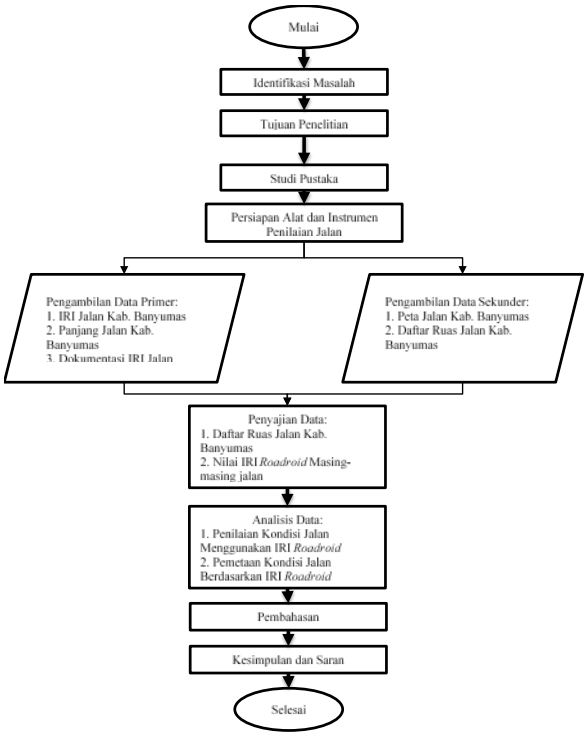
Prediksi nilai IRI yang diperoleh untuk mengetahui jenis perawatan jalan secara fungsional dilakukan bila nilai IRI melebihi

nilai 4 dengan overlay bahan HRS WC 30 mm. Pemeliharaan jalan secara struktural dilakukan berbagai skenario, konstruksi bertahap dan konstruksi langsung. Jenis material dan ketebalan trotoar pada skenario konstruksi bertahap untuk umur desain 15-20 tahun dan konstruksi langsung memberikan hasil yang lebih baik daripada skenario konstruksi bertahap untuk umur desain 5-20 tahun dan 10-20 tahun[5].

Roadroid dapat membantu memanajemen aset jaringan jalan dengan biaya yang murah untuk memantau dan melaporkan kondisi perkerasan jalan[8]. Akurasi penilaian IRI dan *Roadroid* dimungkinkan mencapai R^2>0,85, tetapi juga tergantung kecepatan dan jenis jalan[4].

METODOLOGI

Data dan informasi yang didapat dianalisis secara kuantitatif dan visual dengan metode dari literatur, jurnal dan penelitian terdahulu. Adapun bagan alir penelitian disajikan di Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Lokasi penelitian yang dijadikan obyek penelitian adalah sepuluh ruas Jalan Kabupaten Banyumas dengan pertimbangan ruas tersebut merupakan ruas penting di Kabupaten Banyumas, yaitu: (1) Lingkar Barat Ajibarang 1,60 km; (2) Banyumas-Mandirancan 8,55 km; (3) Cilongok-Jatisaba 6,80 km; (4) Langgongsari-Panembangan 6,25 km; (5) Karangtengah-Gununglurah 5,43 km; (6) Pernasidi-Panembangan 1,90 km; (7) Jatisaba-Dukuh Duren Kasegeran 1,80 km; (8) Jingkang-Batuanten 3,50 km; (9) Karanglewas-Pangebatan 3,20 km; (10) Patikraja-Kebasen 6,65 km, sehingga panjang total 38,13 km.

Survei IRI *Roadroid* dilakukan dengan bantuan *smartphone* yang sudah dipasang aplikasi *Roadroid*. Langkah-langkah survei menggunakan aplikasi *Roadroid* adalah sebagai berikut:

a. Mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan diantaranya: mobil survei, *smartphone* android yang sudah dipasang aplikasi *Roadroid*, *holder*, dan lain-lain.
b. Memasang *holder* pada kaca mobil sebelah dalam untuk mengaitkan *smartphone*, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2. kemudian mengaitkan *smartphone* tersebut di *holder*. *Smartphone* bisa dalam posisi horizontal maupun vertikal. Setelah itu pastiakan lagi bahwa GPS dan internet pada *smartphone* sudah aktif.



Gambar 2. Pemasangan Holder[4]

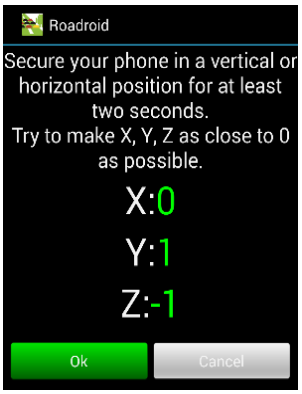
c. Masuk ke dalam menu *Roadroid* dengan memilih *icon* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Icon *Roadroid*[4]

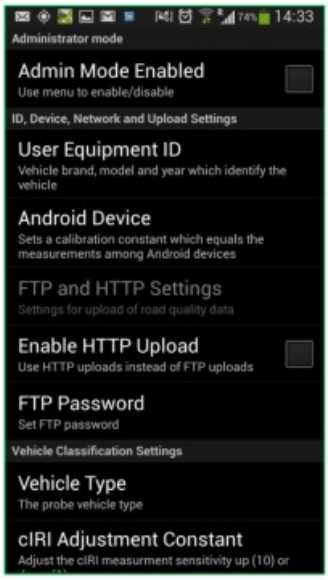
d. Melakukan *setting* posisi smartphone dengan masuk ke dalam menu *setting*, kemudian pilih menu *fitting adjustment*. Setelah itu kemudian atur posisi

smartphone sampai nilai x, y, dan z dalam keadaan berwarna hijau seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.



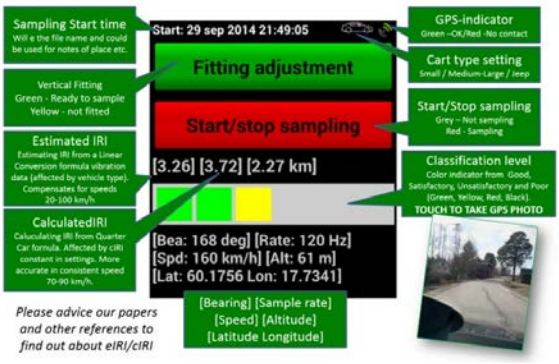
Gambar 4. Setting Posisi Smartphone[4]

e. Memastikan bahwa beberapa pengaturan penting pada menu *setting Roadroid* sudah dilakukan dengan benar/sesuai kebutuhan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5, antara lain:
   1) *User Email (Equipment ID)* sudah terisi email yang benar. Email ini biasanya digunakan untuk aktifasi aplikasi.
   2) *Vehicle Type* dipilih sesuai jenis kendaraan yang akan dipakai survei.
   3) *Auto Photo Capture Segment Length* diisi sesuai kebutuhan jarak foto yang akan diambil (misalnya: setiap 100 m, 200m, atau 500m).
   4) *Low Speed Lat/Lng Threshold* yaitu batas kecepatan minimal kendaraan saat survei. Batas minimal kendaraan diisi 40 km/jam.
   5) Untuk pengaturan lain selain keterangan di atas biasanya sudah menjadi standar dari aplikasi *Roadroid* yang tidak perlu diubah-ubah lagi.



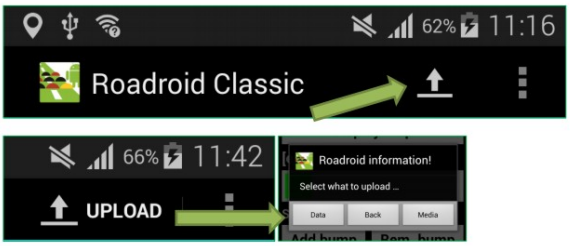
Gambar 5. Setting pada *Roadroid*[4]

f. Survei dilakukan pada permulaan ruas jalan dengan menekan menu *Start/stop sampling* kemudian memberikan keterangan nama ruas jalan yang akan disurvei lalu tekan OK. Memastikan bahwa saat kendaraan survei berjalan selalu menjaga batas minimal kecepatan untuk menjaga nilai hasil survei selalu stabil sesuai kondisi jalan. Setelah sampai pada titik akhir ruas jalan kemudian tekan menu *Start/stop sampling*. Proses ini ditunjukkan seperti Gambar 6.



Gambar 6. Mulai Survei[4]

g. Mengupload hasil survei selama 2 kali dalam bentuk data dan media. Data merupakan keterangan IRI hasil survei, sedangkan media berisi foto-foto hasil survei. Pada saat proses ini pastikan bahwa sinyal internet dalam kondisi baik. Proses ini ditunjukkan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Proses Upload Hasil Survei[4]

h. Untuk mengulangi survei pada ruas jalan yang lain dapat dilakukan dengan mengulangi proses f dan g.

Pengukuran IRI didasarkan perbandingan akumulasi pergerakan suspensi kendaraan standar (dalam mm, inchi, dll) dengan jarak yang ditempuh oleh kendaraan selama penilaian berlangsung (dalam m,km,dll. Skala kerataan dari IRI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Kondisi Ruas Jalan dan Kebutuhan Penanganan[6]

Kondisi Jalan	IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan
Baik	IRI rata-rata ≤ 4,0	Pemeliharaan Rutin
Sedang	4,1 ≤ IRI rata-rata ≤ 8,0	Pemeliharaan Berkala
Rusak Ringan	8,1 ≤ IRI rata-rata ≤ 12	Peningkatan Jalan
Rusak Berat	IRI rata-rata ≥ 12	Peningkatan Jalan

Data yang dikumpulkan adalah data hasil dari unduhan web IRI *Roadroid* dengan alamat www.*roadroid*.com, data tersebut dengan format .txt selanjutnya diolah dengan bantuan *software Microsoft Excel 2013* dengan langkah sebagai berikut:

a. *Soft file* dengan format .txt hasil dari unduhan tersebut dibuka dengan program *Microsoft Excel 2013*, lalu nilai eIRI diakumulasikan ke dalam *range* sesuai dengan Tabel 1, sehingga didapat penilaian Baik, Sedang, Rusak Ringan, dan Rusak Berat.
b. Data yang diolah dengan bantuan *Microsoft Excel 2013* tersebut di simpan kembali dalam bentuk txt.

Soft file hasil olahan tersebut dimasukkan kedalam pemetaan GIS dengan bantuan program QGIS 2.8.1, sehingga didapat gambaran nilai IRI *Roadroid* ruas jalan yang sudah disurvei.

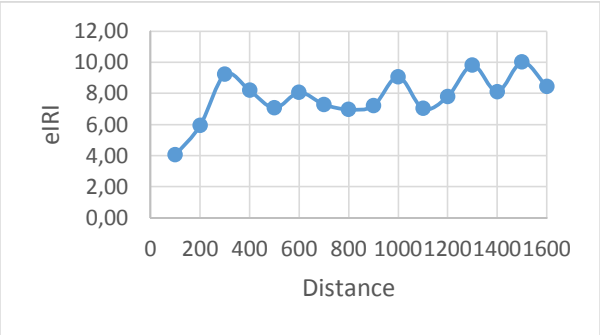
HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu kelebihan dari *Roadroid* adalah kemudahan survei pada setiap kondisi baik siang maupun malam, hujan ataupun terang. Survei *Roadroid* memberikan hasil nilai IRI pada setiap ruas jalan yang terkoneksi dengan maps. Dengan adanya koneksi tersebut memudahkan terlacaknya posisi suatu jalan yang mengalami kerusakan. Penggunaan alat ini menggunakan mobil yang sebagai alat kendaraan pada saat survei berlangsung. Contoh dari penilaian IRI *Roadroid* di Ruas (1) Lingkar Barat Ajibarang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian IRI *Roadroid* di Ruas (1) Lingkar Barat Ajibarang

Distance (m)	Speed (km/h)	eIRI (m/km)	Kondisi	cIRI (m/km)
100	24.34	4.04	Sedang	2.56
200	23.38	5.94	Sedang	2.13
300	28.71	9.22	Rusak ringan	7.03
400	27.84	8.19	Rusak ringan	5.27
500	36.45	7.06	Sedang	7.58
600	36.61	8.06	Rusak ringan	9.78
700	38.36	7.29	Sedang	8.00
800	39.18	6.97	Sedang	8.25
900	41.66	7.20	Sedang	9.76
1000	35.96	9.07	Rusak ringan	8.59
1100	31.91	7.02	Sedang	8.10
1200	24.21	7.80	Sedang	4.25
1300	24.55	9.81	Rusak ringan	6.05
1400	28.64	8.10	Rusak ringan	6.32
1500	24.63	10.01	Rusak ringan	5.98
1600	26.41	8.43	Rusak ringan	6.45

Apabila dilihat dari nilai eIRI rata-rata yang diperoleh pada ruas Jalan (1) Lingkar Barat Ajibarang memiliki nilai 7,76 maka dapat disimpulkan ruas Jalan (1) Lingkar Barat Ajibarang memiliki kondisi jalan Sedang, berdasarkan peraturan yang terkait. eIRI merupakan *extensive* IRI dimana penggunaan eIRI sangat sensitif terhadap kekasaran jalan. eIRI tersebut memiliki *range* kecepatan dalam pengumpulan data antara 20-100 km/Jam, sedangkan cIRI memerlukan kecepatan antara 60-90 km/jam dengan kecepatan stabil. Sehingga dalam penelitian ini menggunakan eIRI yang terdapat dalam IRI *Roadroid.* Pengukuran nilai IRI *Roadroid* pada ruas jalan sesuai Tabel 2 dapat digambarkan tingkat ketidakrataan jalan atau road roughness. Ketidakrataan Jalan (1) Lingkar Barat Ajibarang disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Nilai IRI *Roadroid* Ruas (1) Lingkar Barat Ajibarang

Gambar diatas merupakan hasil penilaian eIRI yang ditampilkan secara grafik pada ruas (1) Lingkar Barat Ajibarang. Ruas jalan sepanjang 1.60 km tersebut telah dilakukan penilaian IRI menggunakan *Roadroid* pada setiap 100 m panjang jalan, tampak pada gambar tersebut terjadi perbedaan nilai eIRI setiap 100 m panjang jalan.

Selanjutnya untuk ruas jalan tinjauan yang lain, disajikan dalam Tabel 3. Tabel tersebut merupakan hasil penilaian jalan berdasar IRI *Roadroid*, dimana nilai eIRI tersebut merupakan nilai rata-rata dari setiap ruas.

Tabel 3. Hasil Nilai IRI *Roadroid* tiap Ruas Jalan Tinjauan

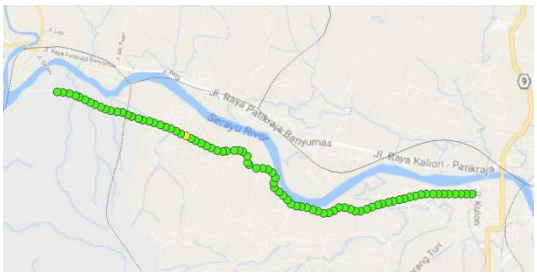
No Ruas	Nama Ruas	eIRI	Kondisi
1	Lingkar Barat Ajibarang	7.76	Sedang
2	Banyumas-Mandirancan	2.02	Baik
3	Cilongok-Jatisaba	5.71	Sedang
4	Langgongsari-Panembangan	1.79	Baik
5	Karangtengah-Gununglurah	4.49	Sedang
6	Pernasidi-Panembangan	2.99	Baik
7	Jatisaba-Dukuh Duren Kasegeran	6.17	Sedang
8	Jingkang-Batuanten	2.93	Baik
9	Karanglewas-Pangebatan	2.78	Baik
10	Patikraja-Kebasen	3.00	Baik

Hasil dari survei IRI *Roadroid* diolah kedalam bentuk map, yaitu dengan menggunakan aplikasi QGIS 2.8.1. Nilai IRI *Roadroid* di tinjauan secara berurutan ditunjukkan pada Gambar 9 sampai 18. Gambar peta tersebut terdapat empat warna yang menggambarkan kondisi jalan pada masing-masing ruas jalan. Ruas jalan warna hijau menggambarkan bahwa ruas jalan memiliki kondisi yang baik, warna kuning menggambarkan bahwa ruas jalan memiliki kondisi yang sedang, warna merah ruas jalan memiliki kondisi yang rusak ringan dan apabila terdapat warna hitam menandakan rusak berat.



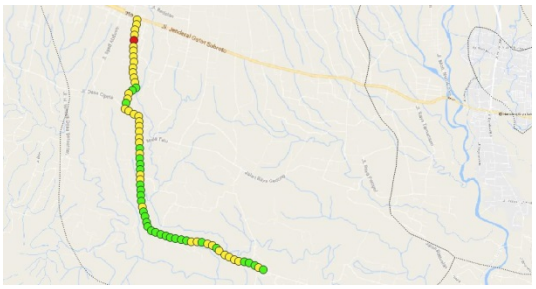
Gambar 9. Ruas Jalan Tinjauan (1) Lingkar Barat Ajibarang

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (1) Lingkar Barat Ajibarang memiliki kondisi yang sedang (Nilai eIRI = 7.76). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna merah dan kuning, yang berarti jalan tersebut dalam kondisi sedang sampai rusak ringan.



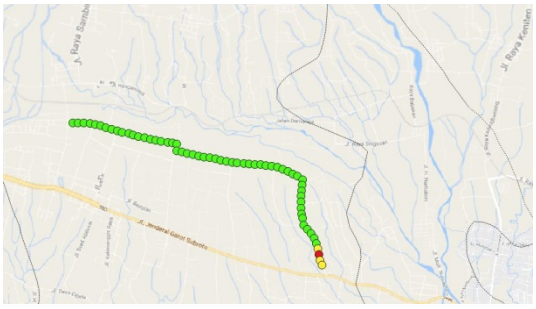
Gambar 10. Ruas Jalan Tinjauan (2) Banyumas-Mandirancan

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (2) Banyumas-Mandirancan memiliki kondisi yang baik (Nilai eIRI = 2.02). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna hijau.



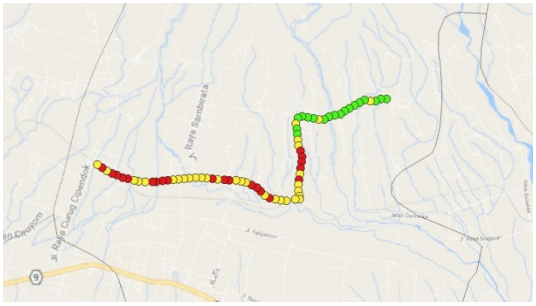
Gambar 11. Ruas Jalan Tinjauan (3) Cilongok–Jatisaba

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (3) Cilongok Tianjauan–Jatisaba memiliki kondisi yang sedang (Nilai eIRI = 5.71). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna kuning dan terdapat satu titik ruas berwarna merah.



Gambar 12. Ruas Jalan Tinjauan (4) Langgongsari–Panembangan

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (4) Langgongsari–Panembangan memiliki kondisi yang baik (Nilai eIRI = 1.79). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna hijau.



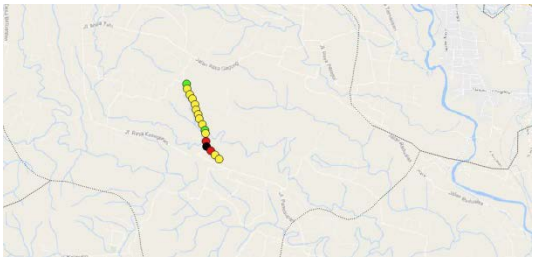
Gambar 13. Ruas Jalan Tinjauan (5) Karangtengah–Gununglurah

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (5) Karangtengah–Gununglurah memiliki kondisi yang sedang (Nilai eIRI = 4.49). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna merah dan kuning.



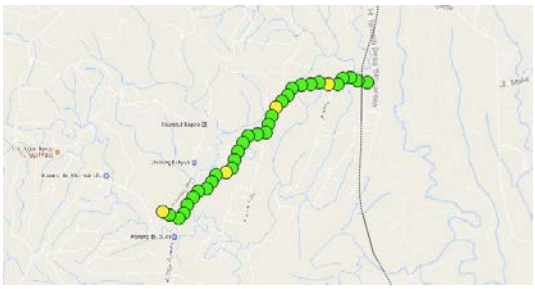
Gambar 14. Ruas Jalan Tinjauan (6) Pernasidi–Panembangan

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (6) Pernasidi–Panembangan memiliki kondisi yang baik (Nilai eIRI = 2.99). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna hijau.



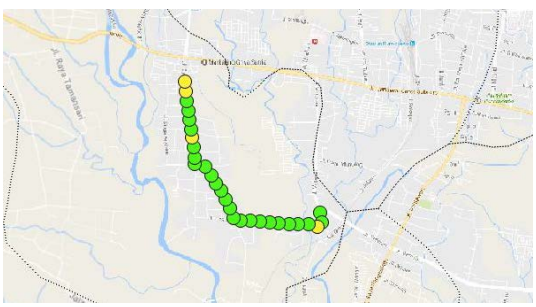
Gambar 15. Ruas Jalan Tinjauan (7) Jatisaba-Dukuh Duren Kasegeran

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (7) Jatisaba-Dukuh Duren Kasegeran memiliki kondisi yang sedang (Nilai eIRI = 6.17). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna kuning, terdapat dua titik ruas jalan yang berwarna merah dan satu titik ruas berwarna hitam yaitu ruas tersebut memiliki kondisi jalan yang rusak berat.



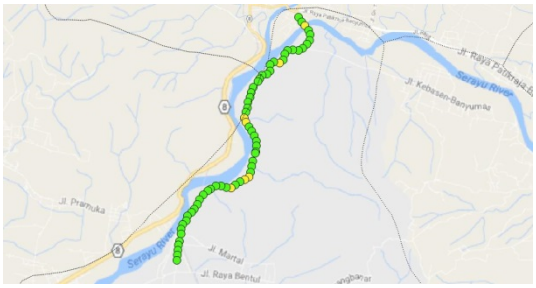
Gambar 16. Ruas Jalan Tinjauan (8) Jingkang–Batuanten

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (8) Jingkang–Batuanten memiliki kondisi yang baik (Nilai eIRI = 2.93). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna hijau.



Gambar 17. Ruas Jalan Tinjauan (9) Karanglewas-Pangebatan

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (9) Karanglewas–Pangebatan memiliki kondisi yang baik (Nilai eIRI = 2.78). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna hijau.



Gambar 18. Ruas Jalan Tinjauan (10) Patikraja–Kebasen

Pada Gambar peta *Roadroid* diatas dapat dilihat bahwa ruas jalan Ruas Jalan Tinjauan (10) Patikraja–Kebasen memiliki kondisi yang baik (Nilai eIRI = 3.00). Tampak pada ruas jalan tersebut didominasi dengan warna hijau.

Keseluruhan gambar yang didapat dari hasil evaluasi penilaian jalan menggunakan IRI *Roadroid* tersebut dapat dijadikan acuan masyarakat untuk melihat kondisi jalan yang berada ruas–ruas jalan di Kabupaten Banyumas.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian terhadap jalan tinjauan di Kabupaten Banyumas menggunakan IRI *Roadroid*, maka didapatkan data dan telah diolah serta dianalisis. Hasil dari penilaian jalan menggunakan IRI *Roadroid*, rata-rata dari ruas jalan memperoleh nilai eIRI 3,96. Sehingga dengan nilai tersebut, berdasarkan Permen PU No. 13/PRT/M/2011 maka dikategorikan kondisi jalan baik, akan tetapi nilai tersebut mendekati penilaian sedang. yaitu diatas IRI 4. Kondisi tersebut pemerintah, khususnya PU Banyumas perlu penanganan pemeliharaan jalan supaya dalam penggunaan jalan nyaman digunakan. Serta visual yang digambarkan dalam peta IRI *Roadroid* dapat menggambarkan kondisi jalan, sehingga masyarakat dapat melihat dan memantau kondisi jalan yang ada di Kabupaten Banyumas.

SARAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, terdapat beberapa saran dalam penelitian ini, yaitu: perlu analisis lanjut tentang pengambilan keputusan ruas jalan yang memerlukan pemeliharaan, sehingga dapat diketahui dari penilian kondisi jalan ruas jalan mana saja yang perlu diperhatikan, penilaian kondisi jalan tidak hanya kondisi di permukaan jalan saja, akan tetapi bangunan pelengkap jalan juga sarana jalan dapat dinilai sekaligus, dan perlu pemrograman database jalan, sehingga mempermudah dalam pengelolaan kondisi jalan, khususnya jalan daerah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada DPU Kabupaten Banyumas atas data sekunder, serta Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Beberapa pendapat, temuan, dan kesimpulan atau rekomendasi dalam materi ini adalah dari penulis dan tidak selalu mencerminkan dari pandangan universitas atau perguruan tinggi khususnya Politeknik Negeri Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BPS Banyumas. *Statistik Daerah Kabupaten Banyumas*. Banyumas: Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyumas (2015).

[2] BPS Banyumas. *Statistik Daerah Kabupaten Banyumas*. Banyumas: Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyumas (2016).

[3] Direktorat Jenderal Bina Marga. *Pedoman Teknis Perencanaan Teknis dan Perencanaan program Jalan Kabupaten (No.013/T/Bt/1995)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum RI (1995)

[4] Forslöf, Jones. *Continuous Road Condition Monitoring with Smartphones*. *Roadroid* AB (2014)

[5] Hermawan, M. Supapto, A. Setyawan. The Use of International Roughness Index and Structural Number for Rehabilitation and Maintenance Policy of Local Highway. *International Conference on Advanced Materials for Better Future* (2017)

[6] Kementerian Pekerjaan Umum. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 13/PRT/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan Dan Penilikan Jalan*. Jakarta: Kementerian. Pekerjaan Umum (2011)

[7] Lubis, Z., Mochtar, B. Evaluasi Rumusan Damage Factor (Equivalent Axle Load)

dalam Perancangan Sistem Perkerasan Lentur Jalan Raya Akibat Adanya Muatan Berlebihan, *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil.* Torsi, Surabaya (2008)

[8] M. R. Schlotjes, A Visser, C Bennet. *Evaluation of a smart phone roughness meter*. University of Pretoria (2014)

[9] Sukirman Silvia. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Penerbit Nova, Bandung (2010)

[10] Tata Cara Survei Kerataan Permukaan Perkerasan Jalan dengan Alat Ukur Kerataan NAASRA. SNI 03-3426-1994

P-3

PERUBAHAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN BETON IN SITU MENJADI METODE PRECAST

CHANGES TO THE IMPLEMENTATION OF CONCRETE IN SITU WORK METHOD BECOME A PRECAST METHOD

JB Wowok Birowo[1*], Made Suangga[2], Harimawan[3]
[1,2]Universitas Bina Nusantara, Jl. KH. Syahdan No. 9 Palmerah, Jakarta, Indonesia, 11480
[3]PT. Adhi Karya (Persero) Tbk., Jalan Raya Pasar Minggu KM 18, Jakarta Selatan, Indonesia, 12510

**Email : wowok_birowo@yahoo.com, suangga@binus.edu, harimawan@adhi.co.id*

Diterima 02-07-2020	Diperbaiki 05-07-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Sulfur Jetty dan Pekerjaan Dredging TUKS Migas Proyek RDMP RU V Balikpapan berlokasi Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Pada proyek ini terdapat 2 (dua) lingkup pekerjaan utama, yaitu pekerjaan sulfur jetty dan pekerjaan dredging. Seperti proyek-proyek lain, pada proyek ini dilakukan review engineering terhadap gambar desain, volume pekerjaan, metode pekerjaan dan juga termasuk jadwal pekerjaan. Tujuan dilakukan review engineering ini untuk mengevaluasi apakah perubahan metode pelaksanaan pada pekerjaan beton In Situ menjadi Precast ini dapat memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan konsep mutu, waktu dan biaya. Untuk itu di lakukan pengajuan perubahan tersebut kepada Pertamina disertai beberapa alasan teknis yang mempengaruhi pekerjaan tersebut. Untuk perubahan metode tersebut dilakukan beberapa proses seperti pengajuan perubahan desain, perubahan metode kerja, proses perhitungan struktur dan beberapa hal lainnya yang terkait dengan mutu dari struktur akibat dari perubahan metode pelaksanaan. Dari hasil perhitungan struktur telah menyesuaikan dengan kebutuhan sesuai dengan rencana awal, dengan merubah metode pemasangan namun tetap menjaga kekuatan struktur sesuai dengan rencana awal. Dengan metode Precast ini maka proses konstruksi relatif lebih aman dan terukur dari segi biaya dan waktu.

***Kata kunci**: perubahan metode kerja, perubahan desain, Precast, In Situ, jetty*

ABSTRACT

Sulfur Jetty Development Project and TUKS Migas Oil and Gas Dredging Project The RU V Balikpapan RDMP Project is located in Balikpapan City, East Kalimantan. In this project there are 2 (two) main work scopes, namely sulfur jetty work and dredging work. Like other projects, an engineering review of the design drawings, work volumes, work methods, and work schedules is also carried out. The purpose of this engineering review is to evaluate whether the change in the method of implementation of concrete works in Situ to Precast can maximize the work in accordance with the concepts of quality, time and cost. For this reason the submission of the amendment to Pertamina was accompanied by several technical reasons that affected the work. For the method change, a number of processes were carried out such as the submission of design changes, changes in work methods, the process of calculating the structure and several other matters related to the quality of the structure due to changes in the method of implementation. From the results of the calculation of the structure has adjusted to the needs in accordance with the initial plan, by changing the installation method but still maintaining the strength of the structure in accordance with the initial plan. With this Precast method, the construction process is relatively safer and measurable in terms of cost and time.

***Keywords:** changes in work methods, changes in design, Precast, In Situ, jetty.*

PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan Dredging TUKS Migas Proyek RDMP RU V Balikpapan berlokasi Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Proyek ini dimulai pada tanggal 24 April 2019 dengan rencana pekerjaan selesai pada 15 Juli 2020 dengan masa pemeliharaan sampai dengan 14 Juli 2021 Pada proyek ini terdapat 2 (dua) lingkup pekerjaan utama, yaitu : 1. Pekerjaan sulfur *jetty* (terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan konstruksi *jetty*, pekerjaan struktur tambahan, pekerjaan *mooring dolphin*, pekerjaan pondasi *tower conveyor*, pekerjaan pondasi pembongkaran *jetty* eksisting dan sarana bantu navigasi pelayaran) dan, 2. Pekerjaan *dredging* (terdiri dari pekerjaan persiapan dan pekerjaan *dredging*).

Seperti proyek – proyek lain, pada proyek ini dilakukan *review engineering* terhadap gambar desain, volume pekerjaan, metode pekerjaan dan juga termasuk jadwal pekerjaan. *Review engineering* ini dilakukan untuk memastikan gambar desain, volume pekerjaan, metode pekerjaan dan jadwal pekerjaan sudah sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Selain itu review engineering dapat dilakukan untuk memaksimalkan metode pekerjaan agar tujuan proyek dalam hal ini biaya, mutu, waktu dapat tercapai dengan baik. Pada saat melakukan *review engineering*, pada pekerjaan struktur beton dermaga ditemukan kondisi yang memerlukan perubahan metode pelaksanaan dari rencana awal *in situ* menjadi *precast*.

Berdasarkan penjelasan di atas dan masalah-masalah di atas, tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

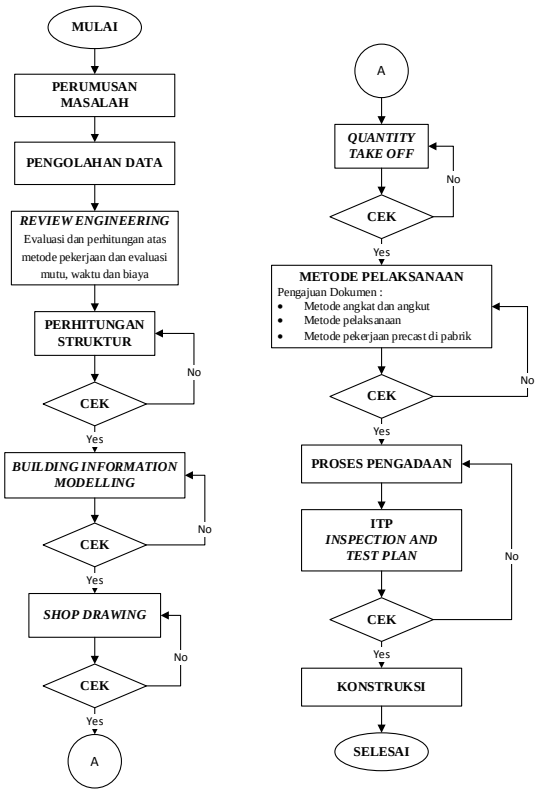
1. Apakah desain awal pada saat tender dapat sesuai dengan kondisi di lapangan?
2. Apakah perubahan metode pelaksanaan yang akan dilakukan dari metode pengecoran *in situ* menjadi *precast* ini perlu dilakukan *review engineering* untuk memastikan perubahan metode kerja yang akan dilakukan dapat memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan mutu, waktu dan biaya?

Tujuan dan manfaat dilakukan *review engineering* ini untuk mengevaluasi apakah perubahan metode pelaksanaan pada pekerjaan beton *in situ* menjadi *precast* ini dapat memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan konsep mutu, waktu dan biaya.

Beberapa studi terkait dengan perubahan metode pelaksanaan sudah banyak dilakukan. Cahyono [1] melakukan studi perbandingan proyek pembangunan gedung yang menggunakan metode pelaksanaan *precast* dengan metode konvensional. Studi perbandingan ini meliputi analisa waktu dengan menggunakan diagram CPM dan *time schedule* rencana pelaksanaan proyek, analisa pertambahan uang terhadap waktu, dan analisa biaya dengan metode SNI yang menggunakan harga material, upah pekerja, dan sewa alat yang berlaku di Kabupaten Sukoharjo tahun 2009. Dengan volume pekerjaan dihitung dari gambar rencana pelaksanaan precast n – panel system , dan perubahan gambar struktur pada metode konvensional. Sehingga diperoleh aspek – aspek yang menyebabkan perbedaan antara metode *precast n – panel system* dan metode konvensional. Dari hasil studi ini didapatkan untuk aspek waktu, lebih unggul metode precast namun dari aspek biaya, harga sewa alat yang digunakan pada metode *precast* membuat biaya metode *precast* lebih tinggi dari metode konvensional.

METODOLOGI

Kewajiban kontraktor untuk bisa menyelesaikan pekerjaan tepat waktu, mutu dan biaya tidak bisa dihindari karena merupakan kewajiban kontraktual. Dalam proses untuk memenuhi kewajiban kontraktual agar proyek bisa berjalan sesuai dengan kontrak, pada proyek Pembangunan Sulfur Jetty Dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas, Pertamina Balikpapan, perlu dilakukan *review engineering*. Untuk itu dirumuskan metodologi yang diperlukan untuk bisa dilaksanakan dan dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dan aturan-aturan yang sudah ditetapkan dalam proyek-proyek Pertamina. Sehingga dari pengalaman yang ada dapat di buatkan *flowchart* atau langkah – langkah proses *review engineering*.

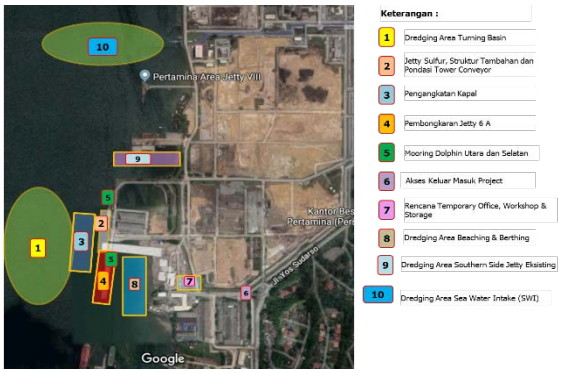


Gambar 1. Diagram Alir *Engineering*

DESKRIPSI KASUS

Setelah proyek didapatkan kemudian dari tim proyek melakukan *review engineering* terhadap semua gambar desain, metode pelaksanaan dan lain-lain. *Review engineering* dilakukan untuk memastikan dokumen tender sesuai dengan kondisi di lapangan dan apabila ditemukan ketidaksesuaian dapat segera dilakukan perubahan dan dikonsultasikan dengan pihak Pertamina. Pada kasus ini ditemukan kondisi yang perlu disesuaikan dimana pada saat tender dilakukan metode pengecoran *in situ* yang disesuaikan menjadi metode pengecoran *precast*.

Hal ini dilakukan karena dari hasil *review engineering* didapatkan kondisi di lapangan yang tidak sesuai apabila tetap dilakukan metode pengecoran *in situ*. Untuk itu di lakukan pengajuan perubahan kepada PERTAMINA disertai beberapa alasan teknis yang mempengaruhi pekerjaan tersebut. Untuk perubahan metode dilakukan beberapa proses seperti pengajuan perubahan desain, perubahan metode kerja, proses perhitungan struktur dan beberapa hal lainnya.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Lapangan

Beberapa poin yang perlu diperhatikan saat *review engineering* yaitu sebagai berikut:

1. BoQ, gambar tender dan metode buku pedoman dan pelaksanaan proyek (BP3)
2. Keadaan existing lapangan
3. Pengajuan perubahan desain dan metode pelaksanaan

PERENCANAAN AWAL (MASA TENDER)

1. Bill Of Quantity (BOQ)

BoQ (*Bill of Quantity*) merupakan daftar item pekerjaan yang akan dilaksanakan pada suatu proyek. Pada masa tender, BoQ yang digunakan adalah pekerjaan struktur beton dengan menggunakan metode pengecoran in situ.

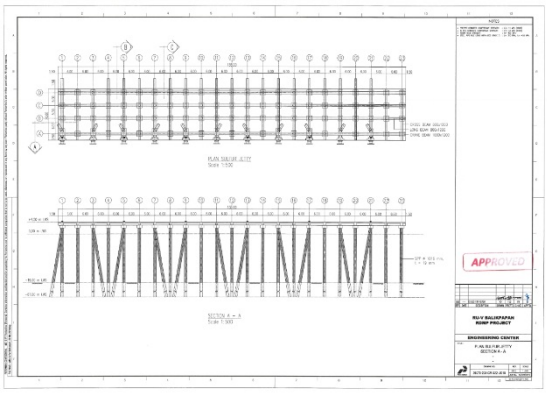
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Vol
B	**Pekerjaan Poer**		
1	Poer Tunggal (2000 x 2000 x 1000)	m^3	324
2	Pembesian Poer Tunggal (2000 x 2000 x 1000)	kg	61800.18
3	Pemasangan Bekisting (2000 x 2000 x 1000)	m^2	972
4	Poer Ganda (4000 x 2000 x 1000)	m^3	88
5	Pembesian Poer Ganda (4000 x 2000 x 1000)	kg	16785.24
6	Pemasangan Bekisting (4000 x 2000 x 1000)	m^2	220
C	**Pekerjaan Balok**		
1	Balok Memanjang (800 x 1200)	m^3	275.40
2	Pembesian Balok Memanjang (800 x 1200)	kg	78471.4
3	Pemasangan Bekisting (800 x 1200)	m^2	1016.58
4	Balok Melintang (800 x 1200)	m^3	292.19
5	Pembesian Balok Melintang (800 x 1200)	kg	83256.05
6	Pemasangan Bekisting (800 x 1200)	m^2	1181.28
7	Balok Crane (1000 x 1200)	m^3	126.23
8	Pembesian Balok Crane	kg	40325.58
9	Pemasangan Bekisting	m^2	379.87
10	Balok Kantilever	m^3	57.12
11	Pembesian Balok Kantilever	kg	17903.1
12	Pemasangan Bekisting (800 x 1200)	m^2	238.56

Gambar 3. BoQ saat tender

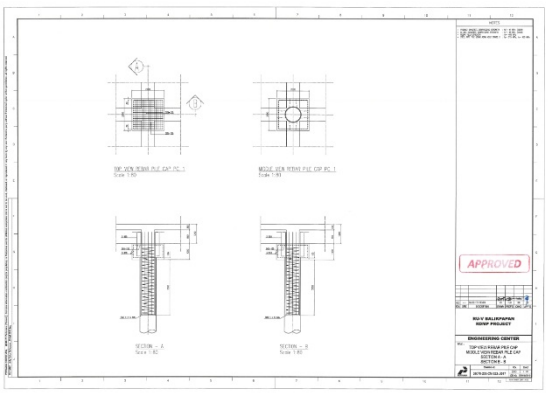
Berdasarkan BoQ tender diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat tender desain yang telah digunakan adalah desain dengan metode pengecoran *in situ*. Kemudian setelah dilakukan *review engineering*, ditemukan beberapa hal yang akan menjadi kendala apabila metode pengecoran *in situ* tetap dilakukan terkait dengan beberapa aturan yang ada pada proyek sektor migas. Aturan tersebut mengacu pada peraturan mengenai K3L/HSE yang harus dipenuhi sebagai standar pengamanan dan keselamatan pekerjaan dan proses produksi.

2. Gambar Tender

Dalam setiap proses perhitungan biaya dan pembuatan metode saat tender, dokumen – dokumen yang ada akan selalu menjadi rujukan. Dokumen tender tersebut akan saling mengikat dan harus di teliti satu – persatu sehingga perhitungan biayanya menjadi lebih optimal danbersaing. Termasuk dalam hal ini adalah gambar tender (*drawing*), tim tender bisa mempelajari gambar yang ada baik itu dari segi ukuran, bentuk maupun material yang akan kita gunakan pada proyek. Gambar sangat berpengaruh bagi tim tender untuk bisa mendapatkan perhitungan yang akan ditawarkan pada saat tender.



Gambar 4. *Plan Jetty* Sulfur saat tender

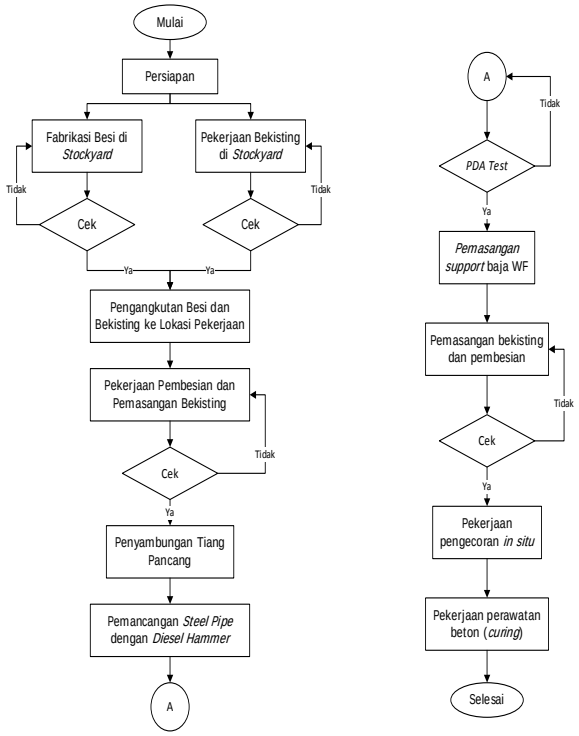


Gambar 5. *Top middle view rebar pile cap* saat tender

Dari gambar yang didapat sebagai dokumen tender, tim tender bisa menghitung antara lain koefisien material yang akan digunakan, metode pelaksanaan yang efektif, dan pemakaian peralatan yang efisien dan tepat. Dari gambar tender yang ada dikombinasikan dengan kondisi lapangan, maka di peroleh data yang akan dipakai sebagai rujukan saat pelaksanaan. Tim Proyek [2]

3. Metode Kerja *In Situ*

Metode kerja pekerjaan struktur, Tim Proyek [3] disusun dengan menggunakan *flow chart* sebagai berikut :



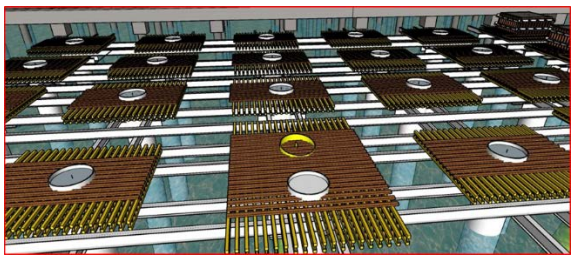
Gambar 6. Diagram alir metode kerja pekerjaan struktur *in situ*

Dalam dokumen BP3 perhitungan biaya masih mengacu pada data – data kontrak, BoQ dan gambar awalnya merupakan pekerjaan beton in situ, yang dikerjakan dengan manual. Pada proyek ini, tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang baja. Mulai dari pemasangan support dan gelagar beam dengan menggunakan WF yang di las pada tiang pancang baja, juga pemasangan suri – suri dan tembereng dari bekisting. Metode kerja pengecoran awal dapat dijelaskan dengan tahapan – tahapan sebagai berikut :

1. Memotong tiang pancang baja sesuai dengan ketinggian yang ditentukan, hasil

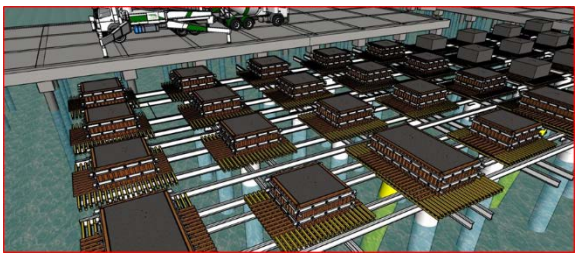
pemotongan tiang pancang baja ada yang vertikal dan miring.

2. Memasang kupingan menggunakan besi WF 300x150x6,5x9 mm yang di las ke tiang pancang baja
3. Ketika semua kupingan besi WF 300x150x6,5x9 mm yang dilas ke tiang pancang baja sudah terpasang semua, kemudian memasang *support* tumpuan scafolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakan diatas kupingan baja secara melintang.
4. Memasang support tumpuan scafolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakkan diatas baja WF melintang secara memanjang.
5. Metode kerja dengan metode pengecoran in situ, mulai dari Pemasangan besi WF yang dilas ke tiang pancang *steel pipe*. Pembuatan gelagar / bodeman, pemasangan suri - suri, Pembesian dan kemudian dilakukan pengecoran in situ dengan alat *concrete pump*.
6. Memasang kayu ulin sebagai dudukan *bottom pier*, serta pemasangan angker *bottom pier* menggunakan kayu 5/10.
7. Pemasangan besi isian kedalam pancang sedalam 3,5 m
8. Pemasangan bekisting dinding pier multiplek 18 mm serta pemasangan *rebar pile cap / pier*
9. Setelah pemasangan besi dan bekisting siap dan lolos inspeksi, maka dilakukan pengecoran *pier* tahap pertama.
10. Pemasangan support tumpuan scafolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakkan diatas kupingan baja secara melintang pada tahap kedua
11. Pemasangan support tumpuan scafolding besi WF 300x150x6,5x9 mm yang diletakkan diatas WF yang melintang baja secara memanjang
12. Pemasangan peri *girder* berbagai ukuran sebagai dudukan bottom pondasi *pier / pile cap*
13. Pemasangan rangka bekisting *pier* bagian bawah menggunakan kayu 5/10 dan multiplek 18 mm



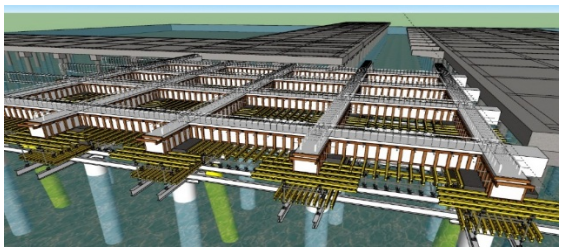
Gambar 7. Ilustrasi Pemasangan Rangka Bekisting *Pier*

14. Pemasangan besi isian ke dalam pancang sedalam 3,5 m tahap kedua
15. Pemasangan bekisting telapak pondasi *pile cap / pier*, serta pengecoran isian pancang sedalam 3,50 m tahap kedua
16. Pemasangan bekisting dinding *pier* multiplek 18 mm serta pemasangan rebar *pile cap / pier* tahap kedua
17. Setelah pemasangan besi dan bekisting siap dan lolos inspeksi, maka dilakukan pengecoran *pier / pile cap* tahap kedua



Gambar 8. Ilustrasi Pengecoran *Pier / Pile Cap* Tahap Kedua

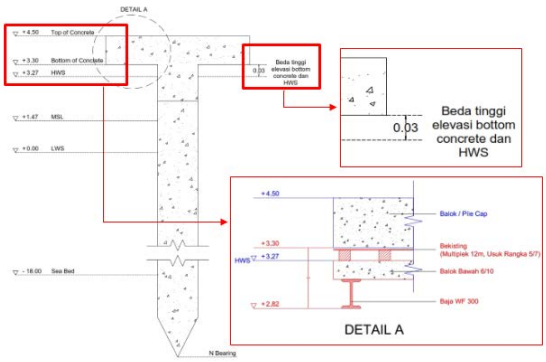
18. Pembongkaran bekisting dinding *pier* tahap pertama dan beton di*curing compound* setelah itu dipindah ke ke tahap ketiga, karena tahap kedua memakai bekisting baru, dan lanjut sampai tahap berikutnya
19. Pemasangan *support* tubing sebagai *support* peri untuk *bottom* balok yang melintang dan memanjang
20. Pemasangan suri – suri peri untuk *support* balok melintang dan memanjang, serta pemasangan pembesian balok tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya
21. Pemasangan bekisting balok melintang dan memanjang tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya
22. Pengecoran balok 35 mpa pada balok melintang dan memanjang setinggi 85 cm tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya
23. Pembongkaran bekisting balok melintang dan memanjang tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya jika umur beton sudah sesuai
24. Pemasangan *support* bekisting untuk plat lantai menggunakan tubing dan peri untuk beton tebal 35 cm tahap pertama sampai dengan tahap berikutnya



Gambar 9. Ilustrasi Pemasangan *Support* Bekisting

25. Pemasangan bekisting plat lantai bagian tepi dan bawah tahap pertama
26. Pemasangan rebar plat lantai arah melintang dan memanjang sesuai dengan bestat pembesian pada tahap pertama
27. Proses pengecoran lantai tahap pertama dengan *finishing trowel* serta dilakukan curing compound setelah pengecoran
28. Pekerjaan pemasangan support bekisting, bekisting pada lantai tahap kedua sampai dengan tahap berikutnya, untuk *joint* beton menggunakan *chemical* sikabond NV.
29. Pemasangan *rebar* plat lantai arah melintang dan memanjang sesuai dengan bestat pembesian pada tahap kedua sampai dengan tahap berikutnya
30. Proses pengecoran lantai tahap kedua dengan *finishing trowel* serta dilakukan *curing compound* setelah pengecoran sampai dengan tahap berikutnya
31. Pembongkaran bekisting *pier*, balok dan lantai serta pembongkaran kupingan WF 300x150x6,5x9 mm dengan *blander* jika umur beton sudah tercapai dengan menggunakan mini ponton dan *crane* sebagai alat angkatnya
32. Proses pengecoran *mooring dolphin* selatan menggunakan *concrete pump*, *crane* diatas ponton dengan *bucket* cor kapasitas 1 m3
33. Penuangan beton k-400 dengan cara estafet, beton dari *mixer* dipompa ke dalam *bucket* cor lalu diangkat *crane* dan dimasukkan ke bekisting
34. Metode Pengecoran *mooring dolphin* dengan menggunakan peralatan *crane barge* dan *bucket* cor.

Gambar elevasi rencana saat tender sebagai berikut :



Gambar 10. Profil Elevasi Eksisting (LWS-HWS)

Dari gambar diatas dapat dilihat posisi dasar dari baja WF berada pada elevasi +2,82 m dan posisi MSL (*Mean Surface Level*) pada +1.47 hanya beda elevasi 1.5 m saja. Artinya kalau dalam posisi pemasangan biasa, WF *support* akan selalu terendam dalam beberapa jam setiap hari. Hal ini jelas sangat mempengaruhi kondisi pekerjaan pada Standar Migas.

Elevasi rencana *Top Of Concrete* (TOC) dan elevasi *High Water Surface* (HWS) rendah, pemasangan *support* berada pada posisi di bawah permukaan air laut saat terjadi pasang tinggi, sehingga memerlukan metode kerja sesuai dengan kondisi dan keadaan proyek. Mengamati dan melihat kondisi yang ada di lapangan perubahan metode memang dibutuhkan agar pengendalian mutu dan waktu tetap bisa dilakukan. Disertai dengan beberapa alasan teknis yang memang lebih layak untuk dilaksanakan dengan metode ini. Pertimbangan tersebut tetap mengacu pada alasan biaya, mutu dan waktu

Alasan pengajuan perubahan metode pekerjaan yang dilakukan oleh proyek adalah sebagai berikut :

1. Pengecoran dengan pekerjaan *In situ* dengan elevasi *Bottom beam* +3.3 akan mengalami kesulitan. Terutama dari segi HSE.
   Didapat elevasi TOC +4,5 dari LWS
   Elev HWS pada saat pasang tertinggi +3,27
   Elev suri – suri bekisting = 3,3-0,20 +3,10
   Elev WF *bottom* perancah (WF 150) = 3,10-0,15 +2,97
   Dari kondisi ini maka perancah dan balok suri-suri akan sering terendam air laut pada saat pasang dan itu bisa berlangsung selama beberapa jam setiap hari sesuai dengan kondisi pasang surut. Pertamina bekerja dengan persyaratan HSE dengan kategori high risk. Bekerja pada kedalaman air laut menggunakan peralatan selam

menyebabkan kapasitas produksi yang dihasilkan sangat kecil. Selain itu memerlukan proses pengajuan JSA, *Permit* dan SIKA (Surat Izin Kerja Aman) pada pekerjaan di air yang memerlukan waktu dan pemeriksaan dokumen dengan ketat.

2. Dengan rentang waktu kontrak dari April 2019 – Juli 2020 (15 bulan) dan lokasi pekerjaan berada di laut dengan kondisi alam yang tidak menentu menyebabkan risiko terjadinya penghentian pekerjaan akibat gelombang tinggi, hujan dan angin tidak bisa di prediksi.
3. Pengendalian waktu pekerjaan menjadi tidak bisa di ukur karena pekerjaan pemasangan perancah dan bekisting baru bisa dilakukan pada saat air laut surut, dan waktunya juga terbatas. Kondisi ini tentunya akan mempengaruhi waktu penyelesaian pekerjaa
4. Biaya produksi akan meningkat terkait dengan kapasitas produksi yang kecil, terutama dari segi upah dan alat (Marine Spread) karena risiko alam yang tidak bisa di prediksi. Selain itu juga ada potensi denda apabila terjadi keterlambatan dalam proses pekerjaan yang diakibatkan oleh metode pelaksanaan.

Dengan desain dan BoQ awal yang sudah tertuang dalam kontrak, dan pekerjaan beton cukup sulit dikerjakan dengan kondisi tersebut, perlu diajukan perubahan atas metode tersebut. Untuk pengajuan perubahan desain dan pelaksanaan tersebut akan dilakukan dengan beberapa alasan teknis yang mendukung.

ANALISA KASUS

1. Persetujuan Perubahan Desain

Pengajuan gambar *precast* di ajukan dalam bentuk *shop drawing* bersamaan dengan perhitungan struktur *precast* atas *jetty*. Dokumen pengajuan Gambar sudah disesuaikan dengan ukuran dan bentuk dari perhitungan struktur. Selanjutnya dilakukan permodelan BIM. Salah satu contoh dari permodelan BIM adalah *headstock* dan *plank fender*. Dalam permodelan ini kita bisa melihat bentuk dan ukuran dari precast yang akan kita kerjakan dengan sangat akurat. Selain itu juga didapatkan berat dari unit *precast* tersebut. Kegunaannya nanti akan bisa dijadikan acuan dalam perhitungan kebutuhan bahan dan proses pelaksanaan di lapangan, seperti izin angkat dan angkut pada saat fabrikasi, *delivery* dan pada saat install. Dokumen perizinan tersebut diajukan setiap akan memulai pekerjaan. Pekerjaan akan dihentikan apabila persyaratan dokumen tersebut belum lengkap.


PERTAMINA

PERHITUNGAN STRUKTUR JETTY SULFUR

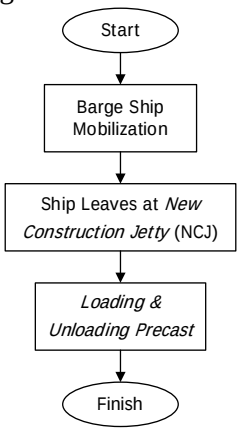
26073-324-30R-GEC-S0001

Rev	Tanggal	Status	Keterangan	Dibuat	Diperiksa	Disetujui
001	10-Sept-2019	IFC	Issued For Construction	GR	ASR	HNW
000	3-Juli-2019	IFA	Issued For Approval	GR	ASR	HNW
00A	28-Mei-2019	IFR	Issued For Review	GR	ASR	HNW

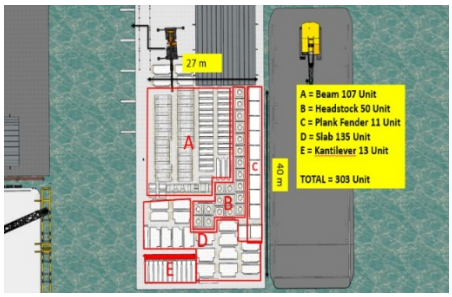
Gambar 11. Lembar Pengesahan Dokumen Perhitungan Struktur *Jetty* Sulfur

2. Pengajuan Metode Alat Angkat dan Angkut

Untuk mendapatkan izin pekerjaan yang berkaitan dengan alat angkat dan alat angkut, maka harus diajukan dokumen *lifting plan* dari Tim Proyek [5] yang berisi tentang prosedur dan metode serta data-data yang diperlukan untuk proses angkat dan angkut tersebut. Metode Pekerjaan ini diajukan sebagai kelengkapan teknis pekerjaan dilapangan oleh PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, dalam memulai suatu pelaksanaan pekerjaan, khususnya pada Pekerjaan *Handling Material Precast* area Proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan *Dredging* TUKS MIGAS proyek RDMP RU V - Balikpapan. Tujuan pembuatan metode pelaksanaan ini sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan *handling material precast* di lapangan agar mendapatkan hasil dan mutu yang sesuai. Dalam metode pelaksanaan ini tercantum sistem kerja lapangan yang akan digunakan dari awal kegiatan hingga selesai

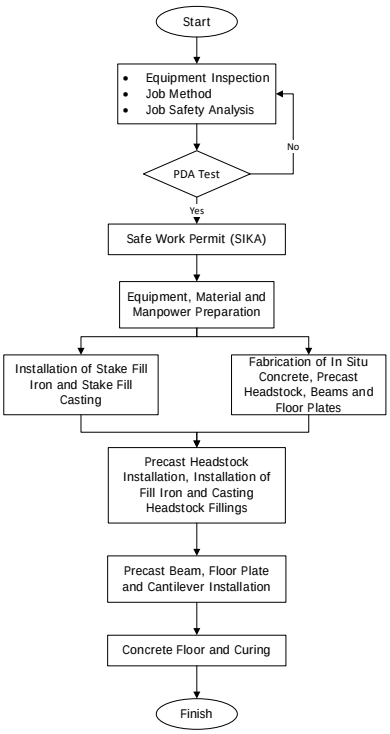


Gambar 12. Diagram Alir Pekerjaan *Handling Material Precast*



Gambar 13. *Layout* Penempatan *Precast*

Metode pelaksanaan ini diajukan sebagai kelengkapan teknis pekerjaan dilapangan oleh PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, dalam memulai suatu pelaksanaan pekerjaan, khususnya pada pekerjaan struktur atas *jetty* sulfur, *mooring dolphin* selatan, *mooring molphin* utara, *jetty extension* dan *tower conveyor* area Proyek Pembangunan Sulfur Jetty dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas proyek RDMP RU V - Balikpapan. Didalam metode pelaksanaan ini tercantum sistem kerja lapangan yang akan dipakai mulai dari awal kegiatan hingga selesai, yang terdiri dari *site management* hingga *quality control* pekerjaan serta unsur-unsur terkait selama pekerjaan berlangsung, sehingga apa yang menjadi target dan rencana yang telah ditetapkan dapat terlaksana dengan baik.



Gambar 14. Diagram alir metode pekerjaan struktur atas *Precast*

3. Metode Kerja *Precast*

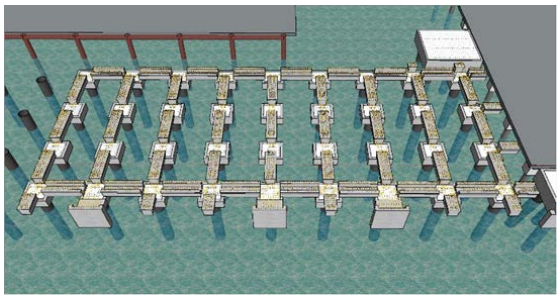
Ada beberapa hal yang perlu menjadi perhatian saat memulai pelaksanaan pekerjaan pemasangan precast ini. Secara ekstern hal yang harus disiapkan adalah melakukan inspeksi peralatan (dalam hal ini peralatan angkat atau *lifting gear* yang di gunakan), pengajuan metode pekerjaan *precast* yang sudah di sesuaikan dengan ukuran desain dan perhitungan struktur dan pengajuan JSA untuk mendeteksi dan mengidentifikasi kemungkinan risiko yang akan terjadi pada pekerjaan ini. Secara intern adalah persiapan kebutuhan upah, alat dan bahan yang di perlukan untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan, mobilisasi peralatan *lifting gear* yang di perlukan untuk pelaksanaan pekerjaan dan persiapan lokasi dan *stockyard* untuk pekerjaan pemasangan. Beberapa dokumen yang harus disiapkan adalah *shop drawing precast*, perhitungan struktur *jetty* sulfur, lif*ting plan material precast*, prosedur pekerjaan produksi *headstock*, *beam* dan *slab jetty* sulfur, prosedur pekerjaan produksi *headstock*, *beam* dan *slab jetty* sulfur, metode pekerjaan *handling material precast*, dan metode pekerjaan struktur atas. Tim Proyek [6]

Pelaksanaan pekerjaan di lapangan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Melakukan proses fabrikasi *precast* meliputi *headstock*, balok dan plat lantai untuk seluruh struktur (*jetty* sulfur, *mooring dolphin* utara dan *mooring dolphin* selatan, *tower conveyor*, dan *extension jetty*).
2. Selanjutnya proses fabrikasi besi untuk isian pancang, isian *headstock*, *joint beam*, *top beam*, dan isian *slab*.
3. Mobilisasi precast dari Surabaya dimana *precast* dipesan menuju Balikpapan hingga ke area *stockyard* menggunakan kapal tongkang.
4. Mobilisasi *precast* dari *stockyard* menuju area *stockyard* menggunakan *truck crane*.
5. Pada struktur *extension jetty* sebelum pekerjaan struktur atas dimulai, terlebih dahulu dilakukan pekerjaan pembongkaran *fender* NJC.
6. Selanjutnya dilakukan pembongkaran *bollard* 2 (dua) unit di NJC
7. Pembongkaran lampu penerangan yang berada di lokasi NJC.
8. Pembongkaran *corner protection* NJC dan diganti dengan siku 100x100x10 mm pada ujung pertemuan dengan extension *jetty* dengan *teckweld* dan dilakukan *grouting*

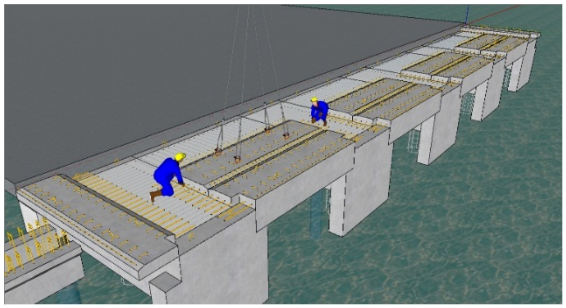
sebagai isian antara siku dan beton eksisting.

9. Pemasangan *headstock* pada *tower conveyor, extension jetty*, dan *jetty* sulfur kemudian di *teckweld* pada *cut of pile* (COP).
10. Setelah pemasangan *headstock* selesai dilakukan dengan melakukan pembesian isian pancang pada *tower conveyor, extension jetty*, dan *jetty* sulfur, dilanjut dengan pengocaran isian pancang.
11. Setelah pengecoran isian pancang selesai kemudian dilakukan proses *install* besi isian *headstock* pada *tower conveyor, extension jetty*, dan *jetty* sulfur.
12. Pengecoran isian *headstock* pada *tower conveyor, extension jetty*, dan *jetty* sulfur dengan *concrete pump*.
13. Setelah pengecoran isian *headstock* selesai dilaksanakan kemudian dilakukan proses pemasangan *precast* balok melintang dan memanjang pada *Jetty* Sulfur.



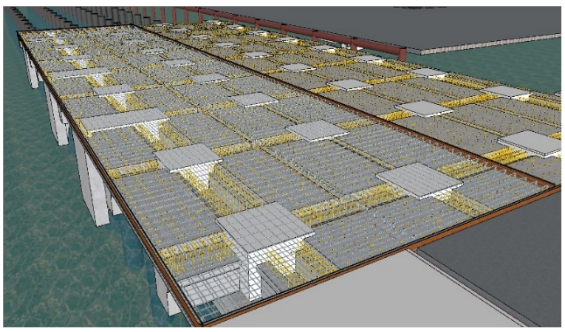
Gambar 15. Ilustrasi pemasangan *precast* balok melintang

14. Pemasangan bekisting *joint precast* balok memanjang dan melintang *Jetty* Sulfur.
15. Pengecoran *joint* balok memanjang dan melintang *Jetty* Sulfur.
16. Setelah pengecoran pada *joint* balok selesai dilaksanakan dilanjutkan dengan pemasangan *precast slab* pada *extension jetty* dan *jetty* Sulfur.



Gambar 16. Ilustrasi *Precast Slab Extension Jetty*

17. Proses pemasangan besi *in situ* lantai (*slab*) dan bekisting *stop cor* lantai bagian tepi pada *extension jetty*.
18. Pengecoran lantai bagian tepi pada *extension jetty* menggunakan *concrete pump*.
19. Selanjutnya dilakukan *curing* lantai bagian tepi pada *extension jetty*.
20. Pemasangan besi *in situ* dan bekisting *stop cor* pada *jetty* sulfur.



Gambar 17. Ilustrasi Pemasangan Besi *In Situ* dan Bekisting *Stop Cor*

21. Pengecoran lantai pada *jetty* sulfur satu sisi sebelah laut.
22. *Curing* lantai pada *jetty* sulfur satu sisi sebelah laut. Kemudian dilakukan hal yang sama pada sisi darat.
23. *Install* pembesian isian tiang pancang *mooring dolphin* utara.
24. Pengecoran isian tiang pancang *mooring dolphin* utara menggunakan *concrete* pump.
25. *Install* pembesian *headstock mooring dolphin* utara.
26. Pengecoran *headstock mooring dolphin* utara
27. *Install* lantai precast pertama *mooring dolphin* selatan. Pada *mooring dolphin* selatan struktur *precast* dibagi menjadi dua karena dimensinya yang cukup besar untuk meminimalkan beban *lifting* dan efek lendutan.
28. *Install* lantai *precast* kedua *mooring dolphin* selatan.
29. *Install* dinding *precast* pertama *mooring dolphin* selatan
30. *Install* dinding *precast* kedua *mooring dolphin* selatan
31. *Install* isian tiang pancang *mooring dolphin* selatan
32. Pengecoran isian tiang pancang *mooring dolphin* selatan.
33. Setelah melakukan pengecoran isian tiang pancang maka dilanjutkan dengan proses

pembesian *headstock mooring dolphin* selatan.

34. Kemudian pengecoran *headstock mooring dolphin* selatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Evaluasi Mutu

Sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, apabila pekerjaan dilakukan dengan pengecoran secara *in situ* ditetapkan mutu beton sebesar f'c = 33 Mpa (K-400) sedangkan apabila menggunakan metode *precast* maka mutu beton yang disyaratkan adalah sebesar f'c = 41 Mpa (K-500) sesuai dengan dokumen spesifikasi proyek. Di dalam dokumen perhitungan struktur, perhitungan dilakukan sesuai dengan yang disyaratkan dengan mutu beton sebesar f'c = 41 MPa. Jadi secara mutu terjadi penambahan mutu beton akibat perubahan metode kerja.

No	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur	Ukuran	Berat	Tekanan Hancur	Tegangan Hancur	Tegangan Hancur	Konversi	Ket
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10-12-19	07-01-20	28	15 x 30	13.2	87.67	494.1	48.7	597.7	FC 42
2	10-12-19	07-01-20	28	15 x 30	13	95.46	540..2	53	650.8	FC 42
3	10-12-19	07-01-20	28	15 x 30	13.1	80.22	454	44.5	547	FC 42

Gambar 18. Hasil Uji Kuat Tekan Beton *Precast*

2. Evaluasi Waktu

Dari hasil evaluasi waktu pelaksanaan proyek, pengaruh dari perubahan pengecoran *in situ* menjadi *precast* mengalami percepatan selama 56 hari. Evaluasi waktu ini dilakukan dengan membandingkan antara jadwal awal pekerjaan pengecoran in situ menjadi precast. Perubahan metode ini berdampak cukup besar terhadap waktu karena pengadaan beton *precast* dapat dilakukan di awal pekerjaan bersamaan dengan pekerjaan pemancangan sedangkan apabila menggunakan metode pengecoran *in situ*, pemancangan harus selesai dulu baru kemudian pekerjaan pengecoran bisa dilaksanakan. Risiko terhadap penambahan waktu pelaksanan juga dapat terjadi jika tetap menggunakan metode pengecoran *in situ* terkait kapasitas produksi yang dipengaruhi kondisi pasang surut. Hasil evaluasi terhadap mutu dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

lame	Duration	Start	Finish
TY SULFUR DAN DREDGING	330 days	Fri 01-02-19	Fri 27-12-19
I. PEKERJAAN KONSTRUKSI JETTY SULFUR	330 days	Fri 01-02-19	Fri 27-12-19
A. Pekerjaan Tiang Pancang	314 days	Fri 01-02-19	Wed 11-12-19
B. Pekerjaan Poer	200 days	Fri 10-05-19	Mon 25-11-19
C. Pekerjaan Balok	168 days	Thu 13-06-19	Wed 27-11-19
D. Pekerjaan Slab t=35 cm	160 days	Fri 28-06-19	Wed 04-12-19
E. Pekerjaan Fender SCN 1400	330 days	Fri 01-02-19	Fri 27-12-19
F. Pekerjaan Bollard	40 days	Fri 18-10-19	Tue 26-11-19
G. Lampu Penerangan	30 days	Tue 12-11-19	Wed 11-12-19
H. Pekerjaan Dilatasi	28 days	Fri 28-06-19	Thu 25-07-19
I. Jaringan Air Bersih	10 days	Tue 12-11-19	Thu 21-11-19

Gambar 19. Jadwal Pekerjaan dengan Menggunakan Metode *In Situ*

e	Duration	Start	Finish
SULFUR DAN DREDGING	274 days	Fri 01-02-19	Fri 01-11-19
EKERJAAN KONSTRUKSI JETTY SULFUR	244 days	Fri 01-02-19	Wed 02-10-19
engadaan dan Angkutan Precast	90 days	Fri 01-02-19	Wed 01-05-19
. Pekerjaan Tiang Pancang	244 days	Fri 01-02-19	Wed 02-10-19
. Pekerjaan Install Poer Precast	31 days	Thu 09-05-19	Sun 09-06-19
. Pekerjaan Install Balok Precast	44 days	Wed 12-06-19	Fri 26-07-19
. Pekerjaan Install Slab t=35 cm Precast	41 days	Thu 27-06-19	Wed 07-08-19
. Pekerjaan Install Fender SCN 1400 Precast	206 days	Fri 01-02-19	Sun 25-08-19
. Pekerjaan Bollard	40 days	Sun 14-07-19	Thu 22-08-19
. Lampu Penerangan	30 days	Thu 08-08-19	Fri 06-09-19
. Pekerjaan Dilatasi	28 days	Fri 28-06-19	Thu 25-07-19
Jaringan Air Bersih	10 days	Thu 08-08-19	Sat 17-08-19

Gambar 20. Jadwal Pekerjaan dengan Menggunakan Metode *Precast*

3. Evaluasi Biaya

Dari hasil evaluasi biaya pelaksanaan proyek, pengaruh dari perubahan pengecoran in situ menjadi *precast* didapatkan pengurangan biaya produksi pada item pekerjaan ini sebesar Rp. 840.498.297,31. Evaluasi biaya ini dilakukan dengan membandingkan biaya pelaksanaan antara pekerjaan pengecoran *in situ* (Rp. 24.020.892.448,07) menjadi *precast* (Rp. 23.180.394.150,31) terkait dengan penggunaan alat, bahan dan kombinasi tenaga kerja. Sebagai catatan, penyusun tidak membandingkan efek biaya umum lapangan secara langsung mengingat *scope* pekerjaan yang banyak selain pekerjaan pengecoran. Hasil evaluasi terhadap waktu dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

PEKERJAAN BETON INSITU

NO	URAIAN PEKERJAAN	H/S	JUMLAH
A	Pekerjaan Beton Insitu		
a	Alat		
		Sub Total a	6,068,431,832.00
b	Bahan		
		Sub Total b	14,889,762,433.19
c	Upah		
		Sub Total c	3,062,698,182.88
		TOTAL (a + b + c)	24,020,892,448.07

Gambar 21. Biaya dari Metode Pengecoran *In Situ*

PEKERJAAN BETON PRECAST

NO		URAIAN PEKERJAAN	H/S	JUMLAH
A		Pekerjaan Beton Precast		
	a	Alat		
			Sub Total a	4,465,405,3
	b	Bahan		
			Sub Total b	17,382,196,5
	c	Upah		
			Sub Total c	1,332,792,2
			TOTAL (a + b + c)	23,180,394,1

Gambar 22. Biaya dari Metode Pengecoran *Precast*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi dapat disimpulkan bahwa desain awal pada saat tender tidak seluruhnya sesuai dengan kondisi di lapangan. *Review engineering* dalam hal perubahan metode pelaksanaan dari metode pengecoran *in situ* menjadi *precast* perlu dilakukan untuk memaksimalkan pekerjaan sesuai dengan mutu, waktu dan biaya. Pada Proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas Proyek RDMP RU V Balikpapan secara mutu beton berdasarkan spesifikasi terjadi kenaikan mutu dari semula f'c = 33 Mpa (K-400) menjadi f'c = 41 Mpa (K-500), secara waktu terjadi percepatan 56 hari untuk penyelesaikan pekerjaan dan secara biaya didapatkan pengurangan biaya produksi pada item pekerjaan ini sebesar Rp. 840.498.297,31.

SARAN

Beberapa saran yang dapat diperhatikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu

1. Setiap perubahan metode kerja agar selalu dilengkapi dengan evaluasi terhadap mutu, waktu dan biaya sebagai dasar pengambilan keputusan.
2. Perlu kelengkapan administrasi yang baik untuk pengajuan perubahan metode kerja.
3. Setiap penyedia jasa sebaiknya membuat standar teknis untuk setiap metode pelaksanaan, sehingga dalam perencanaan dan pelaksanaan bisa mendapatkan metode yang baik dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada tim proyek Pembangunan Sulfur *Jetty* dan Pekerjaan *Dredging* TUKS Migas, Proyek RDMP RU V Balikpapan, untuk semua bantuannya. Tim *Engineering* dan BIM PT. Adhi Karya (Persero) Tbk – Departemen Infrastruktur II dalam hal ini saudara Dhiky dan saudara Denny atas segala bantuan dan semangatnya dalam penyusunan laporan ini. Yudhista Eliyanti Edwin Putri, istri saya, yang tiada hentinya menyemangati, memberikan motivasi serta doa yang tak pernah putus kepada suaminya. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penyusun. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat dan menambah kontribusi ilmu di bidang ketekniksipilan

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Cahyono, "Study Perbandingan Proyek Pembangunan Gedung Metode Pelaksanaan Precast Dengan Metode Konvensional Dilihat Dari Segi Waktu Dan Biaya (Study Kasus Proyek Asrama Balai Sungai Surakarta Teknologi N-Panel System), Universitas

[2] Tim proyek, Perhitungan Struktur *Jetty* Sulfur, 2020

[3] Tim proyek, Prosedur Pekerjaan Produksi *Headstock, beam* dan *Slab Jetty* Sulfur (Adhimix), 2020

[4] Tim proyek, Prosedur Pekerjaan Produksi *Headstock, beam* dan *slab jetty* sulfur (APB), 2020

[5] Tim proyek, Metode Pekerjaan *Handling Material Precast*, 2020

[6] Tim Proyek**,** Metode Pekerjaan Struktur Atas**,** 2020

P-4

ANALISA KERUSAKAN PISTON MESIN DIESEL POMPA BANJIR DAN OPTIMASI SISTEM MANAJEMEN PEMELIHARAAN

FAILURE ANALYSIS OF PISTON DIESEL ENGINE FLOOD PUMP AND OPTIMIZATION OF MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM

Mochamad Sugiri[1*], D. N. Adnyana[2]
[1]*Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta*
[2]*Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta*

[*]*E-mail: sugiri.moch@gmail.com*

Diterima 07-07-2020	Diperbaiki 09-11-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Untuk mengatasi banjir di Jakarta, Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta menyiagakan144 (seratus empat puluh empat) rumah pompa yang melintasi kali Ciliwung. Selain menyiagakan rumah-rumah pompa, DKI Jakarta juga menyiapkan 133 (seratus tiga puluh tiga) pompa portable (mobile) yang tersebar di 5 (lima) wilayah kota administratif. Dari informasi yang diperoleh diketahui bahwa bulan Januari 2018 telah terjadi kerusakan pada piston mesin diesel 1103 Series, penggerak Generator 50 kVA, 36 kW yang beroperasi di pompa banjir wilayah Jakarta. Diidentifikasi faktor penyebab kerusakan adalah diawali adanya indikasi temperatur tinggi pada dinding silinder yang mengakibatkan piston tidak bergerak (stuck) akbat dari kurangnya pelumasan dalam cylinder block. Selanjutnya penelitian ini akan mengidentifikasi faktor penyebab kerusakan yang terjadi pada mesin diesel pompa banjir di Jakarta Barat. Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian yang memiliki proses tahapan pengujian, yaitu: pengujian makroskopik, pengujian metalografi, analisa komposisi kimia, pengujian kekerasan, pengujian SEM (Scaning Electron Macroscopy) yang dilengkapi dengan analisa EDXS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy), pengujian oli bekas (Schedule Oil Sampling). Dari hasil pembahasan, diperoleh akibat dari kerusakan piston mesin diesel pompa banjir yaitu dengan dilakukannya: pengujian metalografi dimana diperoleh struktur mikro piston berupa aluminium dendrite yang menandakan piston mengalami local melting yang mengakibatkan local overheating, pengujian viskositas (kekentalan) oli bekas didapat: TBN (Total Base Number) pada oli sedikit rendah, oksidasi sedikit di atas normal karena pembakaran yang kurang sempurna, adanya kenaikan (selisih) pada unsur Fe dan Cu pada oli bekas yaitu sebesar 9 ppm dan 3 ppm. Jika kandungan Fe lebih besar akan mengakibatkan kerusakan Liner Cylinder Block dan piston dan apabila Cu lebih besar maka akan mengakibatkan kerusakan pada bearing. Dari hasil penelitian ini perlu adanya optimasi sistem manajemen pemeliharaan yaitu: melaksanakan Standard Operation Procedure (SOP), melakukan pemeliharaan prediktif terhadap komponen mesin diesel, melakukan pemeliharaan preventif terhadap komponen mesin diesel.

Kata Kunci: *kerusakan, pompa, piston, pelumasasan, local melting, local overheating, manajemen pemeliharaan*

ABSTRACT

To deal with floods in Jakarta, the DKI Jakarta Water Resources Office has alerted 144 (one hundred and forty four) pump houses across the Ciliwung River. In addition to alerting pump houses, DKI Jakarta is also preparing 133 (one hundred thirty-three) portable (mobile) pumps spread across 5 (five) administrative city areas. From the information obtained it is known that in January 2018 there has been damage to the 1103 Series diesel engine pistons, 50 kVA, 36 kW generator drivers operating in the Jakarta area flood pump. The cause of the damage was identified as a high temperature indication on the cylinder wall which caused the piston to be stuck (stuck) due to lack of lubrication in the cylinder block. Furthermore, this study will identify the causes of damage that occurs in flood pump diesel engines in West Jakarta. This study uses a research methodology that has a process of testing phases, namely: macroscopic testing, metallographic testing, chemical composition analysis, hardness testing, SEM (Scaning Electron Macroscopy) testing which is equipped with EDXS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) analysis, used oil testing (Schedule Oil Sampling). From the results of the discussion, it is obtained as a result of

damage to the diesel engine piston pump flooding, namely by doing: metallographic testing in which the micro piston structure is obtained in the form of aluminum dendrite which indicates the piston has local melting resulting in local overheating, viscosity testing (viscosity) of used oil obtained: TBN (Total Base Number) in oil is slightly low, oxidation is slightly above normal due to incomplete combustion, there is an increase (difference) in the elements of Fe and Cu in used oil that is equal to 9 ppm and 3 ppm. If the Fe content is greater it will cause damage to the Liner Cylinder Block and piston and if Cu is greater then it will cause damage to the bearing. From the results of this study there needs to be an optimization of the maintenance management system, namely: implementing Standard Operation Procedure (SOP), perform predictive maintenance of diesel engine components, preventive maintenance of diesel engine components.

Keywords: *failure, pump, piston, lubrication, local melting, local overheating, maintenance management*

PENDAHULUAN

Untuk mengatasi banjir di Jakarta, Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta menyiagakan 144 (seratus empat puluh empat) rumah pompa yang melintasi kali Ciliwung. Selain menyiagakan rumah-rumah pompa, DKI Jakarta juga menyiapkan 133 (seratus tiga puluh tiga) pompa portabel (*mobile*) yang tersebar di 5 (lima) wilayah kota administratif (*sumber: republika.co.id*). Pompa portabel (*mobile*) dengan sumber listrik dari mesin diesel (*generator set*), berfungsi untuk memompa genangan air di saluran kota dan dibuang ke laut. Pompa portabel ini dilengkapi dengan mobil dan *generator set* yang dapat dibawa ke area banjir. Kapasitas pompa banjir portabel yaitu 200 liter per detik dengan tipe *submersible* (celup langsung ke air), membutuhkan daya sebesar 16 kW (20 Hp). Untuk menghidupkan satu unit pompa portabel ini dibutuhkan generator set sebesar 50 kVA (36 kW). Mengingat banyaknya jumlah pompa portabel di DKI Jakarta maka diperlukan satu tim khusus dari Sudin Tata Air untuk merawat (*manintenance*), menghidupkan pompa saat hujan tiba, dan melakukan perbaikan (*repair*) jika terjadi kerusakan agar pompa dapat selalu siap (*ready*).

Dari informasi yang diperoleh diketahui bahwa pada bulan Januari 2018 telah terjadi kerusakan pada piston pada mesin diesel 1103 Series, penggerak Generator 50 kVA, 36 kW yang beroperasi di pompa banjir wilayah Jakarta Barat. Diidentifikasi faktor penyebab kerusakan adalah diawali adanya indikasi temperatur tinggi pada dinding silinder yang mengakibatkan piston tidak bergerak (*stuck*). Sebelum kerusakan unit beroperasi dengan normal dari parameter *water temperatur*, *oil pressure*, *fuel pressure*. Mesin Diesel sejenis juga terdapat pada 4 (empat) lokasi lain di Jakarta dengan jumlah total di Jakarta 10 unit, sehingga kerusakan yang sama perlu dihindari/dimitigasi karena itulah penelitian ini perlu dilakukan.

Untuk itu penulis perlu melakukan analisa kerusakan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan mesin diesel tersebut, serta evaluasi data pemeliharaan yang telah dilakukan selama ini, untuk dilakukan langkah-langkah pencegahan agar dikemudian hari tidak terjadi kerusakan yang sama.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Identifikasi penyebab kerusakan yang terjadi pada mesin diesel pompa banjir di Jakarta Barat.
b. Menganalisa kerusakan piston mesin diesel pompa banjir.
c. Menentukan tindakan pencegahan dan menentukan teknik pemeliharaan untuk menghindari kerusakan yang sama pada piston mesin diesel pompa banjir tersebut.
d. Mengoptimasi sistim manajemen pemeliharaan yang diterapkan pada mesin diesel tersebut.

METODOLOGI

Metodologi penelitian ini meliputi:

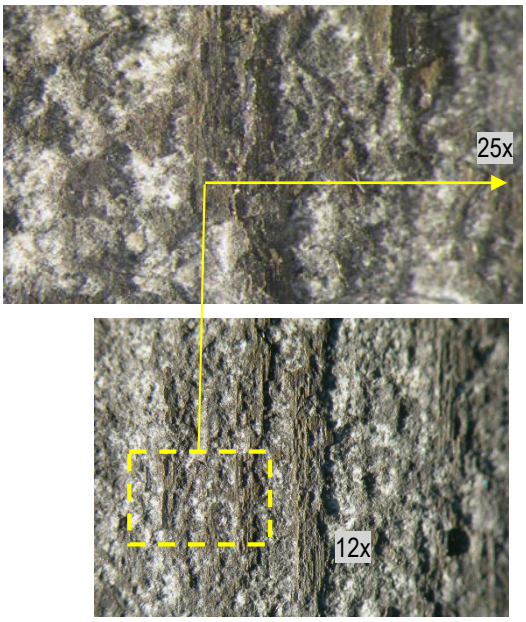
a. Melakukan observasi untuk menentukan penyebab utama kerusakan.
b. Pemeriksaan *visual* pada silinder blok dan piston mesin diesel yang rusak untuk pengambilan contoh uji/*sample.*
c. Membuat contoh bahan uji/*sample uji* dari piston mesin diesel pompa banjir.
d. Pemeriksaan *fractografi* pada bahan uji/*sample* untuk mengetahui kerusakan permukaan piston mesin diesel.
e. Pemeriksaan *Metallografi* pada contoh uji/*sample* untuk mengetahui dan mengevaluasi mikrostruktur kondisi piston mesin diesel.
f. Pemeriksaan kekerasan contoh uji piston mesin diesel.

g. Pemerikasaan komposisi kimia material piston mesin diesel.
h. Pemeriksaaan komposisi kimia dengan *SEM EDXS* material ring piston.
i. Pemeriksaan oli bekas mesin diesel dan membandingkan dengan oli.
j. Membandingkan sistim manajemen pemeliharaan yang ada dengan standar pemeliharaan yang terdapat pada *manual book* mesin diesel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Makroskopik

Hasil pengujian makroskopik yang ditunjukkan pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa jenis dan penyebab serta mekanisme kerusakan yang terjadi pada piston tersebut diperkirakan *cylinder liner* mengalami pemanasan akibat proses pembakaran yang terjadi didalamnya yang mengakibatkan terjadinya mulur (*creep*). Piston mengalami *stuck* sehingga terjadinya gesekan yang mengakibatkan cacat/kerusakan pada permukaan luar piston.



Gambar 1. Foto makro cacat/kerusakan pada sisi A.1 dan A.2

Hasil Uji Komposisi Kimia Material Piston

Hasil analisa kimia terhadap material piston memperlihatkan bahwa piston tersebut terbuat dari aluminium dengan dengan diberi sejumlah unsur pemadu seperti Fe, Si, Mg, Mn dan lainnya (Tabel 1). Unsur-unsur pemadu tersebut digunakan untuk meningkatkan kekuatan, disamping untuk meningkatkan ketahanan panas dan ketahanan korosi/oksidasi.

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia Material Piston, dibandingkan dengan Material Standard

Elemen/ Unsur	% Berat (Weight %)		Material Standard JIS-AC8A
	Lokasi Normal	Lokasi Cacat	
AL	83.2	83.2	Balance
Fe	0.382	0.382	<0.7
Si	13.0	12.9	11 – 13
Mg	0.966	0.919	0.8 – 1.3
Mn	0.192	0.828	< 0.15
Cr	0.0055	0.0067	< 0.10
Ni	0.892	0.887	0.8 – 1.5
Cu	1.16	1.16	0.8 – 1.3
V	0.0106	0.129	-
Ti	0.0557	0.0584	< 0.2
Pb	<0.0050	<0.0050	-
Zn	0.0785	0.0896	<0.15
Co	<0.0020	<0.0020	-

Hasil Uji Komposisi Kimia Material Ring Piston

Hasil analisa kimia terhadap material ring piston memperlihatkan bahwa ring piston tersebut terbuat dari besi tuang (*cast iron*) dengan dengan diberi sejumlah unsur pemadu seperti Si, Mn, Cr, Ni dan lainnya (lihat Tabel 2). Unsur-unsur pemadu tersebut digunakan untuk meningkatkan kekuatan, juga untuk meningkatkan ketahanan panas dan ketahanan korosi/oksidasi.

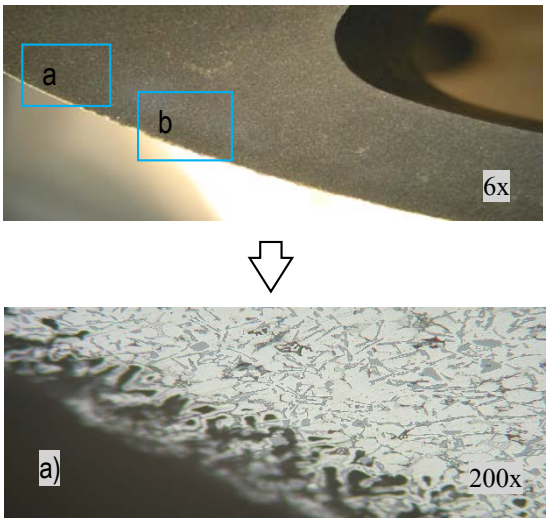
Tabel 2. Hasil Uji Komposisi Kimia Material Ring Piston, dibandingkan dengan Material Standard

Elemen/ Unsur	% Berat (Weight %)	Material Standard JIS – B 8032-6
Fe	84.4	Balance
C	> 4.50	4
Si	4.93	3
Mn	0.828	0.6
Cr	0.429	-
Ni	1.42	-
Mo	1.51	-
Cu	1.39	-
Al	0.0303	-
V	0.0078	-
Ti	0.0331	-
Pb	0.0260	-
S	0.0044	< 0.2
P	0.0258	< 0.2
Co	0.0154	-
Nb	0.0035	-
W	0.0418	-

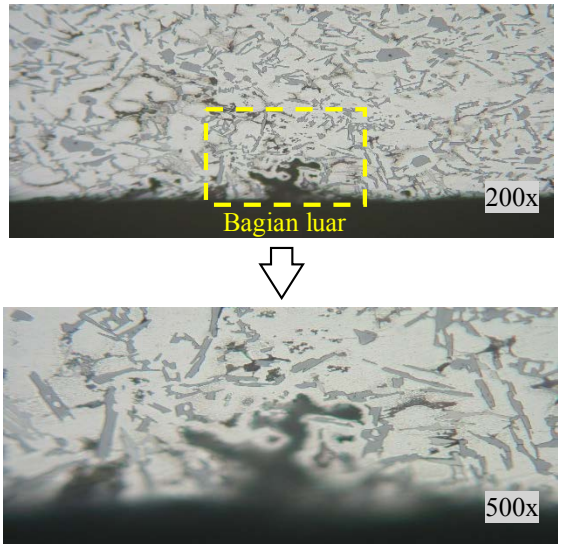
Hasil Uji Metalografi Material Piston

Pada Gambar 2 lokasi (a) struktur mikro material piston mengalami *Eutectic Al-Si* yaitu apabila kandungan silikon yang terkandung didalamnya sekitar 11,7% sampai 12,2%. Pada

komposisi ini paduan Al-Si dapat membeku secara langsung (dari fasa cair ke padat).



Gambar 2. Struktur mikro material piston lokasi a

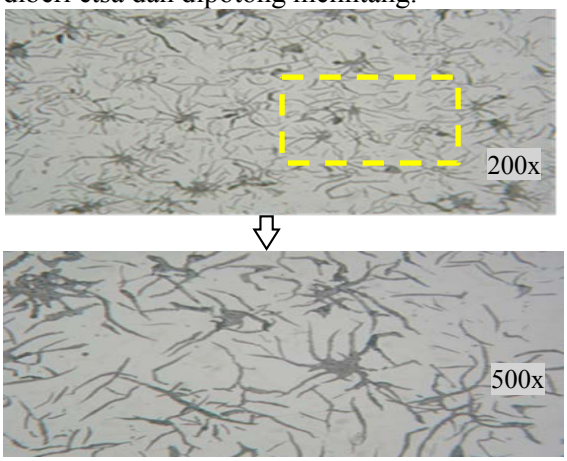


Gambar 3. Struktur mikro material piston pandangan B lokasi 2

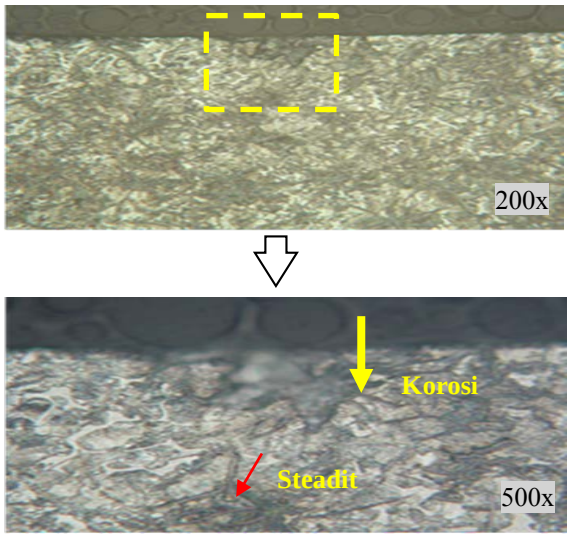
Pengambilan sampel material piston untuk analisa struktur mikro pada potongan/pandangan B bagian tengah (No. 2) dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar tersebut menunjukkan struktur mikro lokasi no. 2 bagian tepi/luar berupa Al-Mg-Si di daerah tengah terdapat aluminium *dendrite* menandakan piston mengalami *local melting* yang mengakibatkan terjadinya *local overheating*.

Hasil Uji Metalografi Ring Piston

Pada Gambar 4 struktur mikro ring piston tanpa etsa berupa material besi cor kelabu (*grey cast iron*). Struktur mikro berupa *pearlitic* halus dan adanya *steadite* (putih). Pada Gambar 5 struktur mikro ring piston telah diberi etsa terlihat besi tuang kelabu *pearlitic*, grafit serpih yang dikelilingi oleh matriks *pearlitic*, struktur lamellar *cementite* (Fe3C) dan struktur gelap ferit, serta daerah tepi mengalami korosi temperatur tinggi. Pada Gambar 5 struktur mikro ring piston telah diberi etsa dan dipotong melintang.



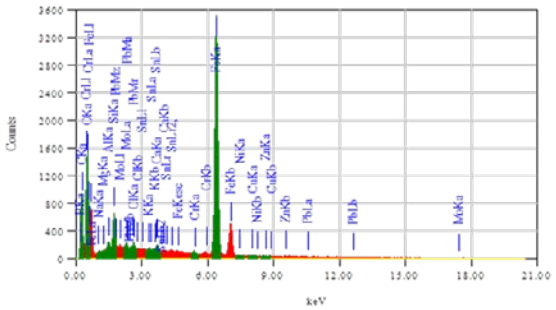
Gambar 4. Struktur mikro ring piston 1 tanpa etsa



Gambar 5. Struktur mikro ring piston 1 pakai etsa: nital 2%

Hasil Uji SEM (Scanning Electron Microscopy) yang dilengkapi dengan EDXS (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) pada Ring Piston.

Pada Gambar 6 terlihat hasil uji SEM EDXS pada material ring piston berupa struktur mikro yang memperlihatkan bahwa ring piston terbuat dari besi cor kelabu (grey cast iron) dan Struktur mikro berupa pearlitic halus dan adanya steadite (putih), ring piston tidak diberi etsa. Pengujian dilaksanakan 3 (tiga) kali pengujian disini diberikan gambaran salah satu dari masing- masing pengujian.



Gambar 6. Hasil uji SEM EDXS pada ring piston

Tabel 4. Hasil uji komposisi kimia Ring piston dengan SEM - EDXS

Elemen /Unsur	Berat (%)				
	Test 1	Test 2	Test 3	Rata-rata	Standard JIS B-8032-6
Fe	77,46	73,72	77,05	76,08	Balance
C	5,37	6,19	6,26	5,94	4,00
O	13,10	14,69	12,49	13,43	-
Na	0,08	0,03	0,07	0,06	-
Mg	0,08	0,01	0,07	0,05	-
Al	-	0,39	-	0,13	-
Si	1,57	1,73	1,71	1,67	3,00
Cl	-	0,51	-	0,17	-
S	-	-	0,34	0,11	< 0,20
K	0,17	0,29	0,04	0,17	-
Ca	0,55	0,63	0,61	0,60	-
Cr	0,27	0,23	0,21	0,24	-
Ni	-	0,13	0,01	0,05	-
Cu	0,44	0,41	0,65	0,50	-
Zn	0,16	0,07	0,10	0,11	-
Mo	0,54	0,70	0,27	0,50	-
Pb	0,26	-	0,08	0,11	-
Sn	-	0,18	-	0,06	-

(Laboratorium P2MM – LIPI Puspiptek, Serpong – Banten)

Dari Tabel 4 terlihat hasil uji komposisi kimia dengan menggunakan SEM yang dilengkapi dengan EDXS pada material ring piston adalah: Fe (besi) di tambah pemadu unsur lainnya seperti: C, Si, dan sebagainya.

Perbandingan elemen/unsur pada material ring piston (menurut standard JIS B 8032-6) bahwa pada material ring piston terdapat unsur O (Oksigen) sebesar 13,43%, sedangkan untuk unsur lainnya masih masuk range standard JIS. Unsur O ini menandakan bahwa ring piston mengalami oksidasi yang menimbulkan korosi pada ring piston.

Hasil Uji Kekerasan (Hardness Test) Material Piston

Seperti terlihat pada Gambar 7 material piston yang telah dipotong dalam 3 (tiga) bagian yaitu potongan A, B dan C akan dilakukan uji kekerasan (*hardness test*). Hasil dari uji kekerasan material piston dapat dilihat pada tabel 5.



Potongan A



Potongan B



Potongan C

Gambar 7. Sampel/benda uji material piston

Tabel 5. Hasil Uji Kekerasan Piston

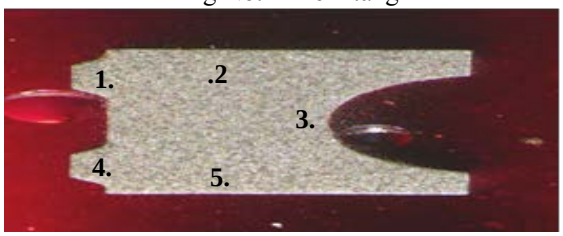
No.	NILAI KEKERASAN (HV)		
	Sampel A	Sampel B	Sampel C
1	74.9	71.9	86.2
2	73.2	71.9	214
3	75.7	75.3	227
4	121.0	75.7	79.7
5	79.7	77.0	79.3
6	82.1	76.1	75.7
7	313.0	79.7	78.8
8	515.0	81.2	80.2
9	157.0	81.2	76.6
10	108.8	-	77.5
11	-	-	67.0
12	-	-	71.9

Keterangan: Beban Uji (P) = 5 Kgf ; Sudut Identor: 136º

Hasil Uji Kekerasan (Hardness Test) Material Ring Piston

Seperti terlihat pada Gambar 8 material ring piston yang telah dipotong dalam 3 (tiga) bagian yaitu potongan A, B dan C akan dilakukan uji kekerasan (*hardness test*). Hasil dari uji kekerasan material piston dapat dilihat pada Tabel 6.

Ring No. 1 Melintang



Ring No. 1 Memanjang



Ring No. 2 Memanjang



Gambar 8. Sampel/benda uji material ring piston

Tabel 6. Hasil uji kekerasan ring piston

No.	NILAI KEKERASAN (HV)		
	Ring Piston No.1		Ring Piston No.2
	Melintang	Memanjang	Memanjang
1	232	243	232
2	232	249	234
3	230	243	232
4	235	244	234
5	231	245	232
Rata-rata	232	244.8	232.8

Keterangan: Beban Uji (P) = 5 Kg ; Sudut Identor : 136º

Hasil Uji Oli Bekas dan Oli Baru Mesin Diesel

Untuk menunjang hasil penelitian analisa kerusakan piston pada mesin diesel selain pemerikasaan dan pengujian material piston dan ring piston, penelitian dilanjutkan dengan pengujian oli bekas dan oli baru pada mesin diesel. Sesuai informasi yang diterima dari bagian *maintenance* bahwa oli mesin diesel yang dipergunakan adalah oli tipe Mesran dengan grade SAE 40. Seperti terlihat pada Tabel 7 hasil uji oli bekas, bahwa TBN (*Total Base Number*) pada oli sedikit rendah, oksidasi sedikit diatas normal, kemungkinan karena pembakaran yang kurang sempurna. Hasil dari nilai Zink terlalu rendah untuk oli mesin diesel, elemen lainnya normal.

Tabel 7. Hasil uji oli bekas mesin diesel

Elemen/ Unsur	Berat (Mg/Kg=ppm)			
	Wear Metal	Contaminant	Additives	Chemical Test
Pb	2	-	-	-
Fe	10	-	-	-
Cu	5	-	-	-
B	-	7	-	-
K	-	2	-	-
Na	-	3	-	-
Si	-	9	-	-
Ca	-	-	850	-
P	-	-	217	-
Zn	-	-	210	-
Mg	-	-	11	-
Mo	-	-	2	-
TBN	-	-	-	2,8

Catatan: Standard TBN sesuai spesifikasi oli : 5,20m KOH/g (ASTM D4739)

Seperti terlihat pada Tabel 8 hasil uji oli baru, bahwa TBN (*Total Base Number*) pada oli baru diatas standard dengan perbedaan sebesar 5 m KOH/g. Karena hasil TBN abnormal maka tidak direkomedasikan untuk menggunakan oli tipe ini.

Tabel 8. Hasil uji oli baru mesin diesel

Elemen/ Unsur	Berat (Mg/Kg=ppm)			
	Wear Metal	Contaminant	Additives	Chemical Test
Fe	1	-	-	-
Cu	2	-	-	-
Al	1	-	-	-
B	-	1	-	-
K	-	2	-	-
Na	-	5	-	-
Si	-	3	-	-
Ca	-	-	3759	-
P	-	-	688	-
Zn	-	-	842	-
Mg	-	-	13	-
Mo	-	-	52	-
TBN	-	-	-	10,2

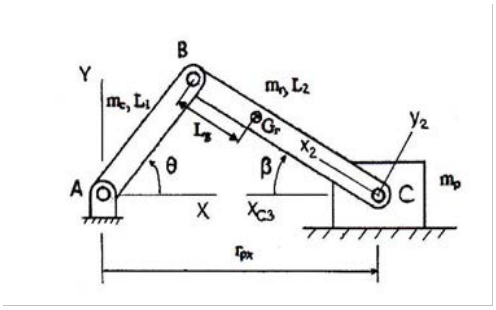
Catatan : Standard TBN sesuai spesifikasi oli : 5,20 m KOH/g (ASTM D4739)

Hasil pengujian oli bekas dan oli baru seperti yang disebutkan dalam Tabel 7 dan Tabel 8, ada kenaikan pada unsur Fe dan Cu pada oli bekas yaitu sebesar 9 ppm dan 3 ppm. Jika kandungan Fe lebih besar akan mengakibatkan kerusakan *liner cylinder block*

dan piston dan jika Cu lebih besar akan mengakibatkan kerusakan pada *bearing*.

Analisa Gaya yang bekerja pada Piston

Salah satu mekanisme yang paling umum digunakan adalah sistem rangkaian batang penghubung empat batang. Mekanisme engkol peluncur merupakan suatu sistem rangkaian batang penghubung empat batang yang sangat luas penggunaannya. Contoh yang umum dari penggunaannya ditemukan dalam mesin bensi dan mesin diesel, seperti terlihat dalam Gambar 9.



Gambar 9. Mekanisme Engkol Peluncur

Mekanisme engkol peluncur merupakan elemen pokok pada sistem kerja motor bahan bakar bensin atau solar. Mekanisme ini adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menghisap dan menekan bahan bakar ke dalam silinder guna mendapatkan temperature tinggi pada gas bahan bakar kemudian meledak di atas permukaan piston (torak), dimana ledakan inilah yang mendorong piston (torak) sekaligus merubah gerak verikal menjadi gerak berputar pada batang poros engkol menjadi tenaga pembangkit untuk memenuhi kebutuhan (Naharuddin, 2012). Dari hasil analisa gaya-gaya yang bekerja pada piston bahwa kerusakan/cacat pada piston bukan disebabkan karena gaya-gaya yang bekerja, karena saat terjadinya piston *stuck* tidak terjadi detonasi dan vibrasi pada mesin diesel.

Aspek Pemeliharan

Hasil pengamatan dilapangan selama proses terjadinya kegagalan/kerusakan pada piston mesin diesel pompa banjir seperti terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kegiatan bagian pemeliharaan

No	Kegiatan	Keterangan
1	Laporan harian pengoperasian mesin diesel	Ada
2	*Standard Operation Procedure* (SOP)	Tidak ada
3	Jadwal Pemeliharaan Prediktif	Tidak ada
4	Jadwal Pemeliharaan Preventif	Ada, tapi belum maksimal

Untuk mengoptimasi pemeliharaan agar tidak terjadinya kegagalan/kerusakan piston perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

Standard Operation Procedure (SOP)

Untuk dapat mengoperasikan sebuah alat pastinya harus dioperasikan sesuai dengan prosedur yang ada agar dapat berjalan dengan baik dan juga aman, sama hal nya dengan mengoperasikan mesin diesel Menghidupkan atau mematikan mesin diesel harus sesuai prosedur yang ada agar mesin diesel dapat berjalan dengan baik dan membuat mesin diesel lebih tahan lama dibandingkan dengan pengoperasian yang tidak sesuai prosedur. Sebelum mengoperasikan genset sebaiknya memperhatikan *Standard Operation Procedure* (SOP) atau cara pengoperasian mesin diesel.

Berikut langkah-langkah yang harus dikerjakan:

a. Sebelum Menyalakan mesin diesel:
   - Periksa bahan bakar.
   - Periksa air radiator, jika kurang segera tambahkan.
   - Periksa air ACCU, jika kurang segera tambahkan.
   - Periksa oli mesin, jika sudah tidak bagus segera diganti yang baru.
   - Periksa kabel R-S-T-N apakah sudah terpasang dengan benar.
   - Pasang kabel ACCU dengan benar dan kuat. Warna merah adalah positif (+), sedangkan warna hitam (-).
   - Buka box panel, kemudian naikkan semua MCB.

b. Saat Menyalakan mesin diesel:
   - Hidupkan mesin tanpa beban (*warming up*) kurang lebih selama 10 menit
   - Periksa *Oil Meter, Battery Charge, Water Temperature, Volt Meter AC, Frequency Meter dan Hour Counter Meter*, apakah sudah dalam keadaan baik ketika mesin dalam keadaan hidup.

c. Cara Mematikan mesin diesel
   - Turunkan breaker atau matikan beban terlebih dahulu. Kemudian tunggu sekitar 5 menit untuk pendinginan mesin (*cooling down*), setelah itu baru matikan mesin.

Standard Operation Prosedur (SOP) dipasang di setiap mesin diesel, agar setiap operator yang akan mengoperasikan membaca SOP ini.

Pembahasan Pemeliharaan Preventif terhadap Komponen Mesin Diesel

Pemeliharaan preventif terhadap komponen mesin diesel diantaranya dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah ini.

Tabel 10. Kegiatan Pemeliharaan Preventif

Maintenenance Activities	***Interval (hours)***				
	Daily	**250**	**500**	**1000**	**2000**
Air Starting Motor Lubricator Oil Level - Check	√				
Air Tank Moisture and Sediment - Drain	√				
Cooling System Coolant Level - Check	√				
Engine Air Cleaner Service Indicator - Inspect	√				
Engine Air Precleaner - Clean	√				
Engine Oil Filter Differential Pressure - Check	√				
Engine Oil Level - Check	√				
Fuel System Fuel Filter Differential Pressure - Check	√				
Fuel Tank Water and Sediment - Drain	√				
Instrument Panel - Inspect	√				
Walk-Around Inspection	√				
Engine Valve Lash - Inspect/Adjust		√			
Fuel Injector - Inspect/Adjust		√			
Battery Electrolyte Level - Check		√			
Belts - Inspect/Adjust/Replace		√			
Cooling System Coolant Sample (Level 1) - Obtain		√			
Cooling System Supplemental Coolant Additive (SCA) - Test/Add		√			
Engine Oil Sample - Obtain		√			
Fan Drive Bearing - Lubricate		√			
Radiator - Clean		√			
Air Shutoff - Test			√		
Engine Oil and Filter - Change			√		
Cooling System Coolant Sample (Level 2) - Obtain				√	
Engine - Clean				√	
Engine Crankcase Breather - Clean				√	
Engine Oil and Filter - Change				√	
Engine Protective Devices - Check				√	
Fuel System Primary Filter - Clean/Inspect/Replace				√	
Fuel System Secondary Filter - Replace				√	
Air Starting Motor Lubricator Bowl - Clean					√
Crankshaft Vibration Damper - Inspect					√
Engine Mounts - Check					√
Turbocharger - Inspect					√

Maintenenance Activities	***Interval (hours)***				
	3000	4000	6000	8000	12000
Engine Valve Lash - Inspect/Adjust		√			
Fuel Injector - Inspect/Adjust		√			
Cooling System Coolant (DEAC) - Change	√				
Cooling System Coolant Extender (ELC) - Add	√				
Fuel Injector - Inspect/Adjust		√			
Air Shutoff Damper - Remove/Check			√		
Magnetic Pickups - Clean/Inspect			√		
Alternator - Inspect			√		
Cooling System Water Temperature Regulator - Replace			√		
Fuel Injector - Inspect/Adjust			√		
Prelube Pump - Inspect			√		
Starting Motor - Inspect			√		
Water Pump - Inspect			√		
Camshaft Roller Followers - Inspect				√	
Cooling System Coolant (ELC) - Change					√

Sumber: Operation and Maintenance Manual. Perkins, Januari 2015

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, penyebab kerusakan adalah adanya kerusakan piston adalah adanya temperatur tinggi pada dinding silinder yang mengakibatkan piston tidak bergerak (*Stuck*).

Dari hasil analisis struktur mikro menunjukkan bahwa bagian tepi/luar piston berupa Al-Mg-Si. Bagian tengah piston terdapat cacat berupa aluminium dendrite yang menandakan piston mengalami *local melting* yang mengakibatkan *local overheating.*

Berdasarkan angka *Viskositas* (kekentalan) oli bekas didapatkan TBN (*Total Base Number*) pada oli sedikit rendah, oksidasi sedikit di atas normal karena pembakaran yang kurang sempurna, adanya kenaikan (selisih) pada unsur Fe dan Cu pada oli bekas yaitu sebesar 9 ppm dan 3 ppm. Jika kandungan Fe lebih besar akan mengakibatkan kerusakan Liner Cylinder Block dan piston dan apabila

Cu lebih besar maka akan mengakibatkan kerusakan pada *bearing.*

Cara menentukan pencegahan dan menentukan teknik pemeliharaan untuk menghindari kerusakan yang sama pada piston mesin diesel pompa banjir tersebut, perlu menggunakan oli sesuai dengan standar TBN dengan spesifikasi oli: 5,20 m KOH/g (ASTM D 4739). Melakukan kegiatan pemeliharaan, berupa: Laporan harian pengoperasian mesin diesel, *Standard Operation Procedure* (*SOP*), Jadwal Pemeliharaan Prediktif, dan Jadwal Pemeliharaan Preventif.

Dari hasil penelitian perlu adanya optimasi sistem manajemen pemeliharaan, meliputi pelaksanaan *Standart Operation Procedure* (SOP) yaitu melakukan Pemeliharaan Prediktif terhadap Komponen Mesin Diesel dan melakukan Pemeliharaan Preventif terhadap Komponen Mesin Diesel.

SARAN

Disarankan agar melakukan penggantian oli tepat waktu agar viskositas (kekentalan) oli dapat dipertahankan dengan baik.

Untuk *Standart Operation Procedure* (SOP) sebaiknya dipasang disetiap mesin diesel, agar operator dapat dengan mudah melihat, membaca dan mengoperasikan mesin sesuai SOP yang telah dibuat.

Disarankan agar setiap operator terlebih dahulu di*training* dimana tujuan dari pada training tersebut adalah agar operator paham dan mengerti dalam mengoperasikan mesin diesel secara baik dan benar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Bapak Dr. Ir. Abdul Multi, MT, selaku Dekan Program Pascasarjana Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN), Jakarta; Bapak Dr. Kartiko Eko Putranto, DEA, Dipl.-Ing, PhD, selaku Dosen penguji sekaligus Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta; Bapak Prof. Dr. Ir. DN. Adnyana, APU, selaku Dosen pembimbing dan penguji; Bapak Prof. Dr. Ir. Dipl.-Ing. Bambang Teguh P, DEA, APU, sebagai Dosen penguji; Bapak Dr. Ir. Tri Wibowo, M.Sc., sebagai Dosen penguji; Seluruh Staf Pengajar Program Studi Magister Teknik Mesin Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN), Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ASM International Handbook Committee. "ASM Handbook: Failure Analysis and Prevention, Volume 11", *Copyright by ASM International*, Ohio (2002)

[2] ASM International Handbook Committee. "ASM Handbook: Metallography and Microstructures, Volume 9", *Copyright by ASM International*, Ohio (2004)

[3] Djoko Wiyono. "Panduan Pengujian Material", *Luk UPT-BPPT* Serpong.

[4] DN. Adnyana. "Kegagalan dan Kerusakan pada Komponen dan Peralatan Industri", *Volume 1 Cetakan Pertama, Penerbit Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN)*, Jakarta Selatan (Juli/Agustus 2016)

[5] E. Karyanto. "Penuntun Praktikum Tekonologi Perlengkapan Mesin Diesel", *Penerbit Restu Agung*, Jakarta (2008)

[6] L.L.J. Mahon. "Diesel Generator Handbook", *1st Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann*, Burlington (2004).

[7] Naharuddin. "Penentuan Kecepatan dan Percepatan Mekanisme Engkol Peluncur pada Komponen Mesin", *Jurnal Mekanikal, Vol 3 No. 2*, (2012)

[8] Perkins. "Operation and Maintenance Manual", *Copyright Perkins Engines Company Limites*, U.K (Januari 2015)

P-5

PERENCANAAN SISTEM PENDINGIN UDARA 25 LANTAI PADA GEDUNG PERKANTORAN DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM AC CENTRAL (*WATER COOLED*) DI JAKARTA

AIR CONDITIONING SYSTEM DESIGN OF 25TH FLOOR ON THE OFFICE BUILDING WITH USING THE CENTRAL AC SYSTEM (WATER COOLED) IN JAKARTA

Mochamad Sugiri[1*], Srihanto[2]
[1,2] Teknik Mesin, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta
Jalan Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur

[*]E-mail: sugiri.moch@gmail.com

Diterima 08-09-2020	Diperbaiki 15-09-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Fungsi utama sistem pengkondisian udara secara garis besar terbagi menjadi 2 (dua) yaitu memberikan kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada di dalamnya (Comfort Air Conditioning) dan juga pengaturan kondisi udara yang dapat mendukung pemprosesan bahan (Indsutrial Air Conditioning). Perhitungan beban pendinginan perlu dilaksanankan terlebih dahulu sebelum melakukan perhitungan sistem pendinginan udara di suatu ruangan. Hal ini diperlukan karena besarnya beban pendingin sangat berpengaruh terhadap pemilihan mesin pendingin udara (Air Conditioning), kapasitas mesin pendingin (Chiller), head pompa, kapasitas pompa dan daya motor pompa chiller, kapasitas menara pendingin (Cooling Tower), kebutuhan air untuk mendinginkan chiller, perhitungan pipa-pipa untuk mendinginkan chiller, perhitungan ducting untuk aliran udara bersih dan grille/diffuser sehingga kenyamanan dapat diperoleh. Penelitian ini menggunakan metodologi perencanaan yang memiliki proses tahapan perencanaan, yaitu: tahap persiapan, metode pengumpulan data, diagram alir perancangan dan metode pengolahan data. Dalam hal ini penulis merencanakan sistem pendingin udara dengan menggunakan AC Sentral (Water Cooled) untuk gedung perkantoran 25 lantai di Jakarta, dimana tinggi gedung adalah 115 meter dari permukaan laut, luas lantai untuk 25 lantai adalah sebesar 39.800,25 m^2 dengan suhu ruangan dipertahankan pada temperatur 23-25°C dan tingkat kelembaban (RH) 50-80%. Dari hasil perhitungan perencanaan diperoleh: a) beban kalor total (Qt) sebesar 15.049.931,69 Btu/jam atau 1.254,16 TR; b) beban kalor per m^2 adalah sebesar 378,13 Btu/m^2 atau 0,031 TR/ m^2 atau 108,934 Watt/m^2; c) kebutuhan udara segar per m^2 adalah sebesar 1,57 CFM atau 0,74 l/s, dengan demikian dibutuhkan 1 (satu) mesin supply fan (SF) tipe Sentrifugal dengan kapasitas mesin SF sebesar 62.500 CFM atau 29.496,71 l/s; d) daya pompa air dingin (CHWP) sebesar 470,174 kW atau 638,823 HP, dimana dibutuhkan 4 (empat) unit pompa (3 unit jalan, 1 unit standby) dengan kapasitas pompa yang digunakan sebesar 779.742,28 liter/jam atau 13,32 m3/menit, dengan head total pompa (Ht) 172,77 mH2O dan efisiensi pompa 0,8-0,9; e) daya pompa untuk pendingin kondensor (CWP) sebesar 400,961 kW atau 544,783 HP, dimana dibutuhkan 4 (empat) unit pompa (3 unit jalan, 1 unit standby) dengan head total pompa (Ht) 147,3377 mH2O dan efisiensi pompa 0,8-0,9. Dari hasil perencanaan ini diharapkan memberikan penyegaran udara yang fungsinya tidak hanya untuk kenyamanan saja namun juga untuk menjaga kestabilan, temperatur, kelembaban, distribusi, kebersihan udara, kadar oksigen yang cukup untuk kondisi yang dikehendaki.

Kata Kunci: Pengkondisian Udara, Perencanaan, Beban Pendingin, AC Central, Water Cooled.

ABSTRACT

The main function of the air conditioning system is broadly divided into 2 (two), namely providing comfortable conditions needed by the occupants in it (Comfort Air Conditioning) and also regulating air conditions that can support the processing of materials (Indsutrial Air Conditioning). Calculation of the cooling load needs to be done first before carrying out the calculation of the air cooling system in a room. This is necessary because the magnitude of the cooling load is very influential on the selection of the air conditioning engine (Air Conditioning), the capacity of the cooling engine (Chiller), pump head, pump capacity and motor power of the chiller pump, the cooling tower capacity (Cooling Tower), the need for water to cool the chiller, calculation of pipes to cool the chiller, calculation of ducting for clean air flow and grille / diffuser so that comfort can be obtained. This study uses a planning methodology that has a planning stage process, namely: the preparation stage, the data collection method, the design flow chart and the data processing method. In this case the authors plan an air conditioning system using Central Air Conditioning (Water Cooled) for a 25-story office building in Jakarta, where the height of the building is 115 meters above sea level, the floor area for 25 floors is 39,800.25 m2 with room temperature maintained at temperature 23-25 ° C and humidity level (RH) 50-80%. From the calculation results obtained planning: a) the total heat load (Qt) of 15,049,931.69 Btu/hour or 1,254.16 TR; b) the heat load per m2 is 378.13 Btu/m2 or 0.031 TR/m2 or 108.934 Watt/m2; c) the need for fresh air per m2 is 1.57 CFM or 0.74 l/s, thus 1 (one) Centrifugal type fan supply (SF) machine with an SF engine capacity of 62,500 CFM or 29,496.71 l/s ; d) cold water pump power (CHWP) of 470,174 kW or 638,823 HP, where it takes 4 (four) pump units (3 units of road, 1 unit of standby) with a pump capacity used of 779,742.28 liters/hour or 13.32 m3/minute, with a total pump head (Ht) 172.77 mH2O and pump efficiency 0.8-0.9; e) pump power for condenser coolant (CWP) of 400,961 kW or 544,783 HP, where 4 pump units (3 units of road, 1 unit standby) with a total pump head (Ht) of 147,3377 mH2O and pump efficiency of 0.8 -0.9.

Keywords: Air Conditioning, Design, Cooling Load, Central AC, Water Cooled.

PENDAHULUAN

Fungsi utama sistem pengkondisian udara secara garis besar terbagi menjadi dua yaitu memberikan kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada di dalamnya (*comfort air conditioning*) dan juga pengaturan kondisi udara yang dapat mendukung pemprosesan bahan (*industrial air conditioning*).

Pada penelitian ini adalah ruangan yang didinginkan adalah ruang gedung perkantoran yang terdiri dari 25 lantai dan dari hasil pengamatan terhadap ruang gedung perkantoran didapatkan data-data yang terdiri dari perlengkapan seperti meja, kursi, komputer, lampu dan lift. Adapun pengukuran ruang gedung perkantoran adalah panjang, lebar, tinggi ruang dan jumlah lantai. Untuk menjaga suhu ruangan agar nyaman, maka suhu dipertahankan pada temperatur 23-25ºC dan tingkat kelembaban (RH) 50-80%. Dengan demikian penulis merencanakan sistem pendingin udara yang dipergunakan untuk gedung perkantoran 25 lantai.

Perhitungan beban pendingin perlu dilaksanakan terlebih dahulu sebelum melakukan perhitungan sistem pendinginan udara di suatu ruangan. hal ini diperlukan karena besarnya beban pendingin sangat berpengaruh terhadap pemilihan mesin pendingin udara (*Air Conditioner*), kapasitas Mesin Pendingin (*Chiller)*, *head* pompa, kapasitas pompa dan daya motor pompa *chiller*, kapasitas Menara Pendingin (*Cooling Tower*), kebutuhan air untuk mendinginkan *chiller*, perhitungan pipa-pipa untuk mendinginkan *chiller*, perhitungan *ducting* untuk aliran udara bersih dan *grille/diffuser* sehingga kenyamanan dapat diperoleh. Beban pendinginan dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor dari dalam ruangan (*internal heat gains*) yang meliputi orang-orang, lampu, dan peralatan elektronik yang menghasilkan kalor. Kemudian faktor dari luar ruangan (*external heat gains*) yang meliputi konduksi melalui dinding, atap, lantai dan radiasi dari matahari yang melewati kaca.

Oleh karena itu perlu analisa perhitungan sistem pendingin yang ada di ruang gedung perkantoran 25 lantai, sehingga didapat pemilihan sistem pendingin udara yang tepat guna memberikan kenyamanan bagi orang yang ada di dalamnya.

Ruang lingkup dari penelitian adalah bagaimana mendapatkan beban pendingin yang tepat untuk pemilihan sistem pendingin yang tepat untuk gedung perkantoran 25 lantai.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

a) Menentukan besar beban pendingin

b) Menentukan sistem pendingin pada gedung
c) Menentukan komponen pada sistem pendingin
d) Menghasilkan rancangan sistem AC pada gedung sesuai yang direncanakan.

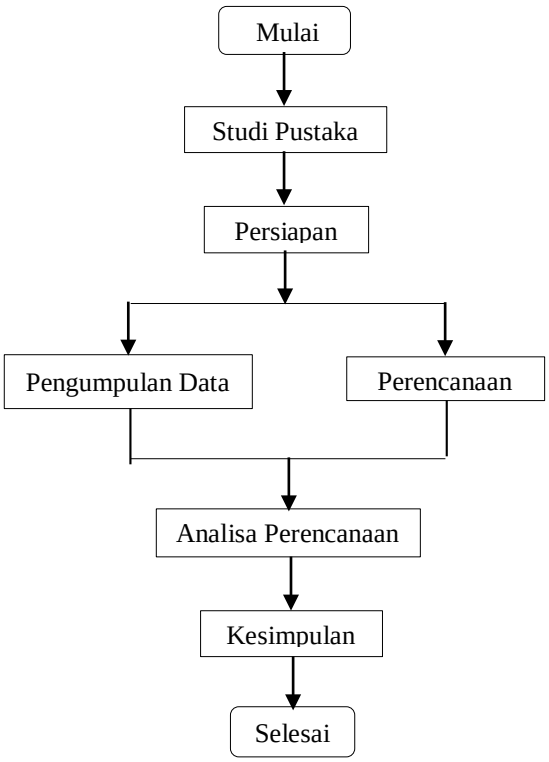
Mengingat betapa luas dan kompleksnya permasalahan pada mesin pendingin, maka batasan dari penelitian ini hanya pada perencanaan sistem pendinginan untuk sistem AC central, cara perhitungan harus sesuai dengan metode perhitungan pada referensi yang ada sehingga permasalahan dapat terarah dan tidak melebur.

METODOLOGI

Pada penelitian ini dilakukan tahap persiapan merupakan kegiatan perencanaan sebelum mengumpulkan data dan pengolahan data. Di dalam tahap persiapan ini disusun hal-hal penting yang harus dilakukan untuk effesiensi waktu perencanaan. Tahapan persiapan mencakup antara lain : pengumpulan data dan studi pustaka.

Setelah tahap persiapan, maka penelitian dilanjutkan ke tahap pengumpulan data-data yang diperlukan untuk perencanaan sistem pendingin udara central untuk gedung perkantoran di Jakarta sebagai berikut :

a) Informasi mengenai bentuk gedung yang akan dipasang AC central.
b) Luas ruang perlantai dan total luas yang akan dipergunakan untuk perkantoran.
c) Volume ruang perlantai dengan mengetahui tinggi ruang perlantai.
d) Mengumpulkan data untuk alat-alat yang akan dipergunakan untuk perencanaan.
e) Mengumpulkan data-data tipe penyegar udara (air conditioner), mesin pendingin (chiller), pompa-pompa, menara pendingin, kipas (*exhaust fan*) yang akan digunakan dalam perencanaan ini.
f) Serta data-data penunjang lainnya seperti referensi buku dari pengarang dalam dan luar negeri.



Gambar 1. Diagram alir perencanaan

Bangunan yang akan dikondisikan udaranya adalah sebuah gedung perkantoran yang terletak di Jakarta pada 107° garis bujur timur dan 6° garis lintang selatan dan elevasi 8 meter diatas permukaan laut. Pengkondisian udara dalam gedung ini direncanakan untuk mencapai kondisi udara dalam ruangan-ruangan kantor sebagai berikut :

a) Temperatur = 23°C - 25°C
b) Kelembaban = 50% - 80%
c) Pertukaran udara = 8 - 10 kali perjam
d) Pertukaran udara pada area parkir kendaraan = 6 kali perjam
e) Kondisi udara luar : temperatur bola basah = 27°C, temperatur bola kering = 32°C, kelembaban relatif rata-rata = 77% - 82%, beda temperature harian rata-rata = 8°C.

Ruangan yang didinginkan adalah terdiri dari beberapa ruangan, setiap ruangan terdapat beberapa peralatan seperti : komputer, cpu komputer, note book, meja komputer, kursi, lampu penerangan dan terdapat juga ruang koridor (lorong masuk ke ruangan). Ada beberapa ruang yang tidak didinginkan yaitu ruang mesin, ruang lift, ruang shaft untuk instalasi pipa dan saluran udara, ruangan tersebut dianggap partisi.

Bangunan ini berfungsi sebagai kantor dan sarana penunjangnya, data yang dipakai untuk perencanaan ini adalah sebagai berikut :

a) Tinggi langit-langit : Kantor = 2,8 m, Lobby lift & koridor = 3,0 m
b) Tinggi lantai ke lantai
Lantai Basement 1 s/d 3 = 3,2 m, Lantai Basement Semi Basement = 4,9 m, Lantai Dasar = 12,6 m, Lantai 2 s/d 25 = 4,2 m, Lantai Roof = 5,9 m, Top Roof (Crown) = 10,65 m
c) Tinggi bangunan dari permukaan = 115 m
d) Ukuran ruang kantor perlantai : Panjang = 39,90 m, Lebar = 39,90 m, Tinggi : 3,00 m
e) Luas lantai dasar s/d lantai 25
Luas bersih = 29.517 m², Luas koridor = 10.265 m², Total luas = 39.782 m²
f) Jendela (kaca) : Low of emision
Tebal = 8 mm, Lebar = 1,36 m, Tinggi = 4,20 m, Jumlah kaca : 118 buah per lantai
g) Dinding luar : Hebel diplester
h) Atap : Beton tebal 12 cm
i) Jumlah lantai : 30 (Lantai Basement 3 s/d Lantai Roof)
j) Jumlah orang perlantai : ± 250 orang
(1 orang = 6 – 8 m²)
k) Perlengkapan peralatan kantor perlantai
Jumlah computer = 200 buah, Jumlah note book = 50 buah, Jumlah lampu tipe LED 36 Watt = 195 buah, Jumlah lampu tipe Bulb 13 Watt = 47 buah, Jumlah meja = 200 buah, Jumlah kursi = 200 buah

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Perencanaan

a) Kondisi udara luar kota Jakarta
- Temperatur bola kering = 32°C.
- Temperatur bola basah = 27°C.
- Perubahan temperatur harian = 8°C.

Dari diagram Psikometrik diperoleh :
- Kadar uap lembab = 0,0206 kg/kg.
- Kelembaban Relatif = 68%.
- Entalpi = 85 kJ/kg.
- Temperatur jenuh = 25,6°C.

b) Kondisi udara dalam
- Temperatur bola kering = 23°C.
- Kelembaban Relatif = 50%

Dari diagram Psikometrik diperoleh :
- Temperatur bola basah = 16°C.
- Kelembaban Relatif = 68%.
- Entalpi = 44,8 kJ/kg.
- Temperatur jenuh = 11°C.

2. Perhitungan Beban Pendingin

a) Beban Kalor Sensibel Parimeter (Tepi)

Beban Radiasi Matahari (Qr)

Qr = Aj x qr x tf x sf (kcal/jam)

Dimana :

Aj (Luas jendela) = lebar kaca x tinggi kaca x jumlah kaca per lantai

qr = jumlah radiasi (garis lintang utara = 0, pada bulan Juni 135-666 kcal/m² jam)

tf = faktor transmisi jendela

sf = shading factor (factor bayangan)
= 10% - 30% dari radiasi matahari

Maka :

Qr Lantai Dasar = (1,36 m x 12, 6 m x 118) m² x 135 kCal/m²jam x 0,95 x 10%
= 25.938,3 kCal/jam = 102.862,6 Btu/jam

Qr Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal 24 lantai) = (1,36 m x 4,2 m x 118 bh) m² x 135 kCal/m²jam x 0,95 x 10%
= 8.644,05 kCal/jam x 24 lantai
= 207.457,2 kCal/jam
= 822.706,137 Btu/jam

Total Qr
= (102.862,6 + 822.706,137) Btu/jam
= 925.568,73 Btu/jam

Beban Kalor Jendela (Qj)

Qj = Aj x kj x (t2-t1) (kcal/jam)

Dimana :

Aj (Luas jendela) = lebar kaca x tinggi kaca x jumlah kaca per lantai

kj = koefisien kalor melalui kaca
= 5,5 kCal/m²jam°C

t2-t1 = 32 °C – 23 °C = 9 °C

Maka :

Qj Lantai Dasar = (1,36 m x 12,6 m x 118) m² x 5,5 kCal/m²jam°C x 9 °C
= 100.112,76 kCal/jam
= 397.013,85 Btu/jam

Qj Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal 24 lantai) = (1,36 m x 4,2 m x 118) m² x 5,5 kCal/m²jam°C x 9 °C
= 33.363 kCal/jam x 24 lantai
= 800.712 kCal/jam
= 3.175.357,02 Btu/jam

Total Qj
= (397.013,85 + 3.175.357,02) Btu/jam
= 3.572.370,87 Btu/jam

Beban kalor sensible Infiltrasi (Qi)

Qi = Vr x 1,5 x (0,24/Vs) x (t2 – t1) (kcal/jam)

Dimana :

Vr = Volume ruangan (m³) = (P x L x T)

Un = udara pengganti alamiah (1,5–2 kali)

Vs = volume spesifik udara (0,866 m³/kg)

Maka :

Qi Lantai Dasar = (39,9 m x 39,9 m x 11,4 m) m³ x 1,5 x (0,24/0,866 m³/kg) x (32°C - 23°C)
= 67.867,84 kCal/jam
= 269.141,24 Btu/jam

Qi Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal 24 lantai) = (39,9 m x 39,9 m x 3,0 m) m³ x 1,5 x (0,24/0,866 m³/kg) x (32°C - 23°C)
= 17.859,96 kCal/jam x 24 lantai
= 428.639,14 kCal/jam
= 1.699.840,02 Btu/jam
Total Qi
= (269.141,24 + 1.699.840,02) Btu/jam
= 1.968.981.26 Btu/jam

Beban Transmisi kalor melalui dinding (Qd)
Qd = Ad x kd x (t2 – t1) (kCal/jam)
Dimana :
Ad = luas penampang dinding core
= (lebar x panjang) m²
Kd = koefisien kalor dinding
= 1,62 kCal/m²jam°C
t2 – t1 = 32°C - 23°C = 9°C
Maka :
Qd Lantai Dasar = (117,6 m x 11.4 m x 8 m) m³ x 1,62 kCal/m²jam°C x 9°C
= 156.372,24 kCal/jam
= 620.120,2 Btu/jam
Qd Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal 24 lantai) = (117,6 m x 3 m x 8 m) m³ x 1,62 kCal/m²jam°C x 9°C
= 41.150,59 kCal/jam x 24 lantai
= 987.614,2 kCal/jam
= 3.916.548,88 Btu/jam
Total Qd
= (620.120,2+ 3.916.548,88) Btu/jam
= 4.536.669,08 Btu/jam

Beban Transmisi kalor melalui atap (Qat)
Qat = Aa x kt (t2 – t1) (kCal/jam)
Dimana :
Aa = luas atap (m²)
= 39,9 m x 39,9 m = 1.592,01 m²
kt = koefisien transmisi bahan atap
= Tebal beton 150 mm dengan langit-langit = 1,81 kCal/m²jam°C
t2 – t1 = 32°C - 23°C = 9°C
Maka :
Qat Lantai Dasar = (39,9 m x 39,9 m) m² x 1,81 kCal/m²jam°C x 9°C
= 25.933,84 kCal/jam
= 102.844,96 Btu/jam
Qat Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal 24 lantai) = (39,9 m x 39,9 m) m² x 1,81 kCal/m²jam°C x 9°C
= 25.933,84 kCal/jam x 24 lantai
= 622.412,16 kCal/jam
= 2.468.279,26 Btu/jam

Total Qat
= (102.844,96+2.468.279,26) Btu/jam
= 2.571.124,22 Btu/jam

Beban ruang pendinginan (Qro)
Qro = beban 1 s/d 5 x fb (kCal/jam)
Dimana :
fb = faktor beban kalor tersimpan
= 10% - 20%
Jadi Qro
= (Total Qr + Total Qj + Total Qi + Total Qd + Total Qat) x 10%
= **14.932.212,57 Btu/jam**

Beban kalor laten perimeter (Qlp)
Qlp = Vr x Vi x 597,3 kcal/kg x (W2-W1) (kCal/jam)
Dimana :
Vr = Volume ruangan (m³) = (PxLxT)
Vi = Ventilasi alamiah = 1,5 kali
W2-W1 = beda kelembaban (RH)
= 4% - 5%
Maka :
Qlp Lantai Dasar = (39,9 m x 39,9 m x 11,4 m) m³ x 1,81 kCal/m²jam°C x 9°C
= 813.025,79 kCal/jam
= 3.224.189,41 Btu/jam
Qlp Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal 24 lantai) = (39,9 m x 39,9 m x 3,0 m) m³ x 1,5 x 597,3 kcal/kg x 5%
= 213.954,2 kCal/jam x 24 lantai
= 5.134.900,8 2 kCal/jam
= 20.363.305,8 Btu/jam
Total Qlp
= (3.224.189,41+20.363.305,8) Btu/jam
= 23.587.495,21 Btu/jam

b) Beban Kalor Sensible Dalam Ruangan
Beban lantai dan atap (Qlt)
Qlt = Alt x kl x (t2 – t1) (kCal/jam)
Dimana :
Alt = luas lantai atau luas atap
= 39,9 m x 39,9 m = 1.592,01 m²
kl = koefisien kalor lantai (Tabel 2.4)
= Tebal beton 150 mm dengan langit-langit = 77,9 kCal/m²/°C
t2 – t1 = 32°C - 23°C = 9°C
Maka :
Total Qlt
= (39,9 m x 39,9 m) m² x 77,9 kCal/m²/°C x 9°C
= 1.116.158,21 kCal/jam x 25 lantai
= 27.903.955,25 kCal/jam
= **110.657.790 Btu/jam**

Beban kalor orang dalam ruangan (Qor)
Qor = No x ks (kCal/jam)
Dimana :

No = jumlah orang. Perencanaan 250 Orang perlantai 1 orang = 6-8 m²)
ks = kalor sensibel orang
* 46 kcal/jam – 52 kcal/jam : diam
* 62 kCal/jam – 110 kCal/jam : Bekerja
Maka :
Total Qor Dasar s/d Lantai 25 (Tipikal 25 lantai) = 250 Orang x 62 kCal/jam
= 15.500 kCal/jam x 25 lantai
= 387.500 kCal/jam
= **1.536.695,9 Btu/jam**

Beban kalor peralatan dalam ruangan (Qa)
Qa = peralatan x 0,860 kCal/kW x fk (kCal/jam)
Dimana :
Peralatan, misalnya :
Lampu pijar = 0,860 kcal/kW
Lampu neon = 1 kcal/kW
fk = faktor penggunaan alat (%)
Total lampu = 242 buah
Maka :
Total Qa Lantai Dasar s/d Lantai 25 (Tipikal 25 lantai) = 242 buah x 0,860 kCal/kW x 0,5
= 104,06 kCal/jam x 25 lantai
= 2.601,50 kCal/jam
= **10.316,68 Btu/jam**

Beban kalor laten orang (Qlo)
Qlo = No x kl x fk (kCal/jam)
Dimana :
No = jumlah orang dalam ruangan
kl = kalor laten orang
*32 kCal/jam – 49 kcal/jam : diam
*55 kCal/jam – 128 kcal/jam : bekerja
Maka :
Total Qlo Lantai Dasar s/d Lantai 25 (Tipikal 25 lantai)
= 250 Orang x 55 kCal/jam x 0,5
= 6.875 kCal/jam x 25
= 171.875 kCal/jam
= **681.598,98 Btu/jam**

c) Beban Kalor Mesin
Beban kalor udara masuk (Qm)
Qm = qu x Vs x 24 kcal/kg x (t2 – t1)
Dimana :
Vs = Volume spesifik udara
qu = jumlah udara masuk (pengganti udara yang menguap karena memasak) untuk masakan panas
= 150 g/jam
0,24 = kalor spesifik udara dari 1 kg udara Kering
Maka :
Total Qm Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal)
= 150 g/jam x 0,24 x 24 kCal/kg x 9°C
= 7.776 kCal/jam x 24 lantai
= 186.624 kCal/jam = **740.088,6 Btu/jam**

Beban alat mesin pendingin (Qms)
Qms = kW x 0,860 kcal/kW x eff
Dimana :
Eff = effisiensi motor = 0,8
Perencanaan :
Total *FCU* = 17 unit perlantai
Kapasitas perunit *FCU* = 1 TR = 3,51 kW
Maka :
Total Qms Lantai 2 s/d Lantai 25 (Tipikal)
= (17 x 3,51 kw) x 0,860 kcal/kW x 0,8
= 41.05 kCal/jam x 25 lantai
= 1.026,25 kCal/jam = **4.069,7 Btu/jam**

Beban sensibel kenaikan kebocoran udara saluran (Qc)
Qc = (beban Qms+Qc) x factor kebocoran
Dimana :
Factor kebocoran udara saluran = 0,1 – 0,2
Qc = Qms x 2%
= 1.026,25 kCal/jam x 2%
= 20,52 kCal/jam
Maka :
Total Qc Lantai Dasar s/d Lantai 25 (Tipikal 25 lantai) = (1.026,25 kCal/jam + 20,52 kCal/jam) x 0,2
= 209,35 kCal/jam x 25 lantai
= 5.223,75 kCal/jam **= 20.715,65 Btu/jam**

Beban kalor laten kebocoran udara luar (Qu)
Qu = V x Vs x fc
Dimana :
V = Udara masuk (18 m³/Orang)
Vs = Volume spesifik udara luar (0,24 m³/kg)
fc = faktor pencampuran uap di dalam dan di luar = 0,8
Maka :
Total Qu Lantai Dasar s/d Lantai 25 (Tipikal 25 lantai) = (18 m³/Orang x 250 Orang) m³ x 0,24 m³/kg x 0,8
= 864 kCal/jam x 25 lantai
= 21.600 kCal/jam = 85.658,4 Btu/jam

d) Perhitungan Beban Kalor Total
Total Beban Kalor Sensibel (QS) :
= (Qr + Qj + Qd + Qat + Qlt + Qor + Qa + Qm + Qc) Btu/jam

= (925.568,73 + 3.572.370,87 + 4.536.669,08 + 2.571.124,22 + 110.657.79 + 1.536.695,90 + 10.316,68 + 4.069,70 + 20.715,65) Btu/jam
= **13.288.188,62 Btu/jam**

Total Beban Kalor Laten (QL) :
= (Qlo + Qu) Btu/jam
= (681.598,98 + 85.658,40) Btu/jam
= **767.257,38 Btu/jam**

Beban Kalor Terkoreksi (QK) :
= (Total Beban Sensibel + Total Beban Laten) x 10%
= (QS + QL) x 10%
= (13.288.188,62 Btu/jam + 767.257,38 Btu/jam) x 10%
= 14.055.446 x 10%
= **1.405.544,60 Btu/jam**

Beban Kalor Total (QT)
= QS + QL + QK
= 13.288.188,62 + 767.257,38 + 1.405.544,60
= 15.460.990,6 Btu/jam
= 1.288,41 TR

Rasio Beban Pendingin terhadap Luas Ruangan
Rasio :
= Beban kalor total / Total luas ruangan
= (15.460.990,6 Btu/jam) / (39,90 m x 39,90 m x 25 lantai)
= **388.46 Btu/m² = 0.03 TR/m²**
= 105.42 Watt/m²

3. Perencanaan udara ventilasi (*Air Duct Design*)

a) Jumlah Udara yang Diperlukan untuk Pendinginan

$$G = \frac{Hs}{0{,}24\ (tr - ta)} \quad \text{(kg/jam)}$$

Dimana :
G = berat udara yang dimasukkan (kg/jam)
Hs = beban kalor sensibel ruangan (kcal/jam)
= Qlt +Qor+Qa+Qm+Qc
= 110.657,79 + 1.584.283,90 + 10.316,68 + 783.583,04 + 64,552,12
= 2.553.393,53 Btu/jam
= 643.874,95 kCal/jam
ta = temperatur udara masuk ruangan 32°C
tr = temperatur udara ruangan 23°C

$$G = \frac{643.874{,}95\ kCal/jam}{0{,}24\ (32°C - 23°C)}$$

= 298.090,25 kg/jam (Total 25 lantai)
= 11.923,61 kg/jam / lantai
= 3,312 kg/detik / lantai

Dengan demikian volume udara masuk ruangan :
Q = V x G
Dimana :
Q = volume udara masuk ruangan (m^3/jam)
V = volume spesifik udara masuk (m^3/kg)
= 0,24 m^3/kg = kalor spesifik udara dari 1 kg udara kering
Maka :
Q = 0,24 m^3/kg x 11.923,61 kg/jam
= 2.861,67 m^3/jam / lantai
= 2.861,67 CMH / lantai
= 2.861,67 m^3/jam / 1.592,01 m^2
= 1,79 m^3/jam per m^2
= 2.861,67 CMH / 1,7
= 1.683,33 CFM / lantai
= 1,057 CFM / m^2 = 0,498 l/s / m^2

b) Perhitungan jumlah udara segar / udara primer
- Jumlah penghuni = 250 orang / lantai.
- Kebutuhan udara segar per orang
= 10 CFM – 15 CFM.
(Handbook of Air Conditioining System Design, Carrier Air Conditioning Company, Tabel 45 – Ventilation Standards)
- Air Quantity udara primer suplay untuk satu lantai = 250x10 CFM = 2.500 CFM
- Kebutuhan untuk 25 lantai
= 2.500 CFM x 25 lantai = 62.500 CFM.
- Kebutuhan udara segar per meter persegi

$$= \frac{62.500\ CFM}{39.800{,}25\ m^2} = \textbf{1,57 CFM = 0,74 l/s}$$

Pada perencanaan ini digunakan 1 mesin *Supply Fan* (SF) type : sentrifugal, maka kapasitas mesin SF = 62.500 CFM = 29.496,71 l/s

c) Menentukan Ukuran Saluran Udara Segar
Direncanakan tiap meter persegi membutuhkan udara segar = **1,57 CFM = 0,74 l/s,** maka kecepatan udara yang direncanakan dapat dilihat pada tabel 1 adalah 7,0 – 11 m/s.
Direncanakan kecepatan udara = 11 m/s.
Untuk kerugian gesek per meter panjang saluran sebesar 0,1 – 0,2 mmH2O, dalam perencanaan kerugian gesek yang diambil = 0,14 mmH2O = 1,4 Pa/m.
Dengan referensi dari ASHRAE Pocket Guide (SI Edition) halaman 1 - 8, maka ukuran ductingnya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 1) Lantai 21 s/d Lantai 25 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	29.496,71	1.116	7,6	2.350 x 500
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-1)	70	152	3,6	200 x 100
E – F (FCU-2)	42	133	3,4	150 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
F - G	440	305	4,0	400 x 200
G – H (FCU-17)	70	152	3,6	200 x 100
F' – G'	440	305	4,0	400 x 200
H - I	420	286	2,7	350 x 200
I – J (FCU-3)	70	152	3,6	200 x 100
H' – I'	420	286	2,7	350 x 200
J - K	270	266	2,4	300 x 200
K – L (FCU-4)	42	133	3,4	150 x 100
J' – K'	270	266	2,4	300 x 200
L - M	230	244	2,6	250 x 200
M – N (FCU-5)	42	133	3,4	150 x 100
L' – M'	230	244	2,6	250 x 200
N - O	210	219	2,4	200 x 200
O – P (FCU-6)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	210	219	2,4	200 x 200
P - Q	120	189	2,2	200 x 150
Q – R (FCU-7)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	120	189	2,2	200 x 150
R – S (FCU-8)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 2. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 2) Lantai 21 s/d Lantai 25 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	29.496,71	1.116	7,6	2.350 x 500
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-9)	70	152	3,6	200 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
E – F	440	305	4,0	400 x 200
F – G (FCU-10)	42	133	3,4	150 x 100
G – H	440	305	4,0	400 x 200
H – I (FCU-11)	42	133	3,4	150 x 100
G' – H'	440	305	4,0	400 x 200
I - J	420	286	2,7	350 x 200
J – K (FCU-12)	70	152	3,6	200 x 100
I' – J'	420	286	2,7	350 x 200
K - L	270	266	2,4	300 x 200
L – M (FCU-13)	70	152	3,6	200 x 100
K'- L'	270	266	2,4	300 x 200
M – N (FCU-14)	70	152	3,6	200 x 100
N - O	230	244	2,6	250 x 200
O – P (FCU-15)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	230	244	2,6	250 x 200
P - Q	210	219	2,4	200 x 200
Q – R (FCU-16)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	210	219	2,4	200 x 200
R - S	120	189	2,2	200 x 150
S – T (FCU-18)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 3 Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 1) Lantai 16 s/d Lantai 20 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	24.700	1.405	8,0	1.950 x 850
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-1)	70	152	3,6	200 x 100
E – F (FCU-2)	42	133	3,4	150 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
F - G	440	305	4,0	400 x 200
G – H (FCU-17)	70	152	3,6	200 x 100
F' – G'	440	305	4,0	400 x 200
H - I	420	286	2,7	350 x 200
I – J (FCU-3)	70	152	3,6	200 x 100
H' – I'	420	286	2,7	350 x 200
J - K	270	266	2,4	300 x 200
K – L (FCU-4)	42	133	3,4	150 x 100
J' – K'	270	266	2,4	300 x 200
L - M	230	244	2,6	250 x 200
M – N (FCU-5)	42	133	3,4	150 x 100
L' – M'	230	244	2,6	250 x 200
N - O	210	219	2,4	200 x 200
O – P (FCU-6)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	210	219	2,4	200 x 200
P - Q	120	189	2,2	200 x 150
Q – R (FCU-7)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	120	189	2,2	200 x 150
R – S (FCU-8)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 4 Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 2) Lantai 16 s/d Lantai 20 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	24.700	1.405	8,0	1.950 x 850
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-9)	70	152	3,6	200 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
E – F	440	305	4,0	400 x 200
F – G (FCU-10)	42	133	3,4	150 x 100
G – H	440	305	4,0	400 x 200
H – I (FCU-11)	42	133	3,4	150 x 100
G' – H'	440	305	4,0	400 x 200
I - J	420	286	2,7	350 x 200
J – K (FCU-12)	70	152	3,6	200 x 100
I' – J'	420	286	2,7	350 x 200
K - L	270	266	2,4	300 x 200
L – M (FCU-13)	70	152	3,6	200 x 100
K'- L'	270	266	2,4	300 x 200
M – N (FCU-14)	70	152	3,6	200 x 100
N - O	230	244	2,6	250 x 200
O – P (FCU-15)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	230	244	2,6	250 x 200
P - Q	210	219	2,4	200 x 200
Q – R (FCU-16)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	210	219	2,4	200 x 200
R - S	120	189	2,2	200 x 150
S – T (FCU-18)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 5. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 1) Lantai 11 s/d Lantai 15 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	17.200	1.253	6,8	1.700 x 800
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-1)	70	152	3,6	200 x 100
E – F (FCU-2)	42	133	3,4	150 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
F - G	440	305	4,0	400 x 200
G – H (FCU-17)	70	152	3,6	200 x 100
F' – G'	440	305	4,0	400 x 200
H - I	420	286	2,7	350 x 200
I – J (FCU-3)	70	152	3,6	200 x 100
H' – I'	420	286	2,7	350 x 200
J - K	270	266	2,4	300 x 200
K – L (FCU-4)	42	133	3,4	150 x 100
J' – K'	270	266	2,4	300 x 200
L - M	230	244	2,6	250 x 200
M – N (FCU-5)	42	133	3,4	150 x 100
L' – M'	230	244	2,6	250 x 200
N - O	210	219	2,4	200 x 200
O – P (FCU-6)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	210	219	2,4	200 x 200
P - Q	120	189	2,2	200 x 150
Q – R (FCU-7)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	120	189	2,2	200 x 150
R – S (FCU-8)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 6. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 2) Lantai 11 s/d Lantai 15 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	17.200	1.253	6,8	1.700 x 800
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-9)	70	152	3,6	200 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
E – F	440	305	4,0	400 x 200
F – G (FCU-10)	42	133	3,4	150 x 100
G – H	440	305	4,0	400 x 200
H – I (FCU-11)	42	133	3,4	150 x 100
G' – H'	440	305	4,0	400 x 200
I - J	420	286	2,7	350 x 200
J – K (FCU-12)	70	152	3,6	200 x 100
I' – J'	420	286	2,7	350 x 200
K - L	270	266	2,4	300 x 200
L – M (FCU-13)	70	152	3,6	200 x 100
K'- L'	270	266	2,4	300 x 200
M – N (FCU-14)	70	152	3,6	200 x 100
N - O	230	244	2,6	250 x 200
O – P (FCU-15)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	230	244	2,6	250 x 200
P - Q	210	219	2,4	200 x 200
Q – R (FCU-16)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	210	219	2,4	200 x 200
R - S	120	189	2,2	200 x 150
S – T (FCU-18)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 7. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 1) Lantai 6 s/d Lantai 10 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	12.400	1.100	7,2	1500 x 700
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-1)	70	152	3,6	200 x 100
E – F (FCU-2)	42	133	3,4	150 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
F - G	440	305	4,0	400 x 200
G – H (FCU-17)	70	152	3,6	200 x 100
F' – G'	440	305	4,0	400 x 200
H - I	420	286	2,7	350 x 200
I – J (FCU-3)	70	152	3,6	200 x 100
H' – I'	420	286	2,7	350 x 200
J - K	270	266	2,4	300 x 200
K – L (FCU-4)	42	133	3,4	150 x 100
J' – K'	270	266	2,4	300 x 200
L - M	230	244	2,6	250 x 200
M – N (FCU-5)	42	133	3,4	150 x 100
L' – M'	230	244	2,6	250 x 200
N - O	210	219	2,4	200 x 200
O – P (FCU-6)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	210	219	2,4	200 x 200
P - Q	120	189	2,2	200 x 150
Q – R (FCU-7)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	120	189	2,2	200 x 150
R – S (FCU-8)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 8. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 2) Lantai 6 s/d Lantai 10 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	12.400	1.100	7,2	1500 x 700
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-9)	70	152	3,6	200 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
E – F	440	305	4,0	400 x 200
F – G (FCU-10)	42	133	3,4	150 x 100
G – H	440	305	4,0	400 x 200
H – I (FCU-11)	42	133	3,4	150 x 100
G' – H'	440	305	4,0	400 x 200
I - J	420	286	2,7	350 x 200
J – K (FCU-12)	70	152	3,6	200 x 100
I' – J'	420	286	2,7	350 x 200
K - L	270	266	2,4	300 x 200
L – M (FCU-13)	70	152	3,6	200 x 100
K'- L'	270	266	2,4	300 x 200
M – N (FCU-14)	70	152	3,6	200 x 100
N - O	230	244	2,6	250 x 200
O – P (FCU-15)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	230	244	2,6	250 x 200
P - Q	210	219	2,4	200 x 200
Q – R (FCU-16)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	210	219	2,4	200 x 200
R - S	120	189	2,2	200 x 150
S – T (FCU-18)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 9. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 1) Lantai 1 s/d Lantai 5 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	3.420	686	7,2	950 x 400
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-1)	70	152	3,6	200 x 100
E – F (FCU-2)	42	133	3,4	150 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
F - G	440	305	4,0	400 x 200
G – H (FCU-17)	70	152	3,6	200 x 100
F' – G'	440	305	4,0	400 x 200
H - I	420	286	2,7	350 x 200
I – J (FCU-3)	70	152	3,6	200 x 100
H' – I'	420	286	2,7	350 x 200
J - K	270	266	2,4	300 x 200
K – L (FCU-4)	42	133	3,4	150 x 100
J' – K'	270	266	2,4	300 x 200
L - M	230	244	2,6	250 x 200
M – N (FCU-5)	42	133	3,4	150 x 100
L' – M'	230	244	2,6	250 x 200
N - O	210	219	2,4	200 x 200
O – P (FCU-6)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	210	219	2,4	200 x 200
P - Q	120	189	2,2	200 x 150
Q – R (FCU-7)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	120	189	2,2	200 x 150
R – S (FCU-8)	70	152	3,6	200 x 100

Tabel 10. Dimensi saluran udara Intake Fresh Air dari Mesin Supply Fan (Zone 2) Lantai 1 s/d Lantai 5 (Tipikal Perlantai)

Duct Section (lantai)	Air Quantity (l/s)	Duct Diameter (mm)	Air Velocity (m/s)	Duct Size (mm)
A - B	3.420	686	7,2	950 x 400
B - C	1.000	429	6,4	650 x 250
C - D	480	337	4,6	500 x 200
D – E (FCU-9)	70	152	3,6	200 x 100
C' – D'	480	337	4,6	500 x 200
E – F	440	305	4,0	400 x 200
F – G (FCU-10)	42	133	3,4	150 x 100
G – H	440	305	4,0	400 x 200
H – I (FCU-11)	42	133	3,4	150 x 100
G' – H'	440	305	4,0	400 x 200
I - J	420	286	2,7	350 x 200
J – K (FCU-12)	70	152	3,6	200 x 100
I' – J'	420	286	2,7	350 x 200
K - L	270	266	2,4	300 x 200
L – M (FCU-13)	70	152	3,6	200 x 100
K'- L'	270	266	2,4	300 x 200
M – N (FCU-14)	70	152	3,6	200 x 100
N - O	230	244	2,6	250 x 200
O – P (FCU-15)	70	152	3,6	200 x 100
N' – O'	230	244	2,6	250 x 200
P - Q	210	219	2,4	200 x 200
Q – R (FCU-16)	70	152	3,6	200 x 100
P' – Q'	210	219	2,4	200 x 200
R - S	120	189	2,2	200 x 150
S – T (FCU-18)	70	152	3,6	200 x 100

4. Perencanaan Ukuran Pipa

a) Penentuan Jumlah Air Pendingin

$Q1 = W1/(Cp.\gamma.(t1-t0))$ (liter/jam)

Dimana :

Q1 = jumlah air yang disirkulasikan di evaporator mesin refrigerasi (liter/jam)

W1 = Jumlah kalor yang diserap di unit penyegar udara. = 3.898.711,43 kCal/jam

Cp = kalor spesifik air (1 kCal/kg°C)

γ = berat jenis air (kg/ltr)

t1-t0 (Δt) = beda suhu masuk dan keluar. Biasanya didesign : 5 s/d 7 °C.

= dalam perencanaan untuk Δt diambil = 5ºC.

$$Q1 = \frac{(3.898.711,43 \text{ kCal/jam})}{(1 \text{ kCal/kg°C} \times 1 \text{ kg/ltr} \times 5°C)}$$

Q1 = 779.742,28 liter/jam

= 12.995,70 liter/menit

= 216,595 liter/det

b) Perencanaan Diameter Pipa

Pipa Utama

Luas pipa utama yang terbesar adalah :

Q = V.A

Dimana :

Q = Total kapasitas air yang disirkulasikan (liter/jam)

A = Luas penampang pipa (m^2)

V = Kecepatan aliran air (m/s)

Luas penampang pipa air suplay (A) = Q/V

Jika Q = 779.742,28 liter/jam = 216.595 liter/det = 0,216 m^3/det

Kecepatan aliran air direncanakan

V = 2 m/det

Maka luas penampang pipa air suplay

(A) = (0,216 m^3/det)/(2 m/det) = 0,108 m^2

Menentukan Diameter Pipa (d)

Luas penampang pipa (A) = 0,785 $(d)^2$

Maka diameter pipa

$(d) = \sqrt{A/0,785} = \sqrt{(0,108 \text{ m}^2)/0,785}$

= 0,3709 m = 370,91 mm

Untuk ukuran pipa diameter 370,91 mm tidak ada dalam standar, maka direncanakan menggunakan pipa diameter 350 mm = 14 Inch sesuai tabel 7.5 (Wiranto Aris Munandar & Heizo Saito, 1980, Penyegaran Udara, halaman 212).

Pipa Cabang

Jumlah kalor yang diserap di unit penyegar udara = 3.898.711,43 kCal/jam, maka kebutuhan kapasitas kalor (Q2) per lantai :

= (3.898.711,43 kCal/jam)/(25 lantai)

= 159.588,45 kCal/jam

Jumlah air yang dibutuhkan :
Q2 = W2/(Cp.γ.(t1-t0)) (liter/jam)
Dimana :
Q2 = jumlah air yang disirkulasikan di evaporator mesin refrigerasi (liter/jam)
W2 = Jumlah kalor yang diserap di unit penyegar udara.
= 59.588,45 kCal/jam : 18 FCU
= 8.866,03 kCal/jam/unit
Cp = kalor spesifik air (1 kCal/kg°C)
γ = berat jenis air (kg/ltr)
t1-t0 (Δt) = beda suhu masuk dan keluar. Biasanya didesign : 5 s/d 7°C.
= dalam perencanaan untuk Δt diambil = 5ºC.
Jumlah air yang disirkulasikan per lantai :
Q2 = (159.588,45 kCal/jam) / (1 kCal/kg°Cx 1 kg/ltr x 5°C)
Q2 = 31.917,69 liter/jam = 8.86 liter/det
= 0,00886 m³/det

Maka luas penampang pipa utama yang terbesar pada 1 lantai adalah : Q2 = V.A
Dimana :
Q2 = Total kapasitas air yang disirkulasikan tiap lantai (liter/jam)
A = Luas penampang pipa (m²)
V = Kecepatan aliran air (m/det)
Luas penampang pipa air suplay (A)=Q2/V
Jika Q2 = 31.917,69 liter/jam
= 8.86 liter/det = 0,00886 m³/det
Kecepatan aliran air direncanakan
V = 1,2 m/det
Maka luas penampang pipa air suplay
(A) = (0,00886 m³/det)/(1,2 m/det)
= 0,0073 m²

Menentukan Diameter Pipa (d)
Luas penampang pipa (A) = 0,785 (d)²
Maka diameter pipa
(d) = √A/0,785 = √ (0,0073 m²)/0,785
= 0,0964 m = 96,43 mm
Untuk ukuran pipa diameter 96,43 mm tidak ada dalam standar, maka direncanakan menggunakan pipa diameter 100 mm = 4 Inch (sesuai tabel 7.5, buku Wiranto Aris Munandar & Heizo Saito, 1980, Penyegaran Udara, halaman 212).

c) Tinggi Angkat Pompa yang Diperlukan
Total tinggi angkat yang diperlukan :
Ht = (hf + hd) + hm + hs (m)
Dimana :
hf = kerugian gesek dari pipa lurus (mH2O) = pipa vertikal
hd = tahanan lokal dari sistem pipa (mH2O) = pipa horisontal
hm = tahanan dari perlengkapan (mH2O)
hs = tinggi angkat static (mH2O)

Tinggi Angkat Pompa untuk Air Dingin (Chilled Water Supply/Return)
Jadi ketinggian angkat pompa total adalah:
1) Kerugian tekanan pada tiap koil pendingin udara diperkirakan (lihat tabel 11)
(hd + hf) = 23,208 mH2O x 2 = 46,416 mH2O (tabel 11)
hs = (6,4 + 12,6 + 100,8 + 4) = 123,8 mH2O
hm = Peralatan x kerugian tekanan
2) Menurut tabel 7.4 (Buku Wiranto Arismunandar & Heizo Saito, 1980, Penyegaran Udara, halaman 208) jumlah kerugian tahanan gesek dari peralatan :
hm FCU = 425 x 2,5 mmH2O
= 1.062,5 mmH2O
hm katup otomatis = 425x3,5 mmH2O
= 1.487,5 mmH2O
hm mesin refrigerasi
= 1 x 5 mmH2O = 5,0 mmH2O
Hm total = 2.555,0 mmH2O
= 2,555 mH2O
Jadi Head total (Ht)
= (46,416 + 123,8 + 2,555) mH2O
= 172,77 mH2O
Jumlah pompa yang direncanakan ada 4 unit (3 unit jalan, 1 unit standby)
3) Kapasitas pompa yang digunakan untuk pompa air dingin (Chilled Water Pump Supply/Return) = 779.742,28 liter/jam = 13,32 m³/menit
4) Head pompa yang digunakan
= 172,77 mH2O
5) Efisiensi pompa = 0,8 – 0,9
6) Daya air pompa (Pw) = ρ x Q x H
Dimana :
Pw = daya air pompa (kgm/det)
ρ = berat jenis air = 1000 kg/m³
Q = kapasitas aliran = 13,32 m³/menit = 0,222 m³/det
H = head total pompa = 172,77 mH2O
Jadi :
Pw = 1000 kg/m³ x 0,222 m³/det x 172,77 mH2O
= 38.354,94 kgm/det
7) Daya pompa (Ps) = Pw/ŋp
direncanakan ŋp = 80%

Daya pompa (Ps)
= (38.354,94 kgm/det)/0,8
= 47.943,675kgm/det
= (47.943,675 kgm/det)
(101,97 kgm/det)
= 470,174 kW = 638,823 HP

Tabel 11. Data untuk Sisyem Pipa Air Dingin (Chilled Water Supply/Return)

No	Sektor	Dia. Pipa (mm)	Kec. Aliran (m/s)	Pjg Pipa (m)	Jumlah Valve & Fitting
1	2	3	4	5	6
1	A - B	200	2	7,5	1 RD + 1 FJ + 1 STR, 1 BTV + 1 ELB
2	B - C	450	2	1,5	1 RD + 2 ELB
3	C - D	350	2	12,6	1 TEE
4	D - E	350	2	100,8	24 TEE
5	E - F	350	2	4,9	1 TEE
6	F - G	100	1,2	4	1 TEE + 2 ELB
7	F – G	80	1,2	7	1 TEE + 2 ELB
8	G – H	65	1,2	27,5	6 TEE
9	H - I	50	1,2	12,2	3 TEE
10	I - J	40	1,2	8,96	1 TEE
11	J - K	32	1,2	12,3	3 TEE
12	K - L	50	1,2	12,2	3 TEE
13	L - M	40	1,2	8,96	1 TEE
14	M - N	32	1,2	12,3	3 TEE
	Pipa cabang ke koil				
15	N - O	25	1,2	5	2 FJ + 1 STR 2 GV + 1 BV

No	Sektor	Pjg Ekivalen (m)	Pjg Total (m)	Faktor Gesekan (mH2O/m)	Kerugian Gesekan Total (mH2O)
1	2	7	8	9	10
1	A - B	70	78	0,017	1,318
2	B - C	60	62	0,010	0,615
3	C - D	20	33	0,010	0,326
4	D - E	480	581	0,010	5,808
5	E - F	20	25	0,010	0,249
6	F - G	10,5	14,5	0,025	0,362
7	F – G	10,5	17,5	0,030	0,525
8	G – H	21	48,5	0,032	1,552
9	H - I	10,5	22,7	0,034	0,772
10	I - J	3,5	12,46	0,036	0,449
11	J - K	10,5	22,8	0,038	0,866
12	K - L	10,5	22,7	0,034	0,772
13	L - M	3,5	12,46	0,036	0,449
14	M - N	10,5	22,8	0,038	0,866
	Pipa cabang ke koil				
15	N - O	225	230	0,036	8,280
				GRAND TOTAL (mH2O)	**23,208**

Tinggi Angkat Pompa untuk Air Dingin (Chilled Water Supply/Return)

1) Kerugian tekanan pada tiap koil pendingin udara diperkirakan (lihat tabel 12)
(hd + hf) = 1,763 mH2O x 2 = 23,526 mH2O (tabel 12)
hs = (6,4 + 12,6 + 100,8 + 4) = 123,8 mH2O
hm = Peralatan x kerugian tekanan (lihat tabel 12)
2) Menurut tabel 7.4 (Buku Wiranto Arismunandar & Heizo Saito, 1980, Penyegaran Udara, halaman 208) jumlah kerugian tahanan gesek dari peralatan :
hm Cooling Tower = 1 x 4 mmH2O
= 4 mmH2O
hm Chiller = 1 x 7 mmH2O
= 7 mmH2O
Hm total = 11,0 mmH2O
= 0,11 mH2O
Jadi Head total (Ht)
= (23,526+123,8+ 0,011) mH2O
= 147,337 mH2O
3) Daya air pompa (Pw) = ρ x Q x H
Dimana :
Pw = daya air pompa (kgm/det)
ρ = berat jenis air = 1000 kg/m³
Q = kapasitas aliran = 13,32 m³/menit
= 0,222 m³/det
H = head total pompa
= 147,337 mH2O
Jadi :
Pw = 1000 kg/m³ x 0,222 m³/det x 147,337 mH2O
= 32.708,814 kgm/det
4) Head pompa yang digunakan
= 147,337 mH2O
5) Efisiensi pompa = 0,8 – 0,9
6) Daya pompa (Ps) = Pw/ŋp
direncanakan ŋp = 80%
Daya pompa (Ps)
= (32.708,814kgm/det)/0,8
= 40.886,017 kgm/det
= (40.886,017 kgm/det)
(101,97 kgm/det)
= 400,961 kW = 544,783 HP

Tabel 12. Data untuk Sistem Pipa Air Dingin (Condenor Water Supply/Return)

No	Sektor	Dia. Pipa (mm)	Kec. Aliran (m/s)	Pjg Pipa (m)	Jumlah Valve & Fitting
1	2	3	4	5	6
	Supply				
1	P – CT	200	2,4	7,5	1 CV
					1 STR, 1 BTV +
					1 ELB
2		450	2,4	118,3	6 RD + 8 ELB
					6 TEE
3	Header	500	3	6	1 TEE
4	CT	200	2,4	18	6 BTV + 6 FJ +
					6 SLV
	Isap				
3	CH - P	350	1,7	5	1 TEE
					1 GV + 1 FJ

No	Sektor	Pjg Ekivalen (m)	Pjg Total (m)	Faktor Gesekan (mH2O/ m)	Kerugian Gesekan Total (mH2O)
1	2	7	8	9	10
	Supply				
1	P – CT	56	64	0,017	1,080
2		400	518	0,010	5,183
3	Header	20	26	0,010	0,260
4	CT	252	270	0,017	4,590
	Isap				
3	CH - P	60	65	0,010	0,650
				GRAND TOTAL (mH2O)	**11,763**

KESIMPULAN

Dengan ketinggian gedung 115 meter dari permukaan laut, luas lantai (untuk 25 lantai) sebesar 39.800,25 m², suhu ruangan dipertahankan pada temperatur 23-25°C dan tingkat kelembaban (RH) 50-80%, maka dari hasil perhitungan perencanaan diperoleh: beban kalor total (Qt) sebesar 15.049.931,69 Btu/jam atau 1.254,16 TR; beban kalor per m^2 adalah sebesar 378,13 Btu/m^2 atau 0,031 TR/ m^2 atau 108,934 Watt/m^2; kebutuhan udara segar per m^2 adalah sebesar 1,57 CFM atau 0,74 l/s, dengan demikian dibutuhkan 1 (satu) mesin supply fan (SF) tipe Sentrifugal dengan kapasitas mesin SF sebesar 62.500 CFM atau 29.496,71 l/s; daya pompa air dingin (CHWP) sebesar 470,174 kW atau 638,823 HP, dimana dibutuhkan 4 (empat) unit pompa (3 unit jalan, 1 unit standby) dengan kapasitas pompa yang digunakan sebesar 779.742,28 liter/jam atau 13,32 m3/menit, dengan head total pompa (Ht) 172,77 mH2O dan efisiensi pompa 0,8-0,9; daya pompa untuk pendingin kondensor (CWP) sebesar 400,961 kW atau 544,783 HP, dimana dibutuhkan 4 (empat) unit pompa (3 unit jalan, 1 unit standby) dengan head total pompa (Ht) 147,3377 mH2O dan efisiensi pompa 0,8-0,9.

SARAN

Dari hasil perencanaan ini diharapkan memberikan penyegaran udara yang fungsinya tidak hanya untuk kenyamanan saja namun juga untuk menjaga kestabilan, temperatur, kelembaban, distribusi, kebersihan udara, kadar oksigen yang cukup untuk kondisi yang dikehendaki.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :
Prof. Dr. Ir. Martin Djamin, MSc selaku Rektor ITBU, Ir. Suwito, MM selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITBU, Ir. Srihanto, MT selaku ketua program studi Teknik Mesin ITBU, Ir. Ediwan, MSc selaku dosen pembimbing.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ASHRAE. “Equpment Volume”, *ASHARE inc*, Atlanta (1961)
[2] ASHRAE. “Handbook Fundamental”, *ASHRAE Inc*, Atlanta (1985)
[3] BALLANEY, P.I. “Rrefrigration And Air Conditioning”, *Khana Publisher*, New Delhi
[4] Richard C Jordan Gailey B.P. “Refrigration And Air Conditioning, *New Delhi prentice-hall* of India (1981)
[5] Roy J Dossat. “Principles of Refrigration, *Jhon Wiley & Sons, Inc*., New York (1961)
[6] Wiranto Aris Munandar dan Heizo Seito. “Buku Sistem Penyegaran Udara” 1980

P-6

PENGARUH JUMLAH INVESTOR, *DIVIDENDT PER SHARE* DAN ROE TERHADAP HARGA SAHAM BANK BUMN TAHUN 2010-2019

THE INFLUENCE OF TOTAL INVESTORS, DIVIDEND PER SHARE AND ROE ON BUMN BANKS 'SHARE PRICES, 2010-2019

Nurul Musfirah Khairiyah[1], Haritsah Burhan[2]
[1]Politeknik Negeri Balikpapan
[2]Universitas Mulia Balikpapan

E-mail: nurul.musfirah@poltekba.ac.id, haritsah@universitasmulia.ac.id

Diterima 23-07-2020	Diperbaiki 20-09-2020	Disetujui 11-10-2020

ABSTRAK

Penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan data sekunder yang dianalisis menggunakan analisis regresi linear berganda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jumlah investor, divident per share dan return on equity (ROE)terhadap harga saham bank BUMN tahun 2010 sampai 2019. Hasil penelitian diperoleh persamaan regresi Y = 436,891 – 0,004X_1 + 32,208X_2 + 37,675X_3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah investor, divident per share dan ROE secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap harga saham bank BUMN. Jumlah investor secara parsial tidak berpengaruh signifikan terhadap harga saham bank BUMN, divident per share berpengaruh signifikan terhadap harga saham bank BUMN dan return on equity (ROE) tidak berpengaruh signifikan terhadap harga saham bank BUMN. Adapun variabel jumlah investor, divident per share dan return on equity (ROE) memiliki pengaruh sangat kuat terhadap variabel harga saham bank BUMN dengan kontribusi 83,2% dan sebesar 16,8% dipengaruhi oleh variabel lain.

Kata Kunci: jumlah investor, divident per share dan return on investment (ROE), dan harga saham bank bumn

ABSTRACT

This research is a study that uses secondary data that is analyzed using multiple linear regression analysis. The purpose of this study was to determine the effect of the number of investors, dividends per share and return on equity (ROE) on the stock prices BUMN banks in the period 2010 to 2019. The results obtained by the regression equation Y = 436,891 - 0,004X_1 + 32,208X_2 + 37,675X_3. The results showed that the simultaneous number of investors, dividends per share and ROE significantly influenced the stock prices of BUMN banks. Partially, the number of investors does not significant effect on the stock prices of BUMN banks, dividend per share has a significantly influence the stock prices of BUMN banks and return on equity (ROE) does not significant effect on the stock prices of BUMN banks. The variable number of investors, dividend per share and return on equity (ROE) have a very strong effect on the share price variable of BUMN banks with 83.2% contribution. While the remaining 16.8% is influenced by other variables.

Keywords: number of investors, dividen per share, return on equity (ROE), and stock prices BUMN banks

PENDAHULUAN

Saat ini kegiatan investasi mengalami kemajuan yang cukup pesat.Hal ini terjadi karena bertambahnya tingkat pengetahuan masyarakat tentang bagaimana praktik investasi yang dilakukan secara optimal dan didukung dengan kondisi perekonomian dalam negeri yang cukup stabil.Industri Perbankan Indonesia memiliki daya tarik bagi investor, terdapat sejumlah alasan mengapa bank-bank yang ada di Indonesia menarik bagi investor asing untuk melakukan investasi.Pertama, menurut [1]data dari Bloomberg menunjukkan tingkat imbal hasil atas *return on equity* (ROE) dari lima bank terbesar dengan kapitalisasi pasar di atas $5 miliar di Indonesia adalah 23 persen. Angka ini lebih besar dari bank-bank Cina dengan kapitalisasi pasar yang sama, dimana ROE mereka rata-rata sebesar 21 persen. Jika dibandingkan dengan bank-bank di Amerika yang memiliki ROE 9 persen maka Indonesia jauh lebih menguntungkan.Kedua, Indonesia memiliki potensi pasar yang cukup besar karena tingkat penyaluran yang tergolong kecil jika dibandingkan dengan negara-negara tetangga seperti Malaysia dan Singapura.

Menurut [2] “Seorang investor pada umumnya dituntut untuk selalu mengikuti perkembangan atas informasi pasar dan harga pasar. Sehubungan dengan informasi yang diperoleh oleh seorang investor, sering ditemukan adanya reaksi yang menyimpang dari investor.Investor didapati tidak hanya terdiri dari orang-orang yang rasional dan tidak emosional.Investor yang tidak rasional sering mengambil keputusan secara emosional dimana mereka dengan cepat menyerap informasi yang diperoleh, meskipun informasi tersebut tidak memiliki sumber yang jelas.Investor cenderung dengan cepat melepaskan atau menjual saham saham yang dimilikinya apabila mereka mendengar adanya informasi yang buruk mengenai suatu saham yang mereka miliki. Tindakan ini disebut sebagai *over* reaksi yang dapat mempengaruhi *return* yang diharapkan oleh para investor.

Banyak variabel yang dapat berpengaruh terhadap harga saham suatu perusahaan, baik dari lingkungan eksternal maupun internal perusahaan [3]. Dalam melakukan transaksi saham, terdapat perilaku yang disebut *herding behavior* yaitu kondisi dimana suatu saham sedang naik secara signifikan, yang akan membuat orang berbondong-bondong membeli saham tersebut sehingga jumlah investornya naik. Momentum terjadinya penurunan atau kenaikan harga saham yang signifikan juga berpengaruh terhadap jumlah investor. Biasanya jika terjadi penurunan signifikan harga saham hingga menyentuh batas *Auto Reject* Bawah (ARB), maka kemungkinan akan menarik perhatian banyak investor untuk membeli saham tersebut. Sebaliknya juga ketika terjadi *Auto Reject* Atas [4]. Harga saham dapat didefinisikan sebagai harga pasar. Harga pasar merupakan harga yang paling mudah ditentukan, karena harga pasar merupakan harga suatu saham pada pasar yang sedang berlangsung. Jika pasar bursa sudah tutup, maka harga pasar adalah harga penutupnya (*closing price*).Jadi harga pasar inilah yang menyatakan naik turunya suatu saham.Harga saham di pasar modal (pasar sekunder) setiap saat bisa mengalami perubahan, sehingga para investor atau calon investor harus jeli dalam pemilihan saham. Informasi yang sepenuhnya tercermin pada harga saham akan sangat berharga bagi para pelaku pasar modal dan institusi yang berkaitan seperti BEI,Bapepam dan IAI. Para pelaku pasar modal, khususnya investor sangat dipengaruhi oleh pergerakan harga saham suatu perusahaan dan informasi yang menyebabkan perubahan harga saham tersebut [5]

Alasan utamainvestor membeli saham adalah untukmendapatkan*Divident per Share (*DPS*)*yang dibagikan setiap periode.Investor mengharapkanDPS yang diterimanya berjumlah besar dan mengalami peningkatan setiap periode. *Divident per Share (DPS)*yang tinggi mencerminkan perusahaan memiliki prospek yang baik dan akan menarik minat investor yang memanfaatkan divident untuk keperluan konsumsi. Apabila DPS yang diterima naik tentu saja hal ini akan membuat investor tertarik untuk membelisaham perusahaan tersebut.Dengan banyaknya saham yang dibeli maka harga saham perusahaan tersebut akan naik di pasar modal. *Divident per share*(DPS) adalah dividen per lembar saham.Dividen per lembar saham merupakan keuntungan yang dibagikan kepada pemegang saham oleh

perusahaan yang sebanding atau sesuai dengan jumlah saham yang dimiliki dan dapat berupa dividen tunai atau dividen saham, tetapi yang lebih sering dibagikan adalah dividen tunai. Dalam *bird in the hand theory* menyatakan bahwa nilai perusahaan akan dimaksimalkan oleh rasio pembayaran dividen tunai yang tinggi, karena investor mengganggap dividen tunai sebagai hal yang kurang berisiko dari pada potensi keuntungan modal. Dalam hal ini perusahaan perlu melakukan pertimbangan dalam pembagian dividen pada rapat umum pemegang saham tentang komposisi jumlah dividen yang akan dibagikan dengan jumlah laba ditahan [6].Dividen yang tinggi mencerminkan perusahaan memiliki prospek yang baik karena dapat membayarkan DPS dalam jumlah yang tinggi. Hal ini akan menarik investor untuk membeli saham perusahaan tersebut. Dengan banyaknya saham yang dibeli mengakibatkan harga saham perusahaan tersebut naik.

Menurut Black dan Scholes (1974) yang dikutip oleh [7],jumlah penawaran dividen dan penawaran harga saham akan saling mempengaruhi satu sama lain serta saling mencari kesesuaian. Seandainya manajemen hendak meningkatkan harga saham di masa yang akan datang maka pihak manajemen akan memutuskan rasio pembayaran dividen yang lebih tinggi dari tahun sebelumnya. Menurut Suharli dan Harahap (2004) yang dikutip oleh [7]menemukan bahwa harga saham mempengaruhi kebijakan jumlah pembagian dividen kepada pemegang saham secara negatif. Belum banyak penelitian yang menguji pengaruh harga saham terhadap kebijakan jumlah dividen.Oleh karena itu hipotesis terakhir penelitian ini adalah semakin tinggi harga saham perusahaan maka semakin besar jumlah *divident per share*yang dibayarkan oleh perusahaan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah di lakukan oleh [8] dengan judul pengaruh *Devident Per Share* terhadap harga saham pada industri perbankan di Indonesia menyatakan bahwa *devident per share (DPS)* berpengaruh signifikan terhadap harga saham.

Menurut Kasmir (2010) dalam [9]*return on equity (ROE)* atau laba atas ekuitas, Rasio ini mengkaji sejauh mana suatu perusahaan mempergunakkan sumber daya yang dimilikinya untuk memberikan laba atas equitas terhadap perusahaan. ROE dihitung sebagai laba bersih setelah pajak dibagi dengan total ekuitas pemegang saham. Rasio ini mengukur tingkat pemegang saham atas pengembalian investasi mereka dalam perusahaan. Jika perusahaan mendapatkan keuntungan dari penggunaan efektivitas modal,maka nilai perusahaan yang ditunjukkan dengan harga saham akan meningkat pula. Dengan tingkat pengembalianyangtinggi,makadapatmeningkatkanhargasahamsuatu perusahaan. Meningkatnya harga saham, maka akan terjadi peningkatan pula pada tingkat keuntungan yang diterima investor. Dalam penelitian yang dilakukan oleh [10]yang menyatakan bahwa ROE atau *return on investment* berhubungan positif dan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap harga saham pada perusahaan Industri Manufaktur yang tercatat di Bursa Efek Indonesia Periode 2006 – 2010.Dengan adanya peningkatan laba bersih maka nilai ROE akan meningkat pula sehingga para investor tertarik untuk membeli saham tersebut maka harga saham perusahaan tersebut akan mengalami kenaikan.

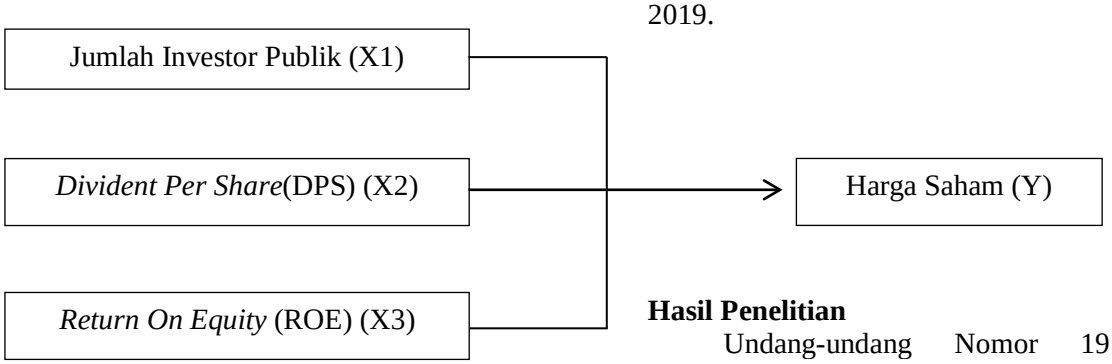
Berdasarkan latar belakang di atas maka yang menjadi topik pemasalahannya adalah apakah terdapat pengaruh antara jumlah investor publik, *devident per share* dan *ROE*terhadap harga saham pada Bank BUMN Periode 2010 – 2019?Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh secara simultan dan parsial antara harga saham terhadap jumlah investor publik, *DPS* dan *ROE* pada Bank BUMN *Go Public*periode tahun 2010 sampai dengan tahun 2019. Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah:

a. Jumlah investor publik berpengaruh positif terhadap harga saham pada Bank BUMN tahun 2010 – 2019
b. *Divident per share* berpengaruh positif terhadap harga saham pada Bank BUMN tahun 2010 – 2019
c. ROE berpengaruh positif terhadap harga saham pada Bank BUMN tahun 2010 – 2019

Metodologi Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian di atas makavariabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, adalah mencakup harga saham, *divident per share*, jumlah investor dan *ROE*.

Penulis menggunakan Bank BUMN periode tahun 2010 – 2019 sebagai objek penelitian. Data yang diperlukan penulis ambil dari masing-masing situs webresmi serta situs-situs lain yang berhubungan dengan penelitian penulis. Adapun kerangka berfikir dalam penelitian ini adalah :



Gambar 1 Kerangka Penelitian

Jumlah investor publik adalah total investor publik nasional dan asing baik perorangan dan perusahaan atau institusi yang memiliki saham di Bank BUMN periode tahun 2010 – 2019. Satuan pengukurnya adalah jumlah.

Divident per share adalah besaran dividen perlembar saham yang dibagikan kepada masing-masing para pemegang saham.Satuan pengukurnya adalah rupiah yang datanya berasal dari laporan keuangan tahunan pada Bank BUMN periode tahun 2010 – 2019.

*Return On Equity*adalah rasio yang digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan mendapatkan keuntungan yang berasal dari modal sendiri baik yang berasal dari saham biasa maupun saham prefern. Rasio ini dapat dihitung dengan membagi laba bersih setelah pajak dengan modal sendiri.Satuan pengukurnya adalah rasio. ROE dapat ditemukan dalam laporan tahunan bank BUMN. Dengan kreteria yaitu semakin tinggi nilai rasio ini maka semakin baik.

Metode penelitian adalah langkah ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu agar tercapai suatu hasil kesimpulan.Dalam mengolah data, penelitian ini menggunakan *software* SPSS versi 20.Dengan melakukan analisis kuantitatif yaitu berupa pengujian hipotesis dengan menggunakan uji statistik, yaitu dengan menggunakan analisis regresi dan korelasi berganda yang didahului dengan melakukan uji asumsi klasik, hasil analisis regresi dan korelasi di gunakan untuk melihat dan mengetahui bagaimana hubungan antara variabel harga saham terhadap variabel jumlah investor publik ,*devident per share,* dan ROEpada Bank BUMN periode tahun 2010 – 2019.

Hasil Penelitian

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2003[11] tentang Badan Usaha Milik Negara adalah Badan Usaha Milik Negara, yang selanjutnya disebut BUMN adalah badan usaha yang seluruh atau sebagian besar modalnya dimiliki oleh Negara melalui penyertaan secara langsung yang berasal dari kekayaan Negara yang dipisahkan. Berikut daftar Bank BUMN yang ada di Indonesia :

Tabel 1. Daftar Bank BUMN

No	Nama Bank	Alamat	Telepon
1	Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk	Gedung BNI Jl. Jend Sudirman Kav 1 Jakarta Pusat, K 10220	(021) 2511946
2	Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk	Jl. Jend. Sudirman Kav 44 – 46	(021) 2510244, 2510254
3	Bank Tabungan Negara (Persero) Tbk	Gedung Menara BTN Jl. Gajah Mada no.1 Jakarta	(021) 2310490, 6336789
4	Bank Mandiri (Persero) Tbk	Plaza Mandiri Jl. Gatot Subroto Kav. 36 – 38 Jakarta Selatan, 12190	(021) 5245006, 5245858, 5245849

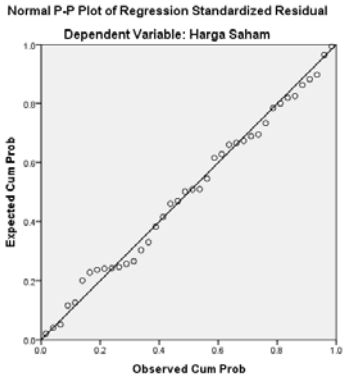
Sumber : www.sahamok.com[12]

Hasil uji asumsi klasik

1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah dalam model regresi variabel pengganggu residual memiliki distribusi normal. Untuk mengetahui normal atau tidaknya bisa dilihat pada grafik titik-titik yang menyebar disekitar garis diagonal serta

penyebarannya mengikuti arah garis diagonal, maka regresi layak pakai, serta jika penyebarannya tidak mengikuti arah garis diagonal, maka regresi tidak layak pakai.



Gambar 2. Hasil uji normalitas
Sumber : Olahan SPSS 20

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa grafik titik-titik yang menyebar disekitar garis diagonal serta penyebarannya mengikuti arah garis diagonal sehingga dapat disimpulkan bahwa model regresi layak digunakan.

2. Uji multikolinearitas

Uji multikolinearitas dipakai untuk mengetahui apakah model regresi menemukan adanya korelasi antar variabel bebas (independen).Multikolinearitas dapat dilihat dari *variance inflation factor* (VIF) dan nilai *tolerance*. Multikolinearitas terjadi jika *tolerance* 0,10 atau sama dengan VIF 10. Jika nilai VIF tidak melebihi 10, maka dapat dikatakan bahwa multikolinearitas terjadi tidak berbahaya (lolos uji). Adapun hasil dari uji multikolinearitas adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil uji nilai tolerance dan VIF

Coefficients[a]

Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	(Constant)		
	Jumlah Investor	.955	1.047
	Deviden	.947	1.055
	ROE	.958	1.044

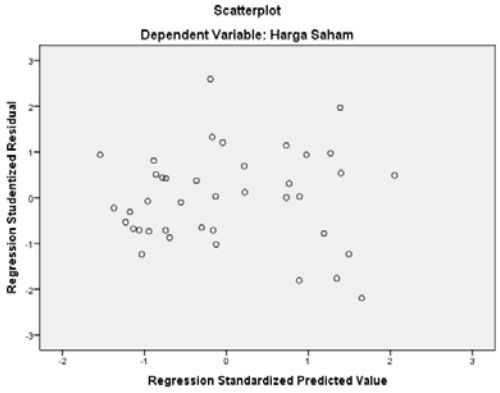
a. Dependent Variable: Harga Saham

Sumber : Olahan SPSS 20

Berdasarkan pada hasil tabel di atas tidak terdapat variabel yang mempunyai nilai VIF lebih dari 10 dan nilai *tolerance* yang lebih kecil dari 10%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model regresi tidak memiliki gejala multikolinearitas.

1. Uji Heterokesdasitas

Salah satu persyaratan yang harus terpenuhi dalam model regresi yang baik adalah tidak terjadi gejala heteroskedastisitas. Masalah heteroskedastisitas ini akan berakibat pada sebuah keraguan atau keakuratan pada suatu hasil analisis regresi yang dilakukan. Pedoman yang digunakan untuk memprediksi gejala tersebut dilakukan dengan melihat pola gambar *scatterplot*, berikut hasil pengujian heterokesdasitas :



Gambar 3. Hasil uji Heterokesdasitas
Sumber : Olahan SPSS 20

Dari hasil uji yang terlihat pada *scatterplot* diatas, titik-titik data penyebar di atas dan di bawah atau disekitar angka 0, titik-titik tidak mengumpul hanya di atas atau di bawah saja, penyebaran titik-titik tidak

membentuk pola.Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi heterokesdasitas.

Analisis regresi linear berganda

Analisis regresi berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas secara bersama-sama terhadap variabel terikat.Analisis ini untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan.

Tabel 3. Hasil uji regresi Linear Berganda

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	436.891	665.618		.656	.516
	Jumlah Investor	-.004	.011	-.022	-.318	.752
	Deviden	32.208	2.532	.893	12.721	.000
	ROE	37.675	24.747	.106	1.522	.137

Berdasarkan uji regresi linear berganda, dapat diperoleh persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 436{,}891 - 0.004X_1 + 32{,}208\ X_2 + 37{,}675X_3$$

Uji Simultan (Uji F)

Uji simultan atau Uji F digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel secara bersamaan terhadap variabel dependen.Adapun pengujian dalam uji F ini yaitu dengan menggunakan tabel ANOVA dengan melihat uji signifikansi (sig. > 0.05 atau 5%) maka H1 ditolak, sebaliknya jika nilai signifikansi < 0.05 maka H1 diterima. Adapun hasil Uji F adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil uji Simultan (Uji F)

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	305022822.844	3	101674274.281	59.377	.000[b]
	Residual	61644301.531	36	1712341.709		
	Total	366667124.375	39			

a. Dependent Variable: Harga Saham

b. Predictors: (Constant), ROE, Jumlah Investor, Deviden

Dari hasil perhitungan pada tabel di atas diperoleh nilai F_{hitung}59,377 dengan tingkat signifikansi 0.000. Karena tingkat signifikansi lebih kecil dari 0.05 maka Hipotesis diterima atau dengan F_{hitung} 59.377 lebih besar dari F_{tabel}3,259maka dapat disimpulkan bahwa secara simultan terdapat pengaruh signifikan antara variabeljumlah investor, dividen per share, dan *ROE* terhadap harga saham. Sehingga model regresi signifikan atau dapat diterima.

Uji signifikan parsial (Uji t)

Uji signifikan (Uji t) digunakan untuk mengetahui tingkat pengaruh antara masing-masing variabel independen secara parsial terhadap variabel dependen. Uji t dilaksanakan dengan membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} (40 - 3) pada tingat signifikansi 0.05 yaitu sebesar df = 1.6871. jika thitung lebih besar dari t_{tabel} sebesar 1.6871 atau nilai signifikansinya kurang dari 0.05 maka variabel bebas (X) berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (Y) secara

parsial. Adapun hasil uji dapat diliihat pada tabel berikut :

1. Uji t terhadap variabel jumlah investor

   Hipotesis pertama penelitian ini menduga bahwa jumlah investorberpengaruh positif terhadap harga saham pada bank BUMN periode 2010 – 2019.

   Nilai koefesien untuk X_1(Jumlah investor) sebesar -0.004 dengan demikian setiap peningkatan variabel jumlah investor sebesar 1 satuan dengan asumsi variabel lain tetap maka akanmenurunkan harga saham sebesar 0.004.

   Berdasarkan hasil pengujian parsial variabel jumlah investor menunjukkan tidak ada pengaruh terhadap harga saham. Hal ini ditunjukkan dari nilai signifikasi 0,752> 0,05. Ini berarti investor tidak melihat harga saham sebagai keputusan untuk membeli saham.Sedangkan Nilai t_{hitung} X_1 = -0.318dan t_{tabel}1.6871, sehingga $t_{hitung} < t_{tabel}$, Maka H_0 diterima dan H_1 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa variabeljumlah investor secara parsial tidak berpengaruh terhadap harga saham pada bank BUMN periode 2010 – 2019.

2. Uji t terhadap variabel *dividen per share*

   Hipotesis kedua penelitian ini menduga bahwa *DPS* berpengaruh positif terhadap harga saham pada bank BUMN periode 2010 - 2019.

   Nilai koefesien untuk X_2 (*devident per share*) sebesar 32.208 dengan demikian setiap peningkatan variabel *deviden per share*sebesar 1 satuan dengan asumsi variabel lain tetap maka akan meningkatkan harga saham sebesar 32.208

   Berdasarkan pengujian parsial variabel dividen berpengaruh signifikan terhadap harga saham. Hal ini ditunjukkan dari nilai signifikansi 0,000> 0,05. Ini berarti harga saham mempengaruhi keputusan manajemen perusahaan dalam pembagian besaran *dividen per share*.

   Nilai t_{hitung} X_2 = 12.721dan t_{tabel}1.6871, sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$, Maka H_2 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel deviden per share berpengaruh secara parsial berpengaruh terhadap harga saham pada bank BUMN periode 2010 – 2019.

   Hasil hipotesis sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [6]yang menyatakan bahwa *dividen per share* berpengaruh positif dan signifikan secara parsial terhadap harga saham, demikian pula dengan penelitian yang dilakukan oleh [10] yang menyatakan bahwa *dividen per Share* berpengaruh positif dan signifikan terhadap Harga Saham Perusahaan Industri Manufaktur yang tercatat di Bursa Efek Indonesia Periode 2006-2010. Dipenelitian lain yang dilakukan oleh [13] menyatakan bahwa bahwa secara parsial variabel *dividen per share* (DPS) tidak berpengaruh signifikan terhadap harga saham. Berdasarkan *bird in the hand theory* yang menyatakan bahwa nilai perusahaan akan dimaksimalkan oleh rasio pembayaran dividen tunai yang tinggi maka dalam penelitian ini telah terbukti bahwa pembagian dividen dapat mempengaruhi atau meningkatan harga dari sebuah saham suatu perusahaan.

3. Uji t terhadap variabel ROE

   Hipotesis ketiga penelitian ini menduga bahwa variabel ROE berpengaruh positif terhadap harga saham pada bank BUMN periode 2010 - 2019.

   Nilai koefesien untuk X_3(ROE) sebesar 37.675dengan demikian setiap peningkatan variabel ROE sebesar 1 satuan dengan asumsi variabel lain tetap maka akan meningkatkan harga saham pada bank BUMN periode 2010 – 2019 sebesar 37,67.

   Akan tetapi hal ini bertolak belakang dengan pengujian parsial variabel ROE terhadap harga saham, yang tidak berpengaruhsignifikan antara ROE terhadap harga saham. Ini ditunjukkan dari nilai signifikansi 0,137 > 0,05. Ini berarti harga saham tidak mempengaruhi ROE secara signifikan.

   Nilai t_{hitung} X_3 = 1,522dan t_{tabel}1,6871, sehingga $t_{hitung} < t_{tabel}$, Maka H_0 diterima

sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel ROE secara parsial tidak berpengaruh terhadap harga saham pada bank BUMN periode 2010 – 2019.

Hasil hipotesis sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [14]yang menyatakan bahwa ROE tidak berpengaruh secara parsial terhadap harga saham pada perusahaan manufaktur sektor industri barang konsumsi di BEI dan penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [15] yang menyatakan bahwa ROE berpengaruh secara parsial terhadap harga saham perusahaan sektor pertambangan yang terdaftar di BEI tahun 2010 – 2012. ROE menunjukkan kesuksesan manajemen dalam memaksimalkan tingkat pengembaian pemegang saham dan berguna untuk mengetahui besarnya kembalian yang diberikan oleh perusahaan untuk setiap rupiah modal dari pemilik.

Pengujian Koefesien Determinasi

Koefisien determinasi (R2) digunakan untuk mengukur seberapa besar variabel bebas X memberikan pengaruh terhadap variabel terikat (Y) berdasarkan persamaan regresi yang didapat. Nilai koefisien determinasi (R2) berada di antara nol dan satu. Apabila angka 0 mendekati 1, berarti indikator yang digunakan semakin kuat pengaruhnya antara variabel X terhadap variabel Y. Sebaliknya, apabila koefisien determinasi semakin kecil atau mendekati nol maka semakin kecil pengaruh variabel independent terhadap variabel dependen. Adapun hasil uji *adjusted R Square* adalah sebagai berikut :

Tabel 5

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.912[a]	.832	.818	1308.565

a. Predictors: (Constant), ROE, Jumlah Investor, Deviden

b. Dependent Variable: Harga Saham

Dari angka diatas hasil uji koefisien determinasi atau R *Square* adalah 0,832. Nilai *square* berasal dari pengkuadratan koefesien korelasi "R" atau 0,912 x 0,912 = 0,832, besarnya angka koefesien determinasi adalah 0,832 atau sama dengan 83,2%. Angka tersebut mengandung arti bahwa variabel jumlah investor, *divident per share*, dan secara simultan berpengaruh sebesar 83,2% sisa (100%- 83,2%) = 16,8% dipengaruhi oleh variabel lain diluar persamaan regresi ini atau variabel lain yang tidak diteliti. Adapun angka koefisien korelasi R menunjukkan nilai sebesar 0.912 yang menandakan bahwa hubungan antara variabel bebas dan terikat adalah kuat karena memiliki nilai lebih dari 0.5 (R > 0.5) atau 0.912> 0.5.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis data, pengujian hipotesis dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat hubungan negatif dan tidak signifikan antara variabel jumlah investor publik nasional dan asing terhadap harga saham, ini berarti terdapat hubungan yang bertolak belakang antara variabel jumlah investor dengan harga saham, ketika harga saham naik maka jumlah investor mengalami penurunan, dan dapat dijelaskan bahwa investor tidak melihat harga saham sebagai keputusan untuk membeli saham pada bank BUMN periode 2010 - 2019.
2. Terdapat hubungan positif dan signifikan antara *dividen per share* terhadap harga saham, hal ini menjelaskan bahwa jika harga saham naik maka dividen per lembar saham juga akan naik demikian pula sebaliknya, dan

terdapat hubungan yang signifikan diantara *dividend per share* dan harga saham.

3. *Return on Equity (ROE)* memiliki hubungan positif dan tidak signifikan terhadap harga saham, hal ini mengidentifikasi bahwa ketika*ROA* naik maka harga saham akan ikut naik.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat diberikan saran-saran berikut :

1. Bagi Investor
   Investor sebaiknya mempertimbangan faktor lain yang mempengaruhi harga saham sebelum mempertimbangkan untuk membeli saham dengan memperhatikan *divident per share* (DPS) karena berdasarkan penelitian iniDPS mempunyai pengaruh terhadap harga saham. Semakin tinggi dividend per share (DPS) yang ditetapkan perusahaan, semakin besar keuntungan yangakan diterima oleh investor.
2. Bagi Emiten
   Perusahaan seharusnya memperhatikan aspek *divident per share* (DPS) sesuai dengan hasil penelitian ini DPS dapat menjadi acuan bagi investordalam memilih saham perusahaan perbankan yang ada di Bursa EfekIndonesia. Hal ini terjadi karena para investor cenderung untuk memilihperusahaan yang mampu menghasilkan keuntungan dimasa mendatang dan tentunya akan mempengaruhi harga saham.
3. Bagi Peneliti selanjutnya
   Sebagai bahan rujukan untuk melakukan penelitian sejenis dan menambah pengetahuan tentang pengaruh harga saham terhadap jumlah investor, *divident per share* dan ROE pada bank BUMN dan diharapkan dapat dilanjutkan pada perusahaan lainnya dengan menambahkan variabel atau aspek keuangan dan penggunaan metode analisis yang lain sehingga kita bisa mengetahui dan memberikan alternatif yang berbeda dalam menganalisis pengaruh harga saham dari perusahaan-perusahaan yang akan diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. Satu, “Perbankan Indonesia Paling Menguntungkan di Dunia,” 2013.

[2] A. C. C. Barus, “Perusahaan Yang Terdaftar Di,” *Pengaruh Reaksi Pasar Terhadap Harga Saham Perusah. yang Terdaftar di Bursa Efek Indones.*, vol. 4, no. April, pp. 41–50, 2014, [Online]. Available: https://media.neliti.com/media/publications/24378-ID-pengaruh-reaksi-pasar-terhadap-harga-saham-perusahaan-yang-terdaftar-di-bursa-ef.pdf.

[3] D. Tita, “Pengaruh Rasio Keuangan, Pertumbuhan Penjualan Dividen terhadap Harga Saham,” *J. Bisnis dan Akunt.*, vol. 13, no. 1, pp. 57–66, 2011.

[4] B. Jatmiko, “Ini Saham Yang Paling Banyak Investornya,”*www.msn.com*, 2020. https://www.msn.com/id-id/ekonomi/ekonomi/ini-saham-yang-paling-banyak-investornya/ar-BB16hqIH (accessed Jul. 16, 2020).

[5] I. Indarti and D. Purba, “Analisis Perbandingan Harga Saham dan Volume Perdagangan Saham Sebelum dan Sesudah Stock Split,” *J. Ilmu Ekon. ASET*, vol. 13, no. 1, p. 36606, 2011.

[6] P. A. Kusuma and D. Priantinah, “Pengaruh Return on Investment (ROI), Earning Per Share (EPS), Dan Dividen Per Share (DPS) Terhadap Harga Saham Perusahaan Pertambangan Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia (BEI) Periode 2008-2010,” *Nominal, Barom. Ris. Akunt. dan Manaj.*, vol. 1, no. 2, 2012, doi: 10.21831/nominal.v1i2.998.

[7] M. Suharli, “Studi Empiris Mengenai Pengaruh Profitabilitas, Leverage, Dan Harga Saham Terhadap Jumlah Dividen Tunai (Studi pada Perusahaan yang Terdaftar di Bursa Efek Jakarta Periode 2002-2003),” *J. Manajemen, Akunt. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 243–256, 2010.

[8] Gracelia. Dyta, “Pengaruh Dividen Per Share (DPS) Terhadap Harga Saham Industri Perbankan Di Indonesia Tahun 2011 - 2016,” 2017.

[9] F. Sondakh, P. Tommy, M. Mangantar, J. Manajemen, U. Sam, and R. Manado, “Current Ratio,” *Encycl. Prod. Manuf. Manag.*, vol. 3, no. 2, pp. 138–138, 2006, doi: 10.1007/1-4020-0612-8_202.

[10] R. P. Hutami, “Pengaruh Dividend Per Share, Return on Equity Dan Net Profit Margin Terhadap Harga Saham

Perusahaaan Industri Manufaktur Yang Tercatat Di Bursa Efek Indonesia Periode 2006-2010," *Nominal, Barom. Ris. Akunt. dan Manaj.*, vol. 1, no. 2, 2012, doi: 10.21831/nominal.v1i2.1001.

[11] Badan Usaha Milik Negara, "Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2003." https://www.hukumonline.com/pusatdata/detail/13588/node/535/uu-no-19-tahun-2003-badan-usaha-milik-negara (accessed Jul. 20, 2020).

[12] E. Kayo, "Bank Umum (Bank Umum Persero)." https://www.sahamok.com/bank/bank-umum-bumn/%0D (accessed Jul. 15, 2020).

[13] T. Intan, "Pengaruh Dividend Per Share Dan Earning Per Share Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Go Public Di Bursa Efek Indonesia Oleh : Nama : Taranika Intan Nim," 2009.

[14] R. Valintino and L. Sularno, "Pengaruh Return On Asset (ROA), Current Ratio (CR), Return On Equity (ROE), Debt To Equity Ratio (DER), Dan Earning Per Share (EPS) Terhadap Harga Saham Perusahaan Manufaktur Sektor Industri Barang Konsumsi Di BEI," in *Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Teknik Sipil) Bandung, 8-9 Oktober 2013 Vol.*, 2013, vol. 5 Oktober, p. E-195-E-202, doi: 10.1002/9781119005353.ch21.

[15] S. E. Dorothea Ratih1, Apriatni E.P2, "Pengaruh EPS, PER, DER, ROE Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Sektor Pertambangan yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia (BEI) Tahun 2010-2012,"*Eksis J. Ris. Ekon. dan Bisnis*, vol. 11, no. 1, pp. 1–12, 2016, doi: 10.26533/eksis.v11i1.36.

P-7

SISTEM PEMBANGKIT PANEL SURYA DENGAN *SOLAR TRACKER DUAL AXIS*

DUAL AXIS SOLAR TRACKING SYSTEM FOR POWER GENERATION

Qory Hidayati[1*], Nur Yanti[2], Nurwahidah Jamal[3]
[123]*Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta km.8, Balikpapan, Indonesia*
[*]*E-mail: qory.hidayati@poltekba.ac.id*

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 18-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Listrik merupakan salah satu kebutuhan pendukung aktivitas manusia dan sudah menjadi bagian yang tidak terlepaskan dari manusia. Sehingga penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi menarik sebagai energi alternative menghasilkan listrik. Salah satu keunggulan nya karna pengolahan listri tenaga surya ramah akan lingungan. Dalam hal ini kebanyakan sel surya yang terpasang kebanyakan bersifat statis atau diam, sehingga proses penyerapan energi matahari oleh sel surya kurang maksimal. Untuk mendapatkan energi matahari yang maksimal, maka posisi cel surya tersebut harus mengikuti arah datangnya sinar matahari. Pada penelitian ini telah dirancang pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan metode yang dapat menggerakkan posisi sel surya agar selalu mengikuti arah pergerakan matahari yaitu metode solar tracker dual axis yang dimana dengan menggunakan metode ini dalam penyerapan energi matahari lebih optimal. Solar tracker dual axis dimanfaatkan sebagai optimalisasi dari penerimaan energi matahari oleh panel surya, terdapat 4 buah sensor cahaya yang bekerja pada sistem ini yang fungsinya membaca pergeseran matahari yang ditempatkan dengan sudut berbeda pada sel surya. Kemudian output dari sensor cahaya dikirim ke mikrokontroller arduino dan arduino akan mengolah data dari sensor cahaya sehingga motor servo akan menggerakan panel surya sesuai perintah. Dari hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan metode solar tracker dual axis, maka total jumlah energi matahari yang dihasilkan lebih besar dibandingkan panel surya statis yaitu hingga sebesar 30% lebih banyak ketimbang panel surya statis. Disimpulkan bahwa metode yang diusulkan dapat menambah daya energi matahari lebih banyak daripada tanpa menggunakan metode (statis).

Kata Kunci : Sel Surya, Solar Tracker Dual Axis, Arduino, Sensor cahaya

ABSTRACT

Electricity is one of the needs to support human activities and has become an inseparable part of humans. So that research on Solar Power Plants (PLTS) becomes interesting as an alternative energy to produce electricity. One of the advantages is that solar power processing is environmentally friendly. In this case, most of the installed solar cells are mostly static or stationary, so the process of absorption of solar energy by solar cells is not optimal. To get maximum solar energy, the position of the solar cell must follow the direction of the sun's rays. In this study, a solar power plant (PLTS) has been designed with a method that can move the position of the solar cells so that they always follow the direction of the sun's movement, namely the dual axis solar tracker method, which uses this method to optimize solar energy absorption. The dual axis solar tracker is used as an optimization of solar energy reception by solar panels. There are 4 light sensors that work in this system which functions to read the sun's shift positioned at different angles on the solar cell. Then the output from the light sensor is sent to the Arduino microcontroller and Arduino will process the data from the light sensor so that the servo motor will move the solar panels according to orders. The research results show that using the dual axis solar tracker method, the total amount of solar energy produced is greater than static solar panels, which is up to 30% more than static solar panels. It is concluded that the proposed method can add more solar energy power than without using the (static) method.

Keywords: Solar Cell, Solar Tracker Dual Axis Solar Tracker, Arduino, Light Sensor

PENDAHULUAN

Modul sel surya merupakan gabungan sel surya yang berfungsi merubah energi surya menjadi energi listrik. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik dapat dihasilkan menggunakan panel *fotovoltaik* atau pemusatan sinar surya. Oleh karena itu, untuk mendapatkan efisiensi maksimum dari cahaya matahari, maka panel surya harus selalu dalam posisi menghadap arah cahaya matahari. Dengan pegetahuan rotasi bumi, maka letak matahari tidak selalu sama setiap waktu. Pada waktu tertentu, matahari berada di belahan bumi utara, terkadang pula berada di belahan bumi selatan ataupun di garis khatulistiwa. Sehingga mengakibatkan sel surya tidak mampu menyerap energi matahari secara maksimal karena perubahan posisi matahari di setiap waktunya. Untuk mendapatkan efisiensi maksimum, maka panel surya harus mengikuti pergerakan matahari. Posisi sel surya terhadap matahari harus dikendalikan secara otomatis berdasarkan arah matahari dengan menggunakan penggerak modul sel surya menggunakan teknologi sistem instrumentasi mikrokontroler [1].

Cahaya juga bisa dikonversi menjadi tenaga listrik dengan menggunakan modul *fotovoltaik* yang disebut dengan modul PV atau panel surya. Prinsip untuk mengkonversi cahaya menjadi energi (yang berguna) juga dilakukan oleh alam melalui proses yang disebut dengan fotosintesis, di mana dedaunan hijau pada tanaman mengkonversi sinar matahari menjadi energi yang diperlukan tanaman agar tumbuh. Modul PV akan menghasilkan *output* terbanyak jika diarahkan langsung kematahari. Prinsip untuk mengkonversi cahaya menjadi energi (yang berguna) juga dilakukan oleh alam melalui proses yang disebut dengan fotosintesis, di mana dedaunan hijau pada tanaman mengkonversi sinar matahari menjadi energi yang diperlukan tanaman agar tumbuh. Modul PV akan menghasilkan *output* terbanyak jika diarahkan langsung kematahari. Instalasi Modul PV di negara-negara yang jatuh dari aktuator dibangun menggunakan pelacak matahari untuk memastikan agar modul mengikuti cahaya matahari sehingga memastikan situasi yang optimal [2].

Penelitian [3] menerapkan Solar Tracker Cerdas dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit Atmega 8535 dimana penelitian ini hanya memfokuskan pada *solar tracker* dan daya yang dihasilkan oleh panel surya saja tidak membahas sudut derajat matahari ataupun implementasi. Penelitian [4] membahas Sistem Kerja Solar Sell Dalam Penyerapan Energi Matahari dimana penelitian ini membahas nilai sudut pada tiap jam dalam 1 hari. Penelitian [5] meningkatkan Daya Pada Solar Panel Tipe Polikristal yang dimana penelitian ini hanya sebatas mengukur hasil keluaran (V) pada panel surya dan tidak ada implementasinya jadi sifatnya masih prototipe. Sedangkan penelitian [6] Sistem Kendali Solar Tracker Satu Sumbu berbasis Arduino dengan LDR yang dimana penelitian ini memiliki fokus pada waktu pengambilan data dan membandingkannya yang menggunakan solar tracker dengan yang tidak menggunakannya, dan masih menggunakan metode satu sumbu (*single axis*).

Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan implementasi Sistem Pembangkit Panel Surya dengan *Solar Tracker Dual Axis* secara real plant untuk mengendalikan sudut yaw dan pitch panel surya.

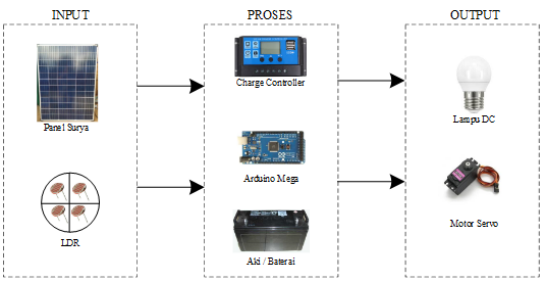
METODOLOGI

Metode dari sistem yang dilakukan yaitu dimulai dari perancangan sistem, pengujian sistem dan implementasi sistem.

Perancangan Sistem

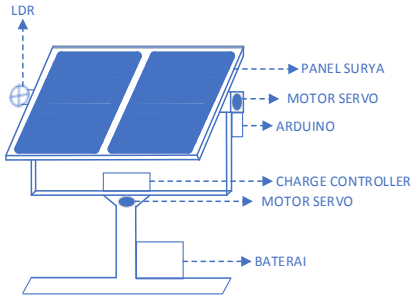
Perancangan Sistem dibagi menjadi 3 bagian, yaitu Blok Diagram Rancangan, Blok Diagram Keseluruhan Sistem, dan Diagram Alir Sistem.

Blok diagram rancangan ini dibuat untuk membagi beberapa komponen sesuai dengan fungsi komponen tersebut yang dimana pembagian ini memiliki 3 bagian yang terdiri dari *Input*, *Output*, dan Proses. Untuk mengetahui keseluruhannya dapat dilihat pada Gambar 1 Blok Rancangan Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis* :



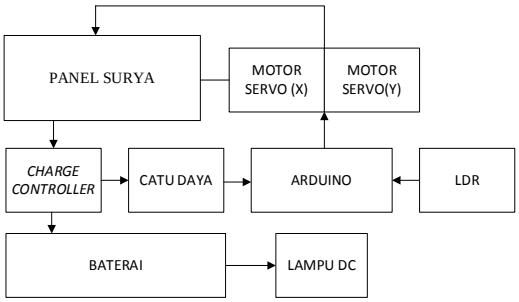
Gambar 1. Blok Rancangan Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis*

Pada Gambar 2 adalah rancangan penelitian



Gambar 2. Rancangan Alat Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis*

Diagram blok keseluruhan sistem akan menjelaskan sistem kerja pembangkit panel surya dengan metode *solar tracker dual axis* yang dimana tiap komponen pada tugas akhir ini memiliki fungsi dan prinsip kerja yang berbeda – beda yang telah di sebutkan pada pembahasan sebelumnya. Jadi pada Gambar 3 dijelaskan alur sistem di setiap tahapan mulai dari Panel Surya dan sistem kontrol arduinonya adalah berikut ini:



Gambar 3. Diagram Blok Keseluruhan Sistem Pembangkit Panel Surya Dengan Metode *Solar Tracker Dual Axis*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor cahaya ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana respon sensor bekerja terhadap perubahan cahaya yang terjadi pada saat pengujian, pengukuran sensor LDR digunakan multimeter untuk mengukur output yang dihasilkan pada komponen tersebut. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui berapa keluaran pada masing masing LDR di jam tertentu. Berikut adalah hasil pengukuran sensor ldr yang didapat pada waktu pagi, siang, dan sore hari.

Tabel 1. Pengujian sensor ldr

Waktu	Ldr 0 (Timur)	Ldr 1 (Utara)	Ldr 2 (Barat)	Ldr 3 (Selatan)	Posisi Panel Surya
09.00	265 Ω	610 Ω	540 Ω	765 Ω	Timur (0°)
12.00	390 Ω	700 Ω	475 Ω	660 Ω	Tegak lurus (90°)
16.00	520 Ω	775 Ω	380 Ω	535 Ω	Barat (180°)

Hasil pengujian sensor pada Tabel 1 diatas dengan melakukan pengukuran nilai resistansi yang didapatkan menggunakan multimeter, yang dimana nilai tersebut didapatkan ketika diberi cahaya atau didekatkan sumber cahaya pada matahari. Nilai ini dapat berubah rubah tergantung intensitas cahaya yang diterima pada sensor LDR, dari hasil pengujian terlihat bahwa semakin jauh jarak antara sensor LDR dengan sumber cahaya maka resistansi yang terukur akan semakin besar. Dan semakin dekat sensor LDR dengan sumber cahaya maka resistansi yang dihasilkan akan semakin kecil. Dan untuk posisi panel surya dalam pengujian LDR ini posisi panel surya mengikuti arah matahari

Pengujian Sensor LDR dan Servo Dengan Sinar Matahari

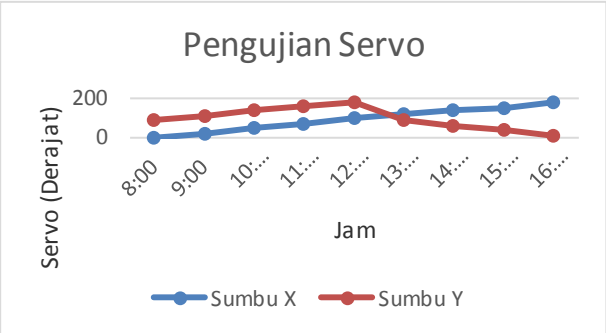
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pergerakan servo pada alat, yang dimana bergeraknya servo di sesuaikan dengan perbandingan intensitas cahaya yang diterima pada masing masing sensor yang terdapat pada alat. Pengujiannya yaitu pengiriman data dari sensor LDR pada servo bergerak sesuai sumbunya yaitu sumbu X dan sumbu Y, yang artinya berfungsi sebagaimana fungsinya. Berikut adalah hasil pengujian yang didapatkan.

Tabel 2. Pengujian sensor ldr dan servo

Jam	LDR				Servo	
	Ldr 0 (Timur)	Ldr 1 (Utara)	Ldr 2 (Barat)	Ldr 3 (Selatan)	X	Y
08.00	240 Ω	580 Ω	500 Ω	790 Ω	0°	90°
09.00	265 Ω	610 Ω	540 Ω	765 Ω	20°	110°
10.00	290 Ω	635 Ω	520 Ω	750 Ω	45°	135°
11.00	350 Ω	670 Ω	500 Ω	720 Ω	70°	160°
12.00	390 Ω	700 Ω	475 Ω	660 Ω	95°	180°
13.00	450 Ω	726 Ω	450 Ω	620 Ω	115°	85°
14.00	480 Ω	745 Ω	420 Ω	600 Ω	135°	60°
15.00	500 Ω	760 Ω	400 Ω	570 Ω	150°	35°
16.00	520 Ω	775 Ω	380 Ω	535 Ω	180°	10°

Berdasarkan Tabel 2 pada motor servo bergerak sesuai dengan perbandingan nilai resistansi sensor LDR, yang dimana jika salah satu sensor resistansinya lebih kecil maka motor akan bergerak kearah sensor yang menerima cahaya lebih sedikit. Misalnya pada jam 09.00, 12.00, dan 16.00.

 ISBN: 978-602-51450-2-5



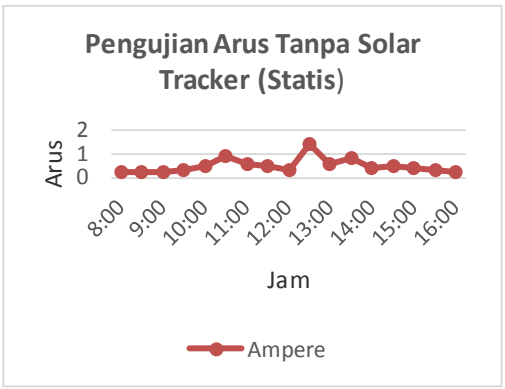
Gambar 4. Grafik Pengujian Motor Servo

Pengujian Alat Tanpa Solar Tracker (Statis)

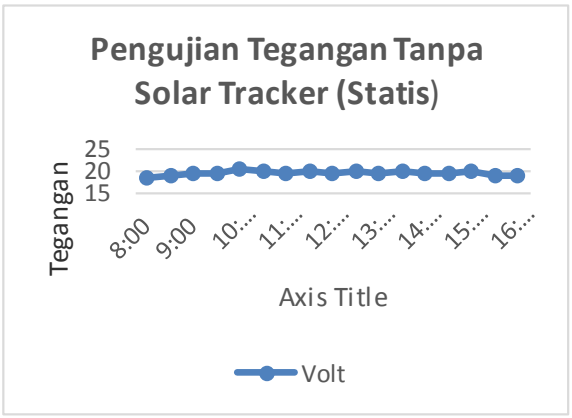
Dalam pengujian alat ini tanpa menggunakan metode, di peruntukan untuk membandingkan hasil yang didapatkan dengan sebuah metode dan tidak menggunakan metode dengan begitu berikut pengujian alat tanpa menggunakan metode solar tracker. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian panel surya tanpa menggunakan metode solar tracker

Tabel 3. Pengujian alat tanpa s*olar tracker*

No	Jam	Voltase (Volt)	I (Ampere)	Ket
1	08.00	18,7 V	0,18 A	Berawan
2	08.30	18,9 V	0,19 A	Berawan
3	09.00	19,3 V	0,24 A	Cerah Berawan
4	09.30	19,4 V	0,27 A	Cerah
5	10.00	20,3 V	0,48 A	Cerah
6	10.30	20 V	0,90 A	Cerah Berawan
7	11.00	19,3 V	0,60 A	Berawan
8	11.30	20 V	0,48 A	Berawan
9	12.00	19,4 V	0,31 A	Berawan
10	12.30	20,1 V	1,4 A	Cerah
11	13.00	19,4 V	0,58 A	Cerah Berawan
12	13.30	19,8 V	0,78 A	Cerah
13	14.00	19,4 V	0,42 A	Cerah Berawan
14	14.30	19,7 V	0,47 A	Cerah Berawan
15	15.00	19,8 V	0,43 A	Cerah Berawan
16	15.30	18,9 V	0,28 A	Cerah Berawan
17	16.00	19 V	0,23 A	Cerah Berawan



Gambar 5. Grafik Pengujian Arus Tanpa *Solar Tracker*



Gambar 6. Grafik Pengujian Tegangan Tanpa *Solar Tracker*

Untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus mengukur menggunakan multimeter pada panel suryanya, yang dapat dilihat pada tabel IV.3. Sebagai contoh bentuk perhitungannya berdasarkan rumus mencari daya diatas sesuai tabel IV.3 pada jam 08.00 sebagai berikut :

P = I x V ..... (1)

= 0,18 x 18,7

= 3,36 Watt

Jadi nilai daya yang didapat pada jam 08.00 sebesar 3,36Watt

Pengujian Alat Dengan Solar Tracker

Dan berikut ini adalah pengujian alat dengan menggunakan metode Solar Tracker

Tabel 4. Pengujian alat dengan solar tracker

No	Jam	Voltase (volt)	I (Ampere)	Ket
1	08.00	18,5 V	0,16 A	H
2	08.30	18,8 V	0,19 A	G
3	09.00	19,0 V	0,22 A	G
4	09.30	19,5 V	0,29 A	CB
5	10.00	19,6 V	0,34 A	CB
6	10.30	18,9 V	0,31 A	CB
7	11.00	19, 7 V	0,37 A	C
8	11.30	20,2 V	0,49 A	C
9	12.00	20, 5 V	0,54 A	C
10	12.30	20 V	0,37 A	B
11	13.00	20,1 V	0,40 A	C
12	13.30	19,5 V	0,43 A	C
13	14.00	19,8 V	0,48 A	C
14	14.30	19,8 V	2,1 A	C
15	15.00	20,2 V	2.17 A	C
16	15.30	20 V	0,30 A	B
17	16.00	17 V	0,12	M

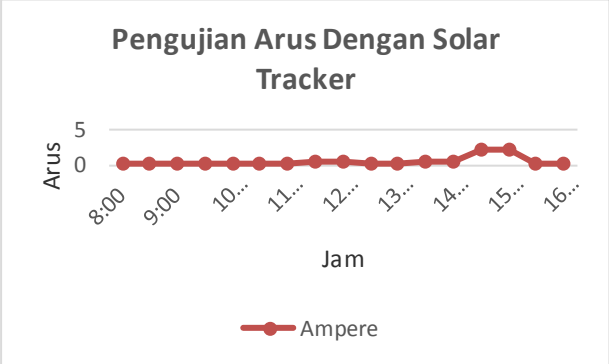
Keterangan :

B : Berawan H : Hujan

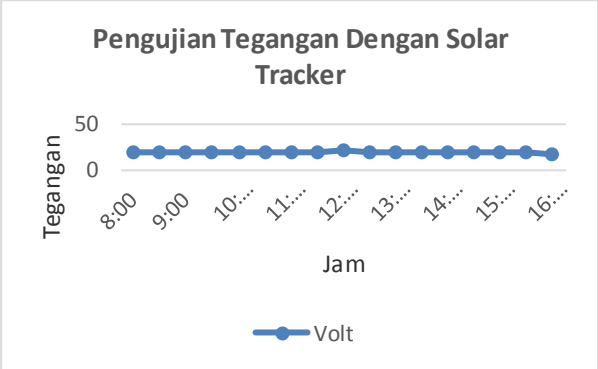
CB : Cerah Berawan G : Gerimis

C : Cerah M : Mendung

 ISBN: 978-602-51450-2-5



Gambar 7. Grafik Pengujian Arus Dengan *Solar Tracker*



Gambar 8. Grafik Pengujian Tegangan Dengan Solar Tracker

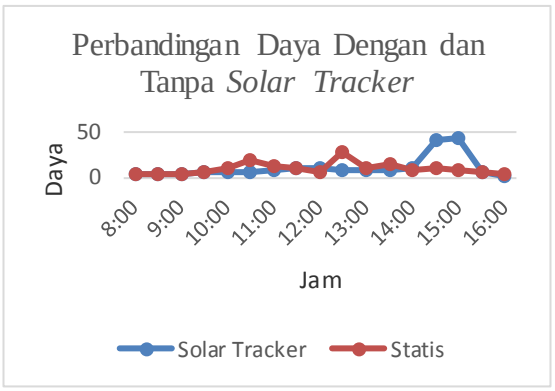
Berdasarkan tabel 4 dan gambar 8 yang menyajikan data dari tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya dengan menggunakan metode *solar tracker*. perhitungannya berdasarkan rumus mencari daya diatas sesuai tabel 4 pada jam 08.00 sebagai berikut :

P = I x V ..... (2)
= 0,16x 18,5
= 2,96 Watt

Jadi nilai daya yang didapat pada jam 08.00 sebesar 2,96 Watt

Tabel 5.Perbandingan daya statis dan solar tracker

No	Jam	Solar Tracker	Statis
1	08.00	2,96 W	3,37 W
2	08.30	3,57 W	3,60 W
3	09.00	4,18 W	4,63 W
4	09.30	5,65 W	5,23 W
5	10.00	6,66 W	9,74 W
6	10.30	5,85 W	18 W
7	11.00	7,28 W	11,58 W
8	11.30	9,89 W	9,6 W
9	12.00	11,07 W	6,01 W
10	12.30	7,40 W	28,14 W
11	13.00	8,04 W	11,25 W
12	13.30	8,38 W	15,44 W
13	14.00	9,50 W	8,14 W
14	14.30	41,58 W	9,25 W
15	15.00	43,83 W	8,51 W
16	15.30	6 W	5,29 W
17	16.00	2,04 W	4,37 W
Rata – Rata Daya		**10,71 W**	**9,54 W**



Gambar 9. Grafik Perbandingan Daya

Hasil Perhitungan Efisiensi Daya yang dihasilkan Dengan dan Tanpa *Solar Tracker*

Dengan didapatkannya data dari hasil pengujian, maka langkah selanjutnya dilakukan perhitungan persentase peningkatan daya listrik yang dihasilkan antara panel surya menggunakan solar tracker dan panel surya statis atau diam (tanpa menggunakan solar tracker).

$$\text{Daya} = \frac{P\,tracker - P\,statis}{P\,statis} x\ 100\% \quad \text{..... (3)}$$

$$= \frac{10{,}71 - 9{,}54}{10{,}71} x\ 100\%$$

$$= \frac{1{,}17}{10{,}71} x\ 100\%$$

= 10%

Dari hasil ini maka dapat di pastikan daya yang diperoleh dengan dan tanpa *solar tracker* memiliki perbedaan sebesar 10%, yang dimana menggunakan metode *solar tracker* lebih banyak menghasilkan daya ketimbang tidak memakai metode yaitu dengan perbedaan sebesar 10% dan metode ini baik dalam memanfaatkan sinar matahari.

Hasil Dari Proses Penyimpanan dan Pemakaian Daya pada Panel Surya

Daya yang dapat di simpan pada baterai (aki) sebesar 384wh (watt/hour), nilai ini didapatkan karena aki yang digunakan

sebesar 32ah (ampere/hour) dikalikan tegangan yang digunakan pada aki yaitu 12v, yang didapatkan dari rumus untuk mencari daya yaitu P=I x V (I=Arus,V=Tegangan,P=Daya)

Lalu panel surya yang digunakan sebesar 50Wp (watt/peak) yang artinya dalam waktu puncak (panas terik) panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 50Watt. jadi ketika dalam sehari cuaca panas anggap saja selama 5 jam panas terik berarti panel surya dalam 1 hari menghasilkan daya sebesar 250watt, yang didapatkan dari nilai Wp panel surya dikalikan waktu (jam), 50Wp x 5 Jam = 250 Watt

Dalam penggunaan sehari pada rumah kumbung di km.15 daya yang dibutuhkan sebesar 234Watt. Untuk mengetahui secara rinci penggunaan dapat dilihat dibawah ini :

- Lampu 7Watt x 12Jam : 84Watt
- Pompa 75Watt x 2 Jam : 150 Watt

Jadi total keseluruhan yaitu 84Watt + 150Watt = 234Watt dan apabila dalam sehari panel surya dapat menghasilkan daya sebesar 250Watt, maka untuk kebutuhan sehari – hari dapat terpenuhi.

Untuk tambahan penggunaan pompa digunakan petani untuk menyiram jamur, jadi sistem panel surya ini tidak serta merta untuk penerangan sebuah lampu saja tetapi bisa juga digunakan untuk pompa, dan tegangan yang digunakan pun tegangan DC (*Direct Current)* jadi lampu dan pompa yang digunakan adalah pompa dc dan lampu dc.

KESIMPULAN

Sensor cahaya pada sistem ini digunakan untuk mengorientasikan arah suatu obyek pergerakan sinar matahari dengan menggunakan kendali Arduino Mega dan dua motor servo sebagai penggerak pada dua sumbu (x dan y) sehingga menghasilkan akurasi yang cukup baik. *Solar tracker* dapat berfungsi optimal pada saat matahari tidak tertutupi awan/mendung. Perbedaan daya yang dihasilkan sebesar 10% yang dimana menggunakan metode *solar tracker* ini lebih banyak menerima cahaya matahari ketimbang yang tidak menggunakan metode.

SARAN

Peletakkan sensor cahaya dilakukan disetiap sudut modul sel surya sehingga dapat presisi pada arah pergerakan arah matahari. Dan ditambah dengan teknologi IOT terkait monitoring daya yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Balikpapan dan petani jamur tiram di km.15 Karang Joang Balikpapan atas dukungan dalam kegiatan penelitian ini hingga akhir.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Syahab, Alfin Syarifuddin, Hanif Cahyo Romadhon, and M. Luqman Hakim. “Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Bebasis Internet of Things.” *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* 6(2) (2019): 21–29.

[2] Situngkir, Haposan, and Muhammad Fadlan Siregar. “Panel Surya Berjalan Dengan Mengikuti Gerak Laju Matahari.” *Journal of Electrical Technology* 3(3) (2018) : 128–31.

[3] Sutaya, I Wayan, and Ketut Udy Ariawan. “Solar Tracker Cerdas Dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit ATMega8535.” *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)* 5(1) (2016) : 673–82.

[4] Rezkyanzah, Jeneiro, and Chrystia Aji Putra. “Perancangan Solar Tracker Berbasis Arduino Sebagai Penunjang Sistem Kerja Solar Cell Dalam Penyerapan Energi Matahari.” (2016), XI.

[5] Wendryanto, Gede Widayana, dan I Wayan Sutaya. “Pengembangan Penggerak Solar Panel Dua Sumbu Untuk Meningkatkan Daya Pada Solar Panel Tipe Polikristal.” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha* 5(3) (2019): 62–70.

[6] Putra, Alfis Mandala, and Universitas Negeri Padang. “Sistem Kendali Solar Tracker Satu Sumbu Berbasis Arduino Dengan Sensor LDR.” 06(01) (2020) : 322–27.

P-8

GAMBARAN KESIAPAN BEKERJA PADA SISWA SMK

DESCRIPTION OF READINESS TO WORK IN SMK STUDENTS

St. Hadjar Nurul Istiqamah[1*], Novita Maulidya Jalal[2]
[1]Faculty of Psychology, Universitas Negeri Makassar,Makassar, South Sulawesi, Indonesia
[2]Faculty of Psychology, Universitas Negeri Makassar,Makassar, South Sulawesi, Indonesia

**E-mail: hadjaristiqamah@unm.ac.id., novitamaulidya@yahoo.com*

Diterima 11-08-2020	Diperbaiki 06-11-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran kesiapan kerja pada siswa SMKN di Indonesia.Penelitian yang dilakukan menggunakan penelitian kepustakaan dalam mengumpulkan informasi data dengan teknik dokumentasi, yaitu mencari data mengenai hal-hal yang relevan dari berbagai macam referensi di perpustakaan seperti jurnal, dokumen, buku, majalah, berita.Kriteria artikel yang dipilih yaitu adanya pembahasan tentang kesiapan bekerja, serta siswa SMK.Hasil penelitian mengungkapkan bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kesiapan bekerja pada siswa SMK antara lain potensi yang dimiliki oleh siswa seperti bakat dan minat, faktor kepribadian siswa seperti kepercayaan diri, motivasi, dan kemandirian.Selain itu, faktor sekolah seperti kesempatan untuk magang, fasilitas yang dapat mempengaruhi kesiapan kerja pada siswa SMK.

Keyword : Kesiapan, Bekerja, Siswa SMK

ABSTRACT

This study aims to find a picture of work readiness in vocational high school students in Indonesia. The study uses library research where in collecting data information with documentation techniques that are looking for data about relevant matters from various kinds in the library such as journals, documents, books, magazines, news. The criterion for the selected article is a discussion about work readiness, as well as vocational students. The results of the study revealed that there are several factors that affect readiness to work at SMK students, including the potential possessed by students such as talent and interest, student personality factors such as self-confidence, motivation, and independence. In addition, school factors such as opportunities for internships, facilities, affect the work readiness of vocational students.

Keyword: Readiness, Work, Vocational Students

PENDAHULUAN

Dewasa ini, dunia industri dan usaha mengalami perkembangan yang pesat dan mengikuti perkembangan zaman. Perkembangan tersebut menyebabkan terjadinya persaingan dalam mendapatkan kesempatan bagi masing – masing usaha dan industri. Kemajuan tersebut jika tidak diimbangi dengan kemampuan sumber daya yang dimiliki maka akanmenghambat pencapaian yang diinginkan oleh perusahaan. Sumber daya yang dimiliki harus memiliki kualitas dan kualifikasi yang sesuai dengan jabatan atau pekerjaan yang ditempati.Hal terserbut harus dilakukan demi kemajuan perusahaan atau industri.

Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), merupakan pendidikan formal yang menyelenggarakan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah sebagai lanjutan

dari SMP/MTs atau bentuk lain yang sederajat atau lanjutan dari hasil belajar yang diakui sama/setara SMP/MTs. Pendidikan SMK menyediakan program keahlian, misalnya teknologi informasi dan komunikasi, teknologi dan rekayasa, kesehatan dan pekerjaan sosial, agribisnis dan agroteknologi, kemaritiman, bisnis dan manajemen, pariwisata, seni dan industri kreatif, dan sebagainya. Oleh karena itu, lulusan SMK memiliki peluang dan kesempatan kerja yang lebih besar untuk dapat bekerja berdasarkan peminatan yang dimilikinya. Badan Pusat Statistik (BPS) per Agustus 2018 menunjukkan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Indonesia sebesar 6,99 juta orang, atau 5,34 persen dari jumlah angkatan kerja sebanyak 131,01 juta jiwa. Dari jumlah tersebut, lulusan SMK menganggur tercatat 11,24 persen, sementara lulusan SMA menganggur mengambil porsi 7,95 persen. Hal tersebut menunjukkan bahwa walaupun lulusan SMK memiliki peluang dan dibekali dengan keterampilan, namun hal tersebut tidak memberikan jaminan akan dapat diterima oleh badan usaha atau industri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peluang tenaga kerja lulusan SMK mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, namun kontribusi lulusan SMK yang menganggur terhadap pengangguran nasional selalu meningkat untuk tiap tahunnya. Permasalahan yang terjadi padah siswa SMK adalah pertama, tidak semua SMK mempunyai kualitas yang sama dan mampu menghasilkan lulusan yang mempunyai keterampilan, keahlian serta wawasan yang memadai. Kedua, masih belum sesuainya keahlian lulusan SMK dengan kebutuhan lapangan kerja [2]. Hal serupa juga dikemukakan oleh Damasanti (1) hasil penelitian menunjukan bahwa motivasi kerja merupakan faktor yang memberikan sumbangan terbesar terhadap kesiapan kerja siswa SMK program keahlian tata busana, dalam hal ini motivasi kerja berada dalam kategori baik. Motivasi kerja yang ada di dalam maupun di luar diri siswa akan memberikan semangat dan kekuatan untuk melakukan suatu kegiatan, kekuatan motivasi dari diri siswa maka ia akan berusaha untuk melakukan suatu tindakan yang mengharuskannya melaksanakan suatu pekerja.

Lulusan SMK memiliki kompetensi dan kemampuan untuk menciptakan lapangan kerja sendiri, namun kecenderungan yang terjadi adalah lulusan SMK lebih memilih untuk bekerja di tempat orang lain jika dibandingkan membuka lapangan pekerjaan secara mandiri. Hal lain yang perlu dipersiapkan adalah kompetensi, pada dasarnya lulusan SMK memiliki kompetensi yang memadai. Namun apakah hal tersebut cukup dapat menjawab dan membantu dalam mencari pekerjaan?Tuntutan saat ini, mewajibkan individu yang ingin bekerja harus memiliki kemampuan untuk dapat bersaing dengan kompetitor, memiliki ide kreatif, dapat beradaptasi terhadap perubahan dengan cepat.Hal tersebut harus dilakukan agar dapat mempersiapkan diri dengan baik untuk memasuki dunia usaha dan industri.Oleh karena itu, peserta didik perlu diberikan pembekalan terkait keterampilan bekerja secara mandiri baik *soft skill* ataupun *hard skill.*Kemampuan tersebut akan membantu siswa untuk dapat memahami potensi diri, sehingga Ia akan siap untuk dapat bekerja.

METODOLOGI

Studi dimulai dengan sistemtis untuk mengidentifikasi jurnal online mengenai Kesiapan Bekerja siswa SMK.Peneliti menggunakan metode telaah pustaka (*library research*).Penelitian kepustakaan merupakan studi yang mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti [11]. Kuhlthau dalam Mirzaqon dan Purwoko [12] menyatakan langkah-langkah dalam penelitian kepustakaan yakni: 1. Pemilihan topik 2. Eksplorasi informasi 3.Menentukan fokus penelitian 4.Pengumpulan sumber data 5.Persiapan penyajian data 6.Penyusunan laporan.Penelitian ini menganalisa database elektronik google scholar dan sciencedirect dengan kata kunci Kesiapan Bekerjasiswa SMK.

Kriteria inklusi pada studi ini adalah hanya pada studi terkait dengan Kesiapan Bekerja siswa SMK. Analisis data digunakan untuk menjawab pertanyaan utama dalam penelitian, yaitu :“Bagaimana gambaran Kesiapan Bekerja siswa SMK?”.Tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi, merangkum, dan melakukan sintesis pada litertur yang telah ada dalam memahami “Bagaimana gambaran Kesiapan Bekerja siswa SMK?”

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Hasil penelitian dilakukan dengan menganalisa 9 jurnal terkait cyberbullying pada remaja berikut:

Tabel 1. Hasil penelitian terkait Kesiapan Bekerja siswa SMK

Judul Penelitian	Hasil
Ida Ayu Reviena Damasanti.2014.Kesiapan Kerja Ditinjau dari Motivasi Kerja, Sikap Kewirausahaan, dan Kompetensi Keahlian Busana Wanita pada Siswa SMKN	(1) analisis deskriptif menunjukkan kesiapan kerja dengan kategori baik, motivasi kerja dengan kategori baik, sikap kewirausahaan dengan kategori cukup baik, kompetensi keahlian busana wanita dengan kategori baik, (2) motivasi kerja, sikap kewirausahaan, dan kompetensi keahlian busana wanita mampu menjelaskan kesiapan kerja, (3) analisis korelasi parsial menunjukkan hubungan yang signifikan antara variabel bebas dengan variabel terikat.
Imam A. Alimudin1 , Tatang Permana2 , Sriyono.2018. Studi Kesiapan Kerja Peserta Didik Smk Untuk Bekerja Di Industri Perbaikan Bodi Otomotif	Hasil penelitian disimpulkan bahwa sebagian besar siswa SMK siap untuk bekerja pada industri perbaikan bodi otomotif
Yudi Ganing Dwi Utami dan Hudaniah.2013. self efficacy dengan kesiapan kerja siswa sekolah menengah kejuruan	Hasil penelitian menunjukan semakin tinggi self efficacy semakin tinggi pula kesiapan kerjanya, begitu juga sebaliknya, dengan sumbangan efektif sebesar 45,6%
Dian Kurniawan, Rosmawita Saleh, Amos Neolaka.2013. Faktor-Faktor Kesiapan Kerja Siswa Setelah Pengalaman Kerja Industri Kelas Xi Jurusan (Tkk) Teknik Konstruksi Kayu Dan (Dpkk) Desain Produksi Kriya Kayu Smkn 58 Jakarsiswa SMKta	Dapat disimpulkan indikator kesiapan kerja siswa paling banyak dominan dan memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu 3,49. Ini menunjukkan bahwa tinggi kesiapan kerja setiap mahasiswa setelah mengalami praktik kerja industri. Perlunya peningkatan dalam mempersiapkan mahasiswa untuk praktik kerja industri di guna memaksimalkan peserta didik untuk mengikuti praktek industri, ketenagakerjaan dan peran pemerintah dalam pembagian pekerjaan bagi siswa pascasarjana SMK 58 Jakarta pada khususnya dan SMK pada umumnya
Taufikur Rohman.2020. Kesiapan Kerja Siswa SMK Ditinjau dari Kinerja Prakerin	Hasil menunjukkan bahwa kinerja prakerin berpengaruh signifikan terhadap kesiapan kerja siswa. Hasil tersebut berdasarkan nilai signifikansi 0,00 (< 0,05) dan nilai kontribusi sebesar 60,4%. Dengan demikian, temuan ini menunjukkan bahwa pelaksanaan prakerin yang baik mampu meningkatkan kesiapan siswa untuk memasuki dunia kerja khususnya pada kompetensi keahlian TEI.

Muhammad Ihsan.2018.Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kesiapan Kerja Pada Siswa SMK Negeri 1 Sinjai	Hasil penelitian menunjukkan 1) Pengujian variabel-variabel pada model I-E-O, yang berpengaruh pada kesiapan kerja siswa SMK Negeri 1 Sinjai, dengan menggunakan pendekatan SEM, disimpulkan model *fit* dengan data yang ada. 2) Faktor kemampuan memiliki nilai koefisien sebesar 5,537437. Faktor kemampuan merupakan faktor terkuat yang mempengaruhi kesiapan kerja pada siswa SMK Negeri 1 Sinjai. Faktor ini terdiri atas prestasi belajar, tingkat intelegensi, pengalaman praktek, kedisiplinan, ekspektansi masuk dunia kerja, bakat. 3) Faktor-faktor yang mempengaruhi kesiapan kerja siswa SMK Negeri 1 Sinjai, dipengaruhi oleh faktor kemampuan, faktor akademis, faktor prilaku dan potensi diri, faktor bawaan/warisan.
Tira Fatma Krisnamurti. 2017. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesiapan Kerja Siswa SMK	(1) Terdapat pengaruh prestasi belajar terhadap kesiapan kerja, (2) tidak terdapat pengaruh gender terhadap kesiapan kerja, (3) terdapat pengaruh keaktifan organisasi terhadap kesiapan kerja, (4) tidak terdapat pengaruh pendidikan orang tua terhadap kesiapan kerja, (7)Tidak terdapat pengaruh pendapatan orang tua terhadap kesiapan kerja.
Ulya, zahratun. 2017. Pengaruh pengalaman praktik kerja industri dan prestasi belajar pendidikan kejuruan terhadap kesiapan kerja	Hasil analisis pengalaman Prakerin dan prestasi belajar pendidikan kejuruan terhadap kesiapan kerja dengan koefisien korelasi adalah 0,462 hal ini menunjukkan adanya pengaruh dalam kategori rendah, sedangkan nilai artinya ada pengaruh yang signifikan pengalaman Prakerin dan prestasi belajar pendidikan kejuruan terhadap kesiapan kerja. Selanjutnya indeks determinasi (sebesar (0,214) atau (2,14%) artinya pengalaman Prakerin dan prestasi belajar pendidikan kejuruan berpengaruh terhadap kesiapan kerja siswa SMK Negeri 1 Banda Aceh
*Ari Wibowo, Suroso .2016.*Adversity Quetient, Self Efficacy dan Kesiapan kerja Siswa Kelas XII Program Keahlian Multimedia SMKN 1 Kabupaten Jombang	Hasil penelitian ini adalah (1) Adversity Quetient dan Self Effiacy berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kesiapan Kerja siswa kelas XII Program Keahlian Multimedia SMKN 1 Jombang. ditunjukkan dengan hasil uji analisis regresi mendapatkan nilai regresi F = 13,049, p = 0,000 (p <0,01), (2) Adversity Quetient berpengaruh positif dan signifikan terhadap kesiapan kerja siswa kelas XII SMKN 1 Jombang. Berdasarkan hasil

analisis regresi parsial didapatkan nilai t regresi antara variabel adversity quetient dengan kesiapan kerja = 4,266 dan r parsial = 0,437 dan p = 0,000 (p <0,01), (3) Self Efficacy belum positif dan pengaruh signifikan terhadap kesiapan kerja siswa kelas XII SMKN 1 Jombang ditunjukkan dengan nilai r korelasi parsial antara self-efficacy dengan kesiapan kerja = 0,010, dan nilai t regresi = 089 dan dengan p = 0,930 (p > 0,01).
Kata Kunci: Adversity Quotient, Self Efficacy, Kesiapan Kerja

b. Pembahasan

SMK adalah salah satu jalur pendidikan sekolah yang di jadikan alternatif untuk mengatasi pengangguran adalah pendidikan kejuruan.Walter (Kuswana, 2013) menyatakan pendidikan SMK merupakan program pendidikan yang mempersiapkan orang-orang untuk memasuki dunia kerja, baik yang bersifat formal maupun non formal.Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kesiapan bekerja siswa di SMK berada pada kategori yang baik.Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor dari diri siswa SMK sendiri maupun dari kondisi lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui beberapa faktor yang mempengaruhi kesiapan sekolah siswa SMK, antara lain sebagai berikut:

1. Faktor dari diri siswa (internal siswa SMK)
    a. Motivasi, Jiwa kewirausahaan, dan Kompetensi keahlian pada siswa SMK.
    b. Keyakinan pada kemampuan dirinya (*Self efficacy*), dimana semakin tinggi pula kesiapan kerjanya, begitu juga sebaliknya,
    c. Faktor kemampuan, faktor akademis, faktor prilaku dan potensi diri, faktor bawaan/warisan
    d. Adversity Quetient dan Self Effiacy berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kesiapan Kerja siswa

Berdasarkan hal di atas, maka pemberian pendidikan kewirausahaan dapat dilakukan kepada siswa SMK.Pemerintah telah mengeluarkan Instruksi Presiden RI Nomor 4, tahun 1995 tentang "gerakan nasional memasyarakatkan dan membudayakan kewirausahaan".Kemudian Inpres ini ditindaklanjuti oleh Depdiknas, dengan dilun curkannya program pengembangan ke wirausahaan dalam bentuk paket-paket pendidikan dan kegiatan bagi siswa SMK dan mahasiswa [13]

Rukmana [14] enyatakan pendidikan kewirausahaan adalah satu strategi yang tepat dalam mengenalkan serta menumbuhkan minat kewirausahaan pada generasi muda sejak dini.Program pendidikan kewirausahaan ini dikaitkan dan diintegrasikan dengan program-program lain, seperti pendidikan karakter, pendidikan ekonomi kreatif, dan pendidikan kewirausahaan ke dalam kurikulum sekolah.

Faktor dari luar (eksternal) yang berasal dari sekolah ataupun lingkungan pendidikan, antara lain:

a. Kesempatan untuk pengalaman kerja atau magang atau praktik kerja di industry yang telah dijalani oleh siswa SMK
b. Kondisi atau fasilitas di sekolah yang memberikan kesempatan berpraktek kepada siswa SMK
c. Organisasi kesiswaan dapat memberikan pengalaman bagi siswa dalam melatih softskill yang dibutuhkan saat bekerja seperti kepercayaan diri, kolaborasi, dan pengambilan keputusan.

Hal di atas sejalan dengan lima area Program Revitalisasi SMK sejak diluncurkan pada 26 Mei 2017 lalu di Surakarta, Jawa Tengahmelalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud), salah satunya yakni dalam hal kerjasama industri, Kemendikbud telah bekerja sama dengan 16 DUDI. Program kerja yang telah dilaksanakan antara lain uji sertifikasi lulusan SMK dan rekrutmen

lulusan SMK oleh industri tersebut. Selanjutnya, dalam hal pembangunan sarana dan prasarana serta kelembagaan, Kemendikbud telah membangun 277 unit sekolah baru, 6.478 ruang kelas baru, dan membangun 3.393 ruang praktik SMK di seluruh Indonesia.

Terdapat beberapa faktor yang dinyatakan tidak memberikan pengaruh pada kesiapan kerja bagi siswa SMK yakni (1) tidak terdapat pengaruh gender terhadap kesiapan kerja, (2) tidak terdapat pengaruh pendidikan orang tua terhadap kesiapan kerja, (3) tidak terdapat pengaruh pendapatan orang tua terhadap kesiapan kerja

KESIMPULAN

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kesiapan bekerja pada siswa SMK antara lain potensi yang dimiliki oleh siswa seperti bakat dan minat, faktor kepribadian siswa seperti kepercayaan diri, motivasi, dan kemandirian.Selain itu, faktor sekolah seperti kesempatan untuk magang, fasilitas yang dapat mempengaruhi kesiapan kerja pada siswa SMK.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disarankan agar siswa diberi pembekalan untuk kesiapan beekrja antara lain pembekalan soft skill seperti jiwa kewirausahaan yang dapat menumbuhkan kepercaaan diri, penumbuhan minat, motivasi. Selain itu, juga perlu difasilitasi kerjasama dengan organisasi agar siswa memperoleh pengalaman magang dan fasilitas yang lebih kondusif untuk mempersiapkan diri di lapanga kerja nantinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini dapat digunakan oleh penulis untuk mengucapkan terima kasih pada orang-orang atau institusi yang telah membantu penelitian terkait.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ida Ayu Reviena Damasanti. 2014. Kesiapan Kerja Ditinjau dari Motivasi Kerja, Sikap Kewirausahaan, dan Kompetensi Keahlian Busana Wanita pada Siswa SMKN. Jurnal Pendidikan Sains, 2(2), 114-124

[2] Arie wibowo khurniawan, gustriza erda, muh. Abdul majid. 2019. Profil lulusan smk terhadap tingkat penyerapan tenaga kerja di indonesia tahun 2018/2019. 1(9), 1–24

[3] Imam a. Alimudin1 , tatang permana2 , sriyono.2018. Studi kesiapan kerja peserta didik smk untuk bekerja di industri perbaikan bodi otomotif. Journal of mechanical engineering education, vol. 5, no. 2, desember 2018

[4] Yudi Ganing Dwi Utami dan Hudaniah.2013. Self efficacy dengan kesiapan kerja siswa sekolah menengah kejuruan. Vol. 01, no.01, januari 2013. Issn: 2301-8267

[5] Taufiqurrahman.2020.Kesiapan Kerja Siswa SMK ditinjau dari Kinerja Prakerin.JUPITER Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Vol 5 No.1

[6] Muhammad ihsan.2018.analisis faktor-faktor yang mempengearuhi kesiapan kerja pada siswa smk negeri 1 sinjai. vol 6 no 2 (2018): jurnal pendidikan

[7] Tira Fatma Krisnamurti.2017. faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kesiapan Kerja Siswa Smk. Jurnal Pendidikan dan Ekonomi Vol.6 No.1

[8] Ulya, zahratun. 2017. Pengaruh pengalaman praktik kerja industri dan prestasi belajar pendidikan kejuruan terhadap kesiapan kerja. Skripsi, jurusan bimbingan dan konseling, fakultas keguruan dan ilmu pendidikan, universitas syiah kuala.

[9] *Ari Wibowo*, *Suroso .2016.A* Dversity Quetient, Self Efficacy Dan Kesiapan Kerja Siswa Kelas Xii Program Keahlian Multimedia Smkn 1 Kabupaten Jombang

[10] Sari,M.2020. Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian pendidikan ipa. natural science: *Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA, 6 (1), 2020, (41-53) ISSN: 2715-470X(Online), 2477 – 6181(Cetak)*

[11] Mirzaqon. T, A dan Budi Purwoko . 2017. Studi Kepustakaan Mengenai Landasan Teori dan Praktik Konseling Expressive Writing. *Jurnal BK Unesa, 8(1).*

[12] Samani, Muchlas, Hariyanto. 2012. Pendidikan karakter. Bandung: PT Remaja. Rosdakarya

[13] Rukmana. T.Y. (2018). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sikap Kewirausahaan. Volume 6 No 2. Fakultas Ekonomi : Universitas Negeri Surabaya

[14] Kuswana, Sunaryo, wowo, 2013. Dasar-dasar Pendidikan Vokasi & Kejuruan. Bandung: Alfabeta

P-9

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI *WEDDING ORGANIZER* DAN GEDUNG DI DAERAH KABUPATEN TANGERANG BERBASIS WEB MOBILE

DESIGN OF A WEDDING ORGANIZER AND BUILDING INFORMATION SYSTEM IN THE TANGERANG DISTRICT AREA BASED ON MOBILE WEB

Dina Madinatul Munawaroh[1*], Muhamad Bahrul Ulum[2]
Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul
Jl Arjuna Utara No.9, Tol Tomang, Kebom Jeruk, Jakarta Barat

Email : Dinamadinatul@Gmail.com[1], m.bahrul_ulum@esaunggul.ac.id[2]

Diterima 27-08-2020	Diperbaiki 11-10-2020	Disetujui 03-11-2020

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi di masa sekarang ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Perkembangan teknologi informasi tersebut ditandai dengan adanya pengolahan dalam bidang perkerjaan yang pada awalnya dikelola menggunakan cara manual kini telah dikelola menggunakan teknologi modern. Teknologi bukanlah hal yang baru dalam kehidupan masyarakat. Pemanfaatan teknologi pun kini sudah digunakan diberbagai kalangan, salah satunya di bidang usaha pemesanan wedding organizer dan gedung hampir semua bidang usaha kini memanfaatkan teknlogi untuk kemajuan usaha mereka. Pelanggan biasanya mencari informasi tentang penyewaan wedding organizer dan gedung dan mendatangi langsung untuk penyewaan serta melakukan pembayaran. Untuk menunjang kelancaran dalam proses pemesanan, maka peranan teknologi sangat penting guna melancarkan dan mempermudah kegiatan tersebut. Pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan Waterfall dan Analisis PIECES.

Kata kunci : Gps, waterfall, PIECES, Web Mobile

ABSTRACT

The development of information technology in the present is increasing. The development of information technology is characterized by the processing in the field of work which was originally managed using the manual method has now been managed using modern technology. Technology appreciates new things in people's lives. Utilization of technology has now been used in various groups, one of which is in the field of wedding organizer and all business fields are now utilizing technology for the progress of their business. Customers usually look for information about wedding organizer rentals and come directly to make payments. To support the smooth process of ordering, a very important technology is needed to launch and facilitate these activities. In this study using the Waterfall development method and PIECES Analysis.

Keywords: Gps, waterfalls, PIECES, Web Mobile

PENDAHULUAN

Kabupaten Tangerang merupakan salah satu kota di daerah Banten yang terdapat beberapa jasa pemesanan *wedding organizer* dan gedung. Salah satunya Iis Agung Pesta, merupakan suatu penyedia layanan jasa pemesanan *wedding organizer* dan gedung.

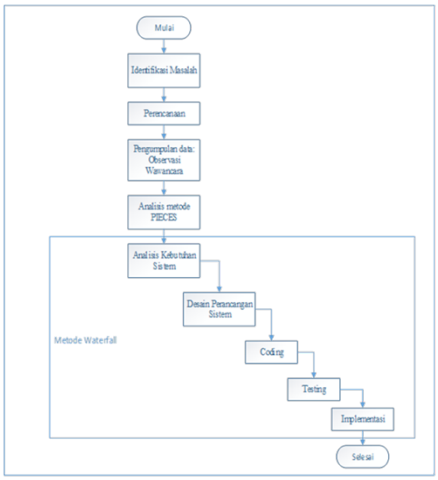
Proses pencarian *wedding organizer* dan gedung saat ini hanya dapat dilakukan dengan datang langsung ketempatnya sehingga tidak efisian bagi pengguna untuk mencari *wedding organizer* dan gedung, karena pencarian *wedding organizer* dan gedung saat ini belum terkomputerisasi.

Penelitian Terkait sistem Informasi pemesanan *wedding organizer* dan gedung yaitu dari beberapa sistem pencarian *wedding organizer* dan gedung yang sudah ada, pemesan harus mendatangi gedung dan tenda untuk memesan *wedding organizer* dan

gedung. Tapi ada beberapa *wedding organizer* dan gedung sudah menerapkan sistem pencaraian dan pemesanan berbasis web agar pemesan dapat dengan mudah mencari dan memesan *wedding organizer* dan gedung kapan saja, dan dimana saja tanpa harus datang langsung ketempatnya, dan pembayaran dapat dilakuan via transfer. Pada penelitan sistem pemesanan *wedding organizer* dan gedung , sistem yang akan dikembangkan berbasis web mobile, sistem pencarian *wedding organizer* dan tenda akan menampilkan beberapa *wedding organizer* dan gedung terdekat dikabupaten tangerang dan akan menampilkan jasa paket pernikahan adapun paket yang ditawarkan lainnya.

METODOLOGI

Pada Penelitian ini, tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada Penelitian ini, untuk mendapatkan pokok permasalahan yang dihadapi penulis menggunakan metode analisis PIECES, berikut hasil analisis masalah yang telah dilakukan:

Tabel 1. Analisis yang berjalan dengan metode PIECES

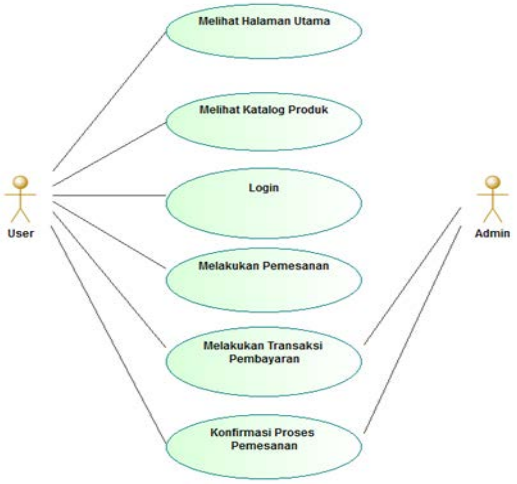
ASPEK	HASIL PENGUKURAN
Performance / Kinerja	Pencarian wedding organizer dan gedung pada saat ini ada beberapa yang dilakukan dengan cara datang langsung ke tempatnya sehingga membutuhkan waktu yang lama.
Information / Informasi	Pelanggan hanya memperoleh informasi terkait pencarian melalui brosur / datang langsung ketempat.
Economic / Ekonomi	Biaya yang dibutuhkan untuk jangka pendek relatif sedikit. Akan tetapi, untuk jangka panjang membutuhkan banyak biaya untuk proses pendekatan dengan pelanggan.
Control / Pengendalian	Belum ada akses data yang tersedia pada wedding organizer dan gedung masih bersifat manual.
Efficiency / Efficiensi	Untuk mendapatkan informasi tentang wedding organizer dan gedung pelanggan harus mencari wedding organizer dan gedung datang langsung ketempatnya sehingga membutuhkan waktu yang lama.
Service / Layanan	Pelayanan terhadap penyajian informasi pencarian masih dengan cara face to face yaitu pelanggan harus datang langsung ke tempatnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem yang akan dibangun, metode pengembangan sistem yang digunakan dalam perancangan sistem ini, menggunakan metode *Waterfall.* tahapan-tahapan yang digunakan dalam *Waterfall* yaitu analisis kebutuhan perangkat lunak desain pembuatan kode program, pengujian, dan pendukung (support) atau pemeliharaan (maintenance).

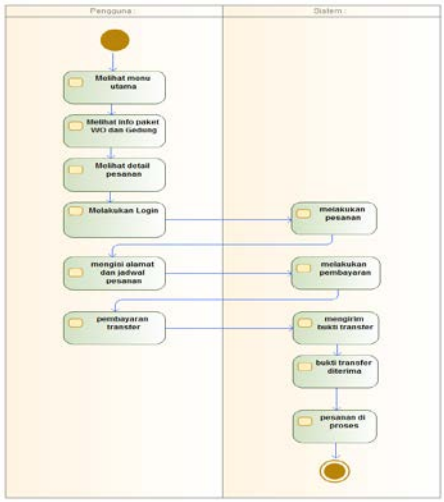
Pada pemodelan pada sistem ini, digambarkan menggunakan UML (Unified Modeling Language).

a. Use case Diagram



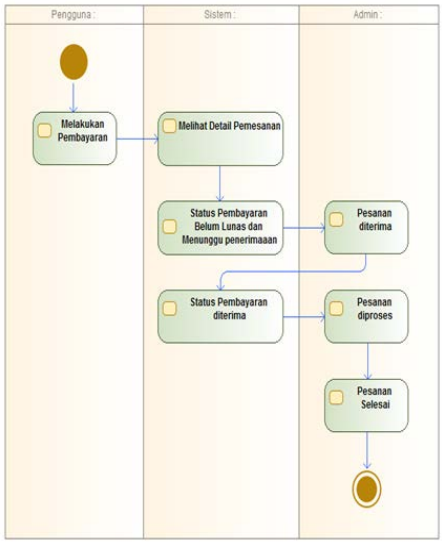
Gambar 2. Use Case Diagram

b. Activity Diagram Pemesanan



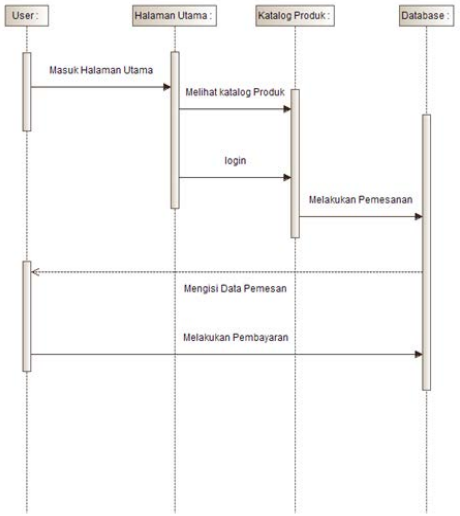
Gambar 3. Activity Diagram pemesanan

c. Activity Diagram Pembayaran



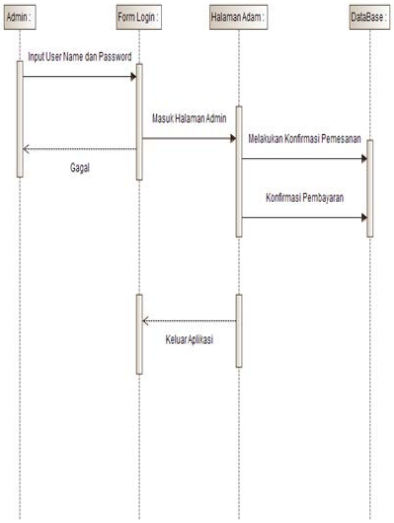
Gambar 4. Activity Diagram Pembayaran

d. *Sequence* Diagram User



Gambar 5. *Squence* Diagram User

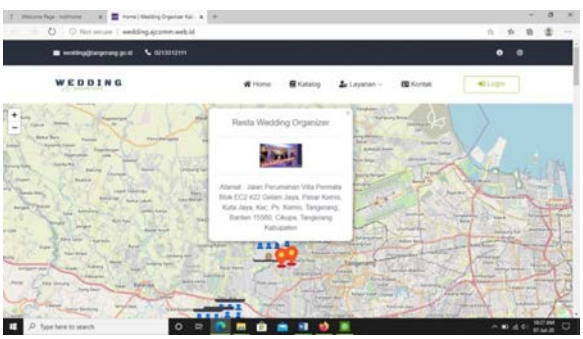
e. *Sequence* Diagram Admin



Gambar 5. *Squence* Diagram Admin

HASIL SISTEM INFORMASI *WEDDING ORGANIZER* DAN GEDUNG BERBASIS WEB MOBILE

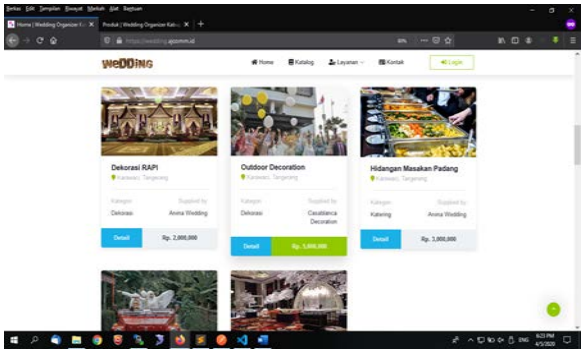
1. Halaman utama



Gambar 7. Halaman Utama

Pada gambar 7. ini adalah halaman yang akan tampil ketika membuka aplikasi yang berisi informasi letak pencarian gedung dan tenda pernikahan terdekat.

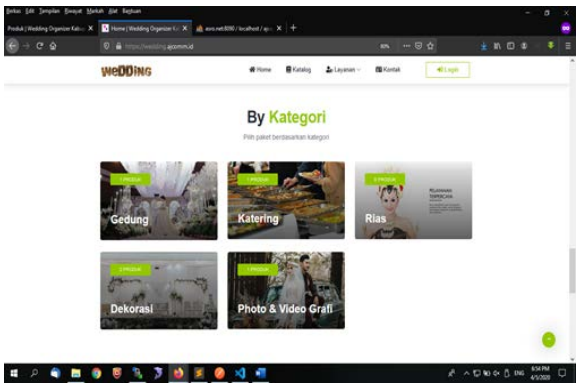
2. Halaman Menu



Gambar 8. Halaman Menu

Pada gambar 8. menu menampilkan informasi mengenai makanan, dekorasi gedung pernikahan yang ada pada sistem ini , user bisa melihat berbagai macam makanan, dekorasi pernikahan sesuai yang diinginkan.

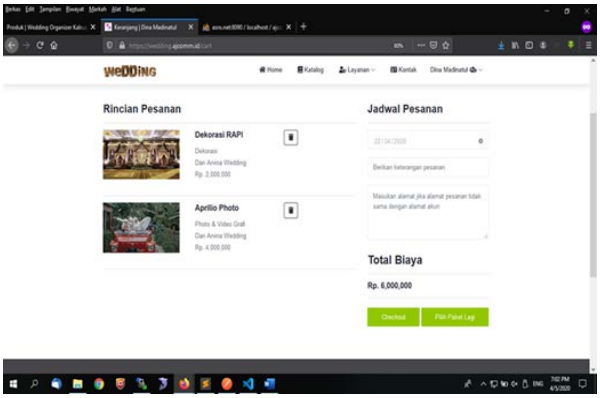
3. Halaman Pemesan



Gambar 9. Halaman Pemesan

Pada gambar 9. Halaman pesanan menampilkan berbagai macam pesanan yang akan dipesan sebelum di *checkout* oleh *user*.

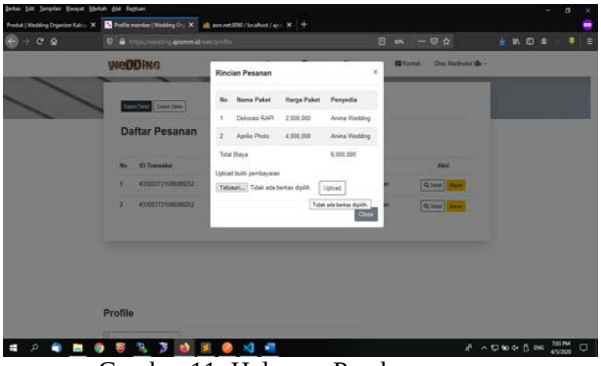
4. Detail Pemesanan



Gambar 10. Detail Pemesanan

Pada gambar 10. detail pemesanan menampilkan beberapa yang harus diisi sebelum di checkout.

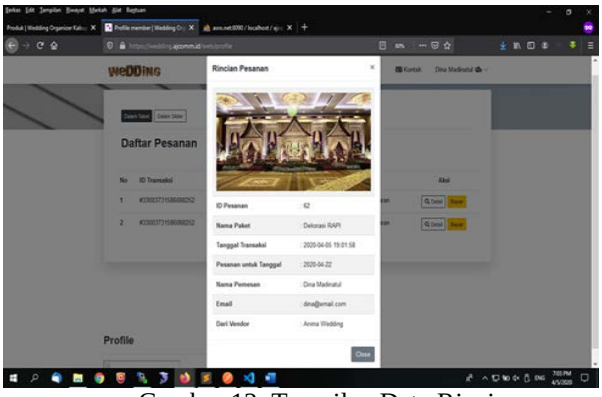
5. Halaman Pembayaran



Gambar 11. Halaman Pembayaran

Pada gambar 11. Halaman pembayaran menampilkan beberapa metode pembayaran yang bisa digunakan untuk melakukan pemesanan dan menampilkan jumlah yang harus dibayar.

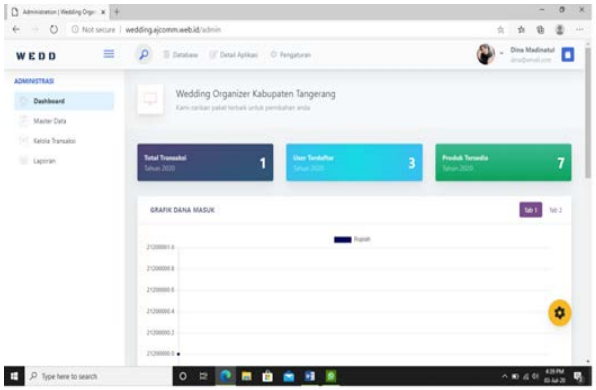
6. Tampilan Data Rincian Pemesanan



Gambar 12. Tampilan Data Rincian Pemesanan

Pada gambar 12. Halaman data rincian pemesanan ini menampil hasil dari jadwal pemesanan yang telah di pesan.

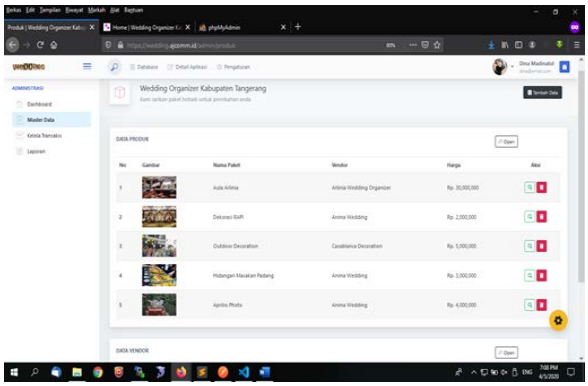
7. Halaman Utama Admin



Gambar 13. Halaman Utama Admin

Pada gambar 13. Halaman ini adalah halaman yang akan tampil ketika admin telah login ke aplikasi yang berisi informasi ringkas yang ditampilkan sesedehana mungkin dalam bentuk dashboard.

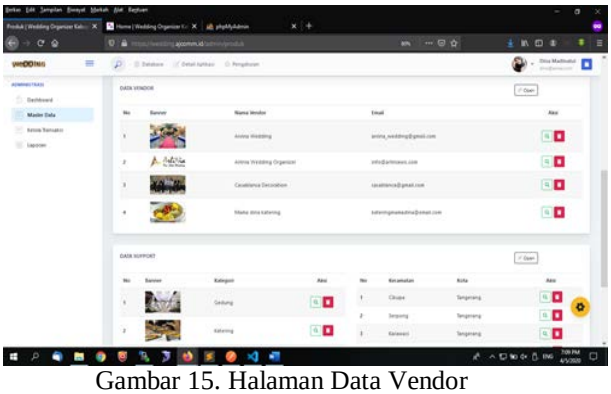
8. Tampilan Data Produk



Gambar 14. Tampilan Data Produk

Pada gambar 14. Halaman data produk menampilkan beberapa kategori produk *weeding organizer* yang ada dalam sistem ini.

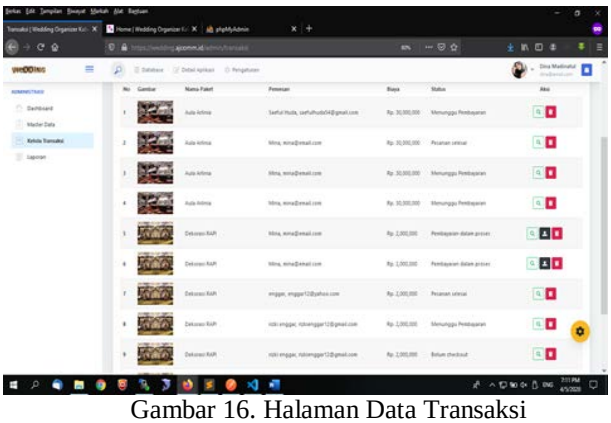
9. Halaman Data Vendor



Gambar 15. Halaman Data Vendor

Pada gambar 15. Halaman data vendor menampilkan data vendor yang telah bergabung dengan Sistem ini sehingga memudahkan dalam pemesanan produk pernikahan dan bisa menambahkan vendor lain oleh admin.

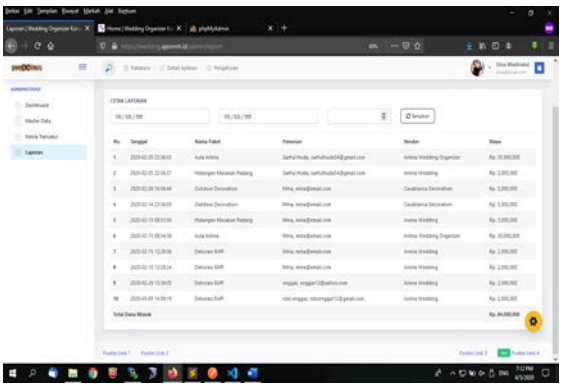
10. Halaman Data Transaksi



Gambar 16. Halaman Data Transaksi

Pada gambar 16. data transaksi menampilkan beberapa data pemesanan, pada halaman ini juga admin bisa menyetujui pesanan dengan melihat bukti pembayaran user.

11. Halaman Data Laporan



Gambar 17. Halaman Data Laporan

Pada gambar 17. Halaman data laporan ini untuk menampilkan data tanggal yang sudah dipesan dan hasil bukti pembayaran bisa di print.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap sistem pemesanan wedding organizer dan gedung yang masih menggunakan metode manual telah ditemukan permasalahan yang timbul dari segi pencarian. Maka dari itu diperlukan sistem yang dapat menangani proses transaksi pencarian dan pemesanan untuk dapat mengurangi masalah ketidakefesiensian.

Berdasarkan solusi pemecahan masalah, maka akan dibangun sistem informasi wedding organizer dan gedung berbasis web mobile yang berguna untuk menangani proses pemesanan weeding organizer dan gedung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Nurpatonah, "Sistem Informasi Pemesanan Wedding Organizer Berbasis Web Pada Java Exist Management," (2015): 1–20,.

[2] R. W. Ss, H. S. Pratiwi, and H. Muhardi, "Rancang Bangun Aplikasi Wedding Organizer di Kota Pontianak Berbasis Web," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 3, (2017): 3–7,.

[3] S. Mulyati and M. Hisyam, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penyewaan Wedding Organizer Berbasis Web Dengan Php Dan MySQL Pada Kiki Rias," *J. Tek. Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 7, no. 2, (2018): 29–35,

P-10

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI PEMESANAN KATERING BERBASIS *WEB MOBILE* (STUDI KASUS : MAMA DINA KATERING)

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MOBILE WEB-BASED CATERING INFORMATION SYSTEM (CASE STUDY : MAMA DINA KATERING)

Rizki Enggar Pramesthi[1*], Muhamad Bahrul Ulum[2]
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul
Jl Arjuna Utara No.9, Tol Tomang, Kebom Jeruk, Jakarta Barat

**Email : rizkienggarpramesthi@gmail.com[1], m.bahrul_ulum@esaunggul.ac.id[2]*

Diterima 18-9-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Sering perkembangan zaman, banyak sekali penemuan-penemuan yang sifatnya membantu proses pelaksaan aktivitas manusia. Satu diantara penemuan tersebut yaitu teknologi informasi dan telekomunikasi. Informasi dapat diperoleh dalam waktu yang efisien serta dapat digunakan di seluruh dunia. Pengembangan sistem informasi ini dilakukan pada salah satu aspek yaitu dari aspek ekonomi, dengan menggunakan sistem informasi pada dunia bisnis. Hal ini dilakukan dengan tujuan memudahkan dalam menjalankan transaksi bisnis serta jual-beli dengan jaringan tidak terbatas. Selain itu keunggulan yang lainnya adalah dengan fasilitas pemasangan iklan di internet dan pembuatan suatu website akan mempermudah kegiatan promosi dan pemasaran suatu produk. Pada penelitian ini menggunakan metode pengembangan Waterfall dan Analisis PIECES.

Kata kunci : Pemesanan Katering, Waterfall, Metode PIECES, Web Mobile

ABSTRACT

Frequent times, a lot of discoveries that are helping the process of carrying out human activities. One of these discoveries is information technology and telecommunications. Information can be obtained in an efficient time and can be used throughout the world. The development of this information system is carried out on one aspect namely from the economic aspect, using information systems in the business world. This is done with the aim of facilitating business transactions and buying and selling with an unlimited network. Besides that, another advantage is that the facilities for advertising on the internet and making a website will facilitate the promotion and marketing of a product. In this study using the Waterfall development method and PIECES Analysis.

Keywords: Catering Reservations, Waterfall, PIECES Method, Mobile Web

PENDAHULUAN

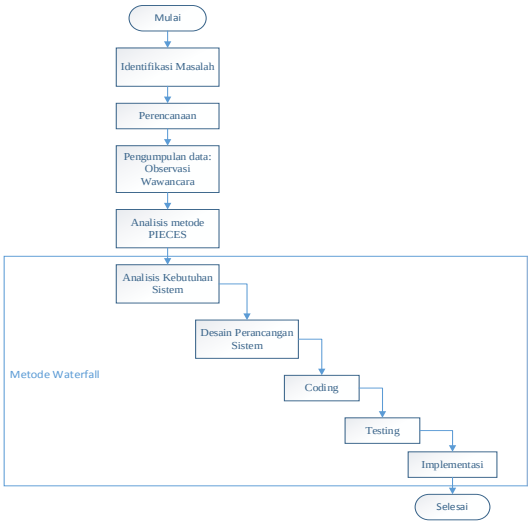
Katering adalah sebuah usaha pelayanan jasa dibidang penyediaan makanan yang melibatkan, pertama yaitu pemesan, kedua yaitu barang yang dipesan (makanan), ketiga yaitu penyedia (katering). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan penulis di Mama Dina Katering, Mama Dina Katering sebenarnya belum berkembang pesat dan baru dikenal masyarakat sekitar. Mama Dina Katering memiliki beberapa kelemahan, yaitu untuk memperluas pemasarannya Mama Dina Katering masih menggunakan brosur dikarenakan penggunaan brosur tersebut kurang efisien, karena setiap ada produk baru yang ingin dipublikasikan harus kembali mengirimkan data baru ke pihak pembuat brosur dan harus memerlukan biaya lebih banyak lagi, pemesanan di Mama Dina Katering juga masih belum terkomputerisasi dan harus

datang langsung ke toko untuk memesan, pemasaran katering juga belum menjangkau luas dan baru masyarakat sekitar saja.

Penelitian terkait tentang perancangan sistem informasi pemesanan katering yaitu dari beberapa sistem pemesanan katering yang sudah ada, pemesan harus mendatangi katering untuk melihat daftar produk yang akan dipesan, lalu pemesan memesan produk yang sudah dipilih. Tapi ada beberapa katering sudah menerapkan sistem pemesanan katering berbasis web agar pemesan dapat dengan mudah memesan makanan kapan saja dan dimana saja tanpa harus datang langsung ke tempat katering dan pembayaran juga sudah bisa transfer tanpa melakukan pembayaran tunai. Pada penelitian sistem pemesanan Mama Dina Katering, sistem yang akan dikembangkan berbasis web mobile, adapun pemesanan bisa perorangan atau bekerja sama dengan perusahaan dan pembayaran bisa dilakukan via transfer, tetapi pada perusahaan pembayaran bisa dilakukan dengan tagihan bulanan dan perusahaan akan mendapatkan invoice berupa email tagihan pembayaran katering.

METODOLOGI

Pada Penelitian ini, tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, untuk mendapatkan pokok permasalahan yang dihadapi penulis menggunakan metode analisis PIECES, berikut hasil analisis masalah yang telah dilakukan:

TABEL 1. ANALISIS YANG BERJALAN DENGAN METODE PIECES

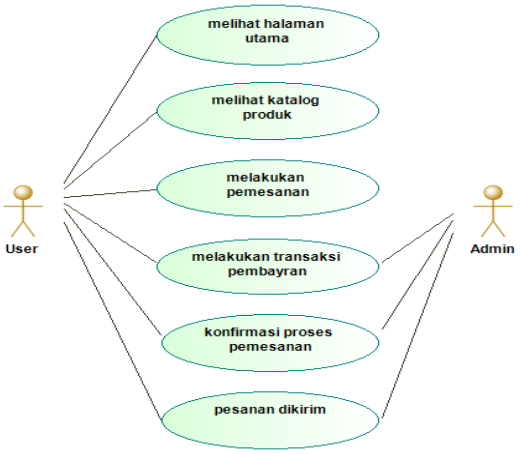
ASPEK	HASIL PENGUKURAN
Performance / Kinerja	Pemesanan katering pada saat ini ada beberapa yang dilakukan dengan cara datang langsung ke tempat katering sehingga membutuhkan waktu yang lama.
Information / Informasi	Pelanggan hanya memperoleh informasi terkait pemesanan katering melalui brosur.
Economic / Ekonomi	Biaya yang dibutuhkan untuk jangka pendek relatif sedikit. Akan tetapi, untuk jangka panjang membutuhkan banyak biaya untuk proses pendekatan dengan pelanggan.
Control / Pengendalian	Belum ada akses data yang tersedia pada katering dan masih bersifat manual.
Efficiency / Effisiensi	Untuk mendapatkan informasi tentang katering pelanggan harus datang ke tempat katering untuk mencari informasi yang dibutuhkan sehingga tentunya membutuhkan waktu lama.
Service / Layanan	Pelayanan terhadap penyajian informasi pemesanan masih dengan cara *face to face* yaitu pelanggan harus datang langsung ke tempat katering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sistem yang akan dibangun, metode pengembangan sistem yang digunakan dalam perancangan sistem ini. Menggunakan metode *Waterfall.* Tahapan-tahapan yang digunakan dalam waterfall yaitu analisis kebutuhan perangkat lunak, desain, pembuatan kode program, pengujian, dan pendukung (support) atau pemeliharaan (maintenance).

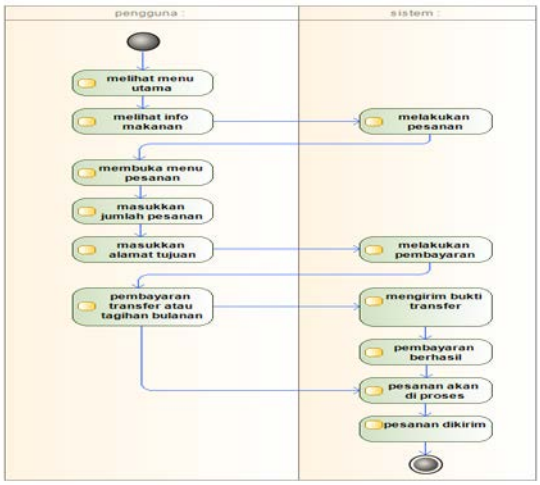
Pada pemodelan untuk sistem ini, digambarkan menggunakan UML (Unified Modeling Language).

a. Use Case Diagram



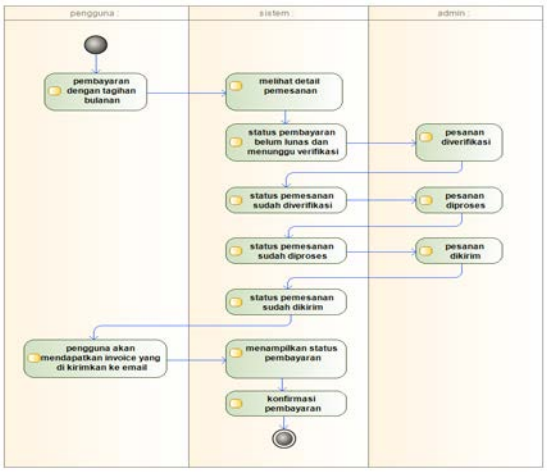
Gambar 2. Use Case Diagram

b. Activity Diagram Pmesanan



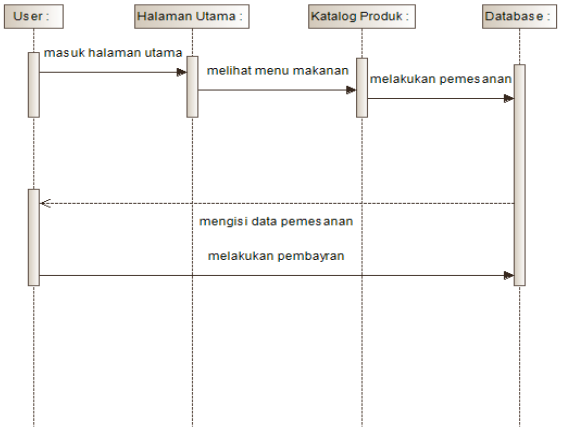
Gambar 3. Activity Diagram Pemesanan

c. Activity Diagram Pembayaran



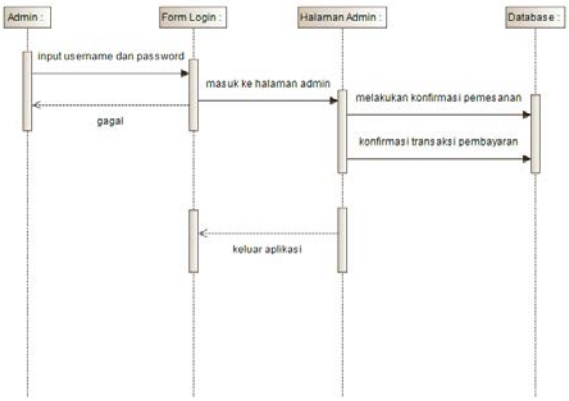
Gambar 4. Activity Diagram Pembayaran

d. Sequence Diagram User



Gambar 5. Sequence Diagram User

e. Sequence Diagram Admin



Gambar 6. Sequence Diagram Admin

Hasil Sistem Pemesanan Katering Berbasis *Web Mobile*

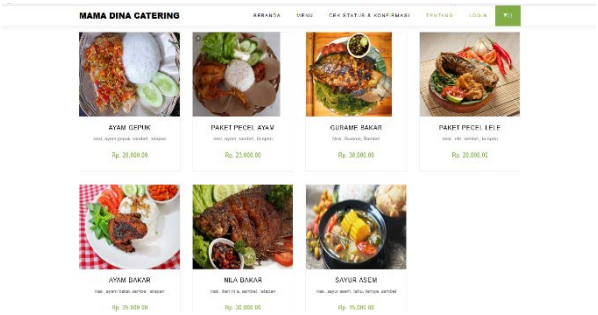
1. Halaman Utama



Gambar 7. Halaman Utama

Pada Gambar 7 akan tampil ketika membuka aplikasi yang berisi informasi yang ditampilkan sesederhana mungkin.

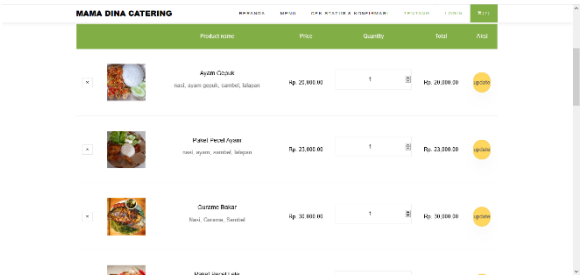
2. Halaman Menu



Gambar 8. Halaman Menu

Pada Gambar 8 menampilkan informasi mengenai makanan yang ada pada Mama Dina Katering, user bisa melihat berbagai macam makanan sesuai yang diinginkan karena ditampilkan detail makanan di Mama Dina Katering.

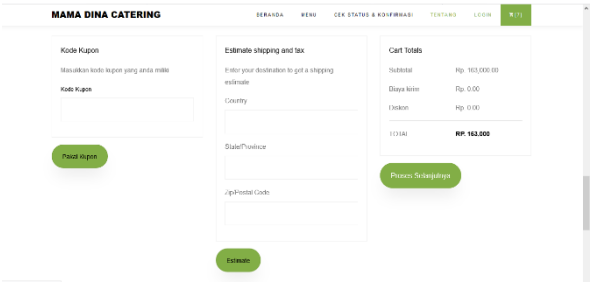
3. Halaman Pesanan



Gambar 9. Halaman Pesanan

Pada gambar 9. menampilkan berbagai macam pesanan yang akan dipesan sebelum di checkout oleh user.

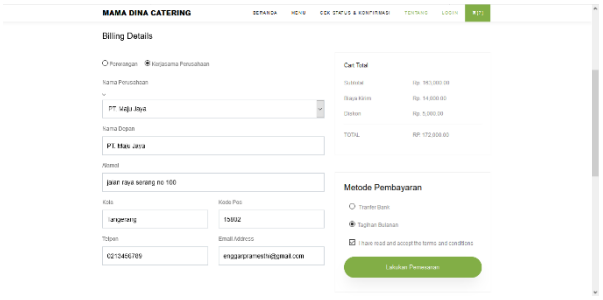
4. Detail Pemesanan



Gambar 10. Halaman Pemesanan

Pada gambar 10. menampilkan beberapa yang harus diisi sebelum di checkout agar memudahkan dalam pengiriman dan rincian pesanan.

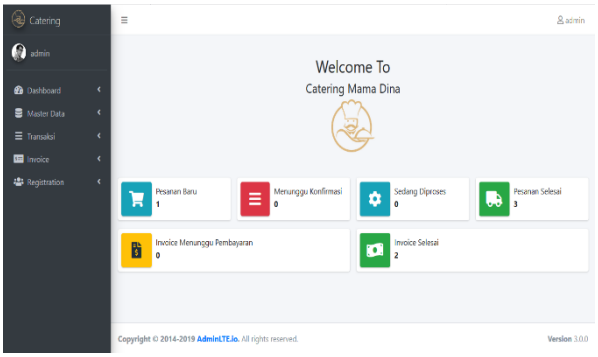
5. Halaman Pembayaran



Gambar 11. Halaman Pembayaran

Pada Gambar 11 menampilkan beberapa metode pembayaran yang bisa digunakan untuk melakukan pemesanan dan menampilkan jumlah yang harus dibayar.

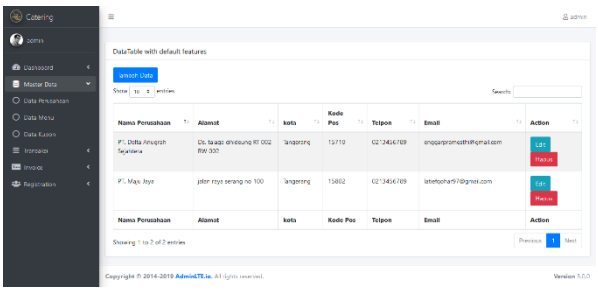
6. Halaman Utama Admin



Gambar 12. Halaman Utama Admin

Pada gambar 12. akan tampil ketika admin telah login ke aplikasi yang berisi informasi ringkas yang ditampilkan sesedehana mungkin dalam bentuk dashboard.

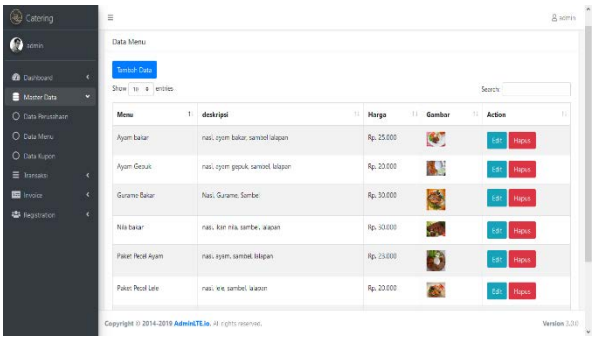
7. Halaman Data Perusahaan



Gambar 13. Halaman Data Perusahaan

Pada Gambar 13. menampilkan data perusahaan yang telah bergabung dengan Mama Dina Katering sehingga memudahkan dalam pemesanan katering dan bisa menambah perusahaan lain oleh admin.

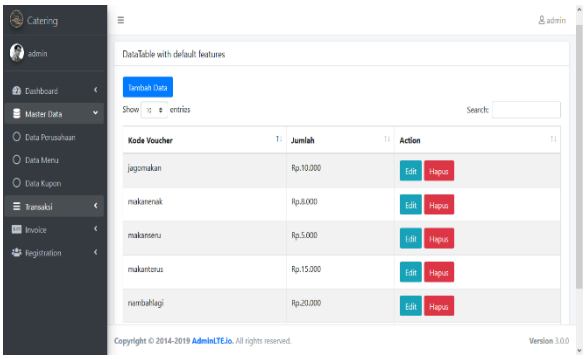
8. Halaman Data Menu



Gambar 14. Halaman Data Menu

Pada gambar 14. menampilkan beberapa menu yang ada di Mama Dina Katering dan bisa ditambahkan menu baru oleh admin.

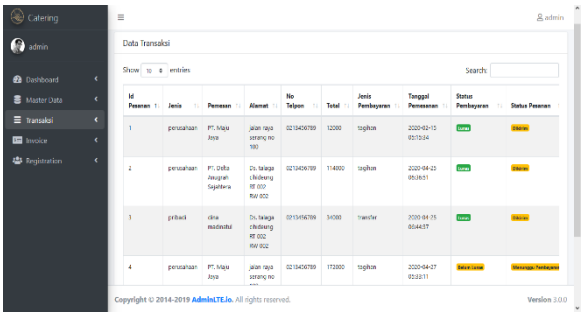
9. Halaman Data Kupon



Gambar 15. Halaman Data Kupon

Pada gambar 15. akan menampilkan beberapa kupon yang digunakan user untuk mendapatkan potongan harga sebelum memesan.

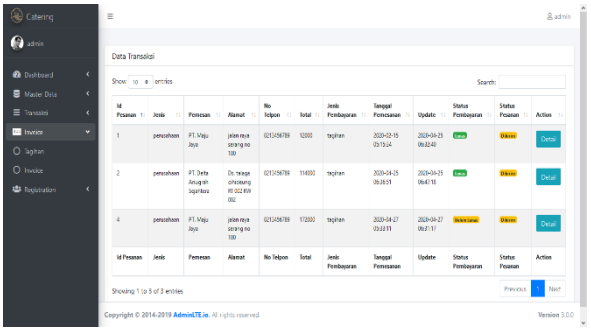
10. Halaman Data Transaksi



Gambar 16. Halaman Data Transaksi

Pada gambar 16. menampilkan beberapa data pemesanan pribadi atau perusahaan, pada halaman ini juga admin bisa menyetujui pesanan dengan melihat bukti pembayaran *user.*

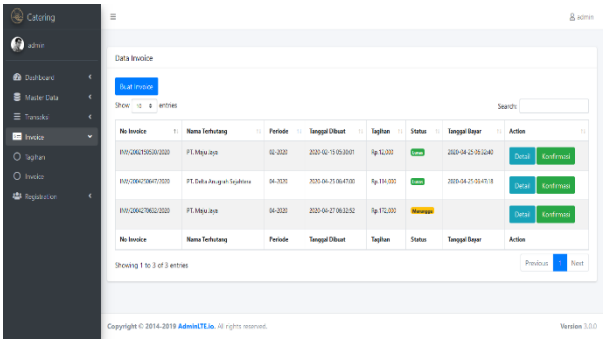
11. Halaman Data Tagihan



Gambar 17. Halaman Data Tagihan

Pada gambar 17. menampilkan tagihan pemesanan katering untuk perusahaan yang sudah dan belum dibayarkan oleh perusahaan.

12. Halaman Data Invoice



Gambar 18. Halaman Data Invoice

Pada gambar 18. menampilkan data pemesanan yang belum dibayarkan oleh peusahaan dan jika belum dibayarkan admin akan mengirimkan invoice ke perusahaan melalui email.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap sistem pemesanan katering di Mama Dina Katering yang masih menggunakan metode manual telah ditemukan permasalahan yang timbul dari segi ketidakefesiensian dan pembayaran. Maka dari itu diperlukan sistem yang dapat menangani proses transaksi pemesanan dan pembayaran untuk dapat mengurangi masalah ketidakefesiensian dan pembayaran.

Berdasarkan solusi pemecahan masalah, maka akan dibangun sistem informasi pemesanan katering berbasis web mobile yang berguna untuk menangani proses transaksi antara user dan Mama Dina Katering.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fatmawati, "Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Katering Berbasis Web Pada Rumah Makan Tosuka Tangerang," *Jurnalteknik Komput. Amik Bsikomputer Amik Bsi*, vol. II, no. 2, pp. 2442–2436, 2016.

[2] R. Firliana, A. R. Amna, and A. Prastyo, "Sistem Informasi Pemesanan Catering Berbasis Web," *Nusant. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 43–51, 2016.

[3] R. A. Kurniawati, Ica, "PT . AFZARKI INDOBOGA BERBASIS WEB Ica Kurniawati Rizky Aprillyo AMIK MDP Palembang," 2019.

P-11

E-TICKET: APLIKASI EFEKTIF DALAM MENGHADAPI *NEW NORMAL* COVID-19 BAGI PENGUNJUNG WISATA TALANG INDAH KABUPATEN PRINGSEWU

E-TICKET: EFFECTIVE APPLICATIONS IN DEALING WITHNEW NORMAL COVID-19FOR TALANG INDAH PRINGSEWU DISTRICT'SVISITORS

Miswan Gumanti[1*], Bernadhita H. S. Utami[2], Rita Irviani[3]
[1,2,3]Program Studi Sistem Infrormasi STMIK Pringsewu, Pringsewu, Lampung, Indonesia

[*]E-mail: mgumanti0205@gmail.com

Diterima 21-08-2020	Diperbaiki 28-08-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Menghadapi era "new normal" COVID-19 tidak dapat disamakan dengan saat menjalani kehidupan normal. Seluruh tatanan kehidupan telah berubah dengan memperhatikan protokol kesehatan dan meminimalisir kontak fisik. Kegiatan ekonomi, pendidikan, religi, dan pariwisata berangsur menggeliat dengan pola baru. Sektor pariwisata sebagai salah satu penopang pendapatan daerah harus mampu berinovasi agar tetap dapat memberikan layanan prima dan memperoleh kepercayaan dari pelanggan. Taman wisata Talang Indah sebagai salah satu ikon wisata taman di Kabupaten Pringsewu, Lampung melakukan inovasi dalam membantu pemerintah meminimalisir penyebaran COVID-19, yakni dengan memberlakukan sistem e-ticket bagi para pengunjung. Alat pengembangan sistem yang digunakan adalah Unified Modeling Language (UML) menggunakan use case diagram, diagram activity, sequence diagram dan class diagram. Metode pengembangan sistem yang digunakan extreme programming, yang memiliki keunggulan pengembangan sistem yang lebih cepat dan proses pengembangan lebih responsif terhadap kebutuhan pelanggan.Dengan sistem ini pengunjung dapat dengan mudah mendapatkan ticket dari wisata secara mudah selain itu proses pembuatan laporan data pengunjung dapat dilakukan dengan cepat dan akurat sehingga dapat meningkatkan keuntungan dalam segi waktu maupun efesiensi bagi wisata tersebut.

Kata kunci:e-ticket, new normal, wisata, Talang Indah

ABSTRACT

Facing the "new normal" era COVID-19 cannot be compared to living a normal life. The whole structure of life has changed by observing health protocols and minimizing physical contact. Economic activities, education, religion and tourism are gradually expanding with new patterns. The tourism sector as one of the pillars of regional income must be able to innovate so that it can still provide excellent service and gain the trust of customers.Talang Indah tourism park as one of the park tourism icons in Pringsewu Regency, Lampung has made an innovation in helping the government to minimize the spread of COVID-19, namely by implementing an e-ticket system for visitors. The system development tool used is the Unified Modeling Language (UML) using use case diagrams, activity diagrams, sequence diagrams and class diagrams. The system development method used is extreme programming, which has the advantage of a faster system development and the development process is more responsive to customer needs. With this system visitors can easily get tickets from tours easily besides that the process of making visitor data reports can be done quickly and accurately so as to increase profits in terms of time and efficiency for these tours.

Keywords: e-ticket, new normal, tourism, Talang Indah

PENDAHULUAN

Lampung merupakan daerah yang mempunyai banyak objek wisata baik, wisata air, wisata bersejarah, atau taman wisata lainnya. Pemerintah Dinas Pariwisata sebagai ujung tombak promosi perlu mendapatkan perhatian serius yang diwujudkan dengan kerja keras oleh semua pihak, seluruh elemen masyarakat diharapkan memberikan informasi yang akurat tentang pemerintahan dan potensi-potensi yang dimilikinya untuk dimasukkan ke dalam aplikasi yang akan dipromosikan [1].

Pada saat ini wisata di Talang Indah Kabupaten Pringsewu, Lampung, untuk mendapatkan tiket, pengunjung harus datang langsung ke lokasi sehingga pengunjung kesulitan dan terlambat dalam proses pelayanan pemesanan tiket. Untuk dapat membantu usaha wisata dalam mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut, terlebih di masa pandemi COVID-19 ini, maka perlu adanya aplikasi yang dapat membantu dalam pemesanan dan mempermudah cara mendapatkan tiket dengan *e-ticket* (tiket elektronik). *E-ticket* adalah singkatan dari *electronic ticket*, atau tiket elektronik dalam bahasa Indonesia. Jadi *e-ticket* adalah tiket yang wujudnya berbentuk elektronik [2]. Jika beberapa tahun silam tiket masih berwujud buku dan dapat dilihat bentuk fisiknya, namun yang menjadi tren saat ini adalah tiket yang berwujud elektronik. *E-ticket* berisi data rincian layanan yang dinikmati pelanggan, hal yang tercantum di dalam *e-ticket* meliputi nama wisatawan, rute wisata, waktu wisata, nomor wisata, dan harga tiket.

Penelitian ini terfokus pada aplikasi *web mobile* yang mampu menyajikan data wisata di Kabupaten Pringsewu serta menggali potensi wisata secara lebih detail di Kabupaten pringsewu. Sistem juga memungkinkan pelayanan publik tidak dilakukan secara *face-to-face* sehingga pelayanan menjadi lebih efisien. Sistem adalah kumpulan dari subsistem atau bagian apapun baik fisik ataupun non fisik yang saling berhubungan satu sama lain dan bekerja sama secara harmonis untuk mencapai satu tujuan tertentu [3].

E-ticket banyak digunakan karena akses dan untuk mendapatkannya mudah, pengunjung atau pembeli hanya memesan lewat media internet dan membayar sesuai kesepakatan harga pada *e-ticket* tersebut. Dengan demikian *e-ticket* cocok untuk dunia pariwisata demi memudahkan wisatawan mendapatkan tiket masuk yaitu menggunakan media *internet* yang berbasis *web mobile* dimana bisa diakses melalui *smartphone* yang biasa digunakan. Dalam perkembangannya *web* merupakan suatu tampilan yang biasa yang dapat dijalankan diberbagai perangkat yang bersifat *online* [4]. Aplikasi *mobile* berasaldari kata *application* dan *mobile*. *Application* yang artinya penerapan, lamaran, penggunaan. Secara istilah aplikasi adalah program siap pakai yangdireka untuk melaksanakan suatu fungsi bagi pengguna atau aplikasi yang lain dan dapat digunakan oleh sasaran yang dituju sedangkan *mobile* dapat diartikan sebagai perpindahan darisuatu tempat ke tempat yang lain [5].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan aspek praktis dan kemudahan bagi para pengunjung untuk meminimalisir kontak fisik dengan petugas wisata Talang Indah. Dengan dibuatnya informasi berbasis *web mobile* akan mempermudah para turis asing maupun lokal dalam berkujung ke objek wisata Pringsewu dan membantu pemerintah dalam meningkatkan kunjungan turis asing di Indonesia serta mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat [6].

METODOLOGI

Penelitian terfokus pada perancangan sistem pemesanan *e-ticket* pada wisata Talang Indah Pringsewu berbasis *web mobile* guna mempermudah pelayanan informasi wisata terhadap masyarakat dan sebagai media untuk menampilkan potensi Dinas Pariwisata untuk menarik wisatawan dari luar daerah dengan menerapkan metodologi sebagai berikut:

Model Perancangan

Diagram *Unified Modeling Language* (UML) merupakansistem secara teratur yang dilakukan atau diawasi oleh sebuah actor [7]. *Use case* digunakan untuk membentuk tingkah-laku benda/ things dalam sebuah model serta direalisasikan oleh sebuah *collaboration*. Umumnya *use case* digambarkan dengan sebuah elips dengan garis yang solid, biasanya mengandung nama[8].

Usecase menggambarkan proses sistem (kebutuhan sistem dari sudut pandang *user*). *Class* diagram digunakan untuk menampilkan kelas-kelas dan paket-paket di dalam sistem class diagram memberikan gambaran sistem secara statis dan relasi antar mereka. biasanya, dibuat beberapa *class* diagram untuk sistem tunggal [9].

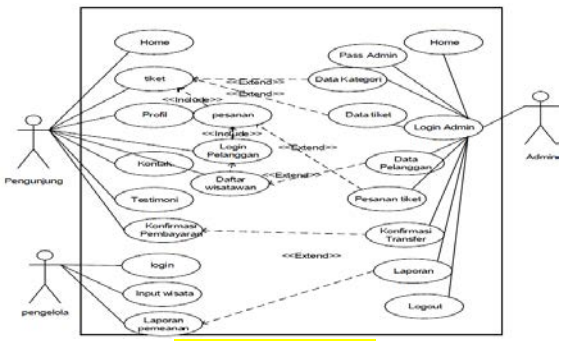
Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Metode tersebut dapat mengarahkan penyusunan dalam melakukan penelitian dan pengamatan. Metodologi pengembangan sistem terstruktur membutuhkan alat dan teknik. Alat yang digunakan umumnya berupa gambar atau diagram atau grafik agar lebih mudah dimengerti untuk menyajikan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

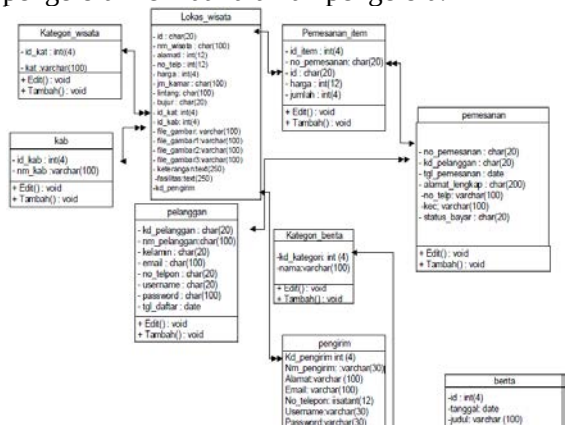
1. Rancangan Sistem

Perancangan sistem adalah proses perancangan untuk merancang suatu sistem baru atau memperbaiki suatu sistem yang telah ada sehingga sistem tersebut menjadi lebih baik dan biasanya proses ini terdiri dari proses merancang input, output dan file [10].



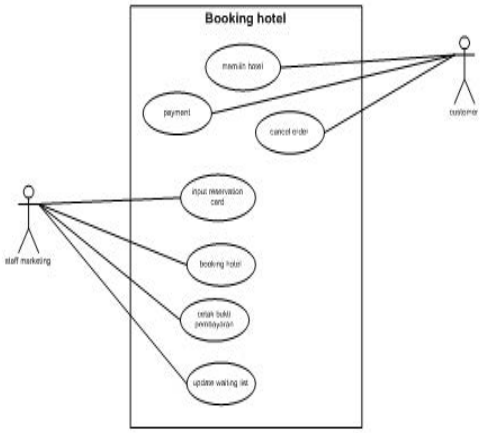
Gambar 1.*Usecase*

Usecase yang ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa sistem terdiri dari 3 komponen yaitu pengunjung, admin, dan pengelola wisata dimana halaman pengunjung hanya bisa melihat halaman web pengunjung, admin meihat halaman pada admin serta pengelola melihat halaman pengelola.



Gambar 2. *Class Diagram*

Class diagram sebagaimana tampak Gambar 2 menjelaskan tentang rancangan hubungan antar tabel yang saling berhubungan dalam database. Yang terdiri dari tabel lokasi_wisata, kategori_wisata, kabupaten (kab), pelanggan, pemesanan_item, pemesanan, berita, kategori berita.



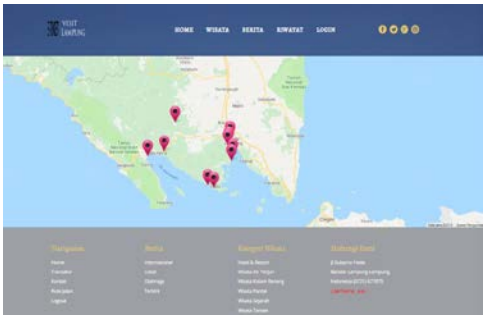
Gambar 3. Rancangan pemesanan *e-ticket*

Gambar 3 menunjukkan rancangan *e-ticket* yang menghubungkan antara pelanggan dengan menu layanan seperti fasilitas, harga, dan sebagainya.

2. Implementasi

Halaman Utama (*Home*) User

Pada halaman utama *user*, pengunjung dapat melihat menu-menu spesial di web.

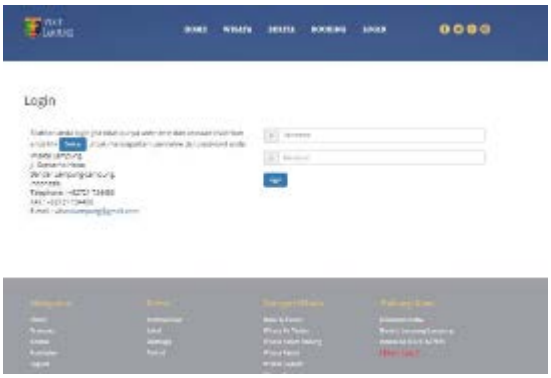


Gambar 4. Tampilan *home*

Pada tampilan *home*, pengguna dapat melihat tampilan peta provinsi Lampung sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.

Halaman *Input Login* Wisata

Halaman ini digunakan untuk login wisata yang sudah terdaftar. Namun demikian pengunjung yang belum terdaftar dapat membuat akun di *website* pada halaman ini dengan mengklik daftar. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5. Tampilan *Login*

Pengguna dapat memasukkan *username* dan *password* yang telah terdaftar. Gambar 5 menunjukkan tampilan *login* berbasis web.

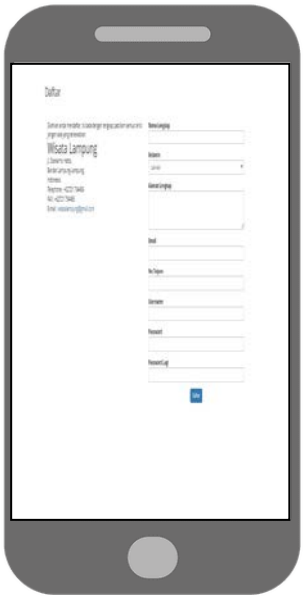


Gambar 6. Halaman Input Login Wisata

Pengguna juga dapat mengakses di *smartphone* dan melakukan pendaftaran maupun *login* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6.

Halaman Input Pendaftaran Wisatawan

Halaman ini muncul setelah pengunjung melakukan klik Daftar. Pada halaman ini pengunjung mengisi data nama, jenis kelamin, email, no telepon, *username* dan *password*. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:

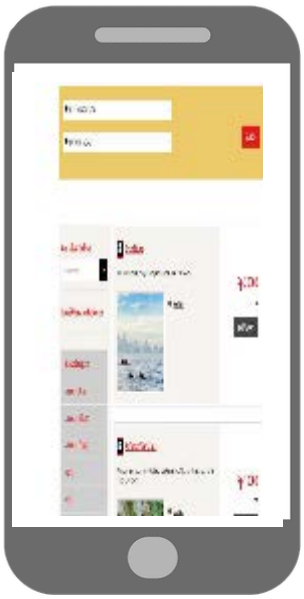


Gambar 7. Halaman *Input* Pendaftaran Wisatawan

Pada halaman ini pengguna dapat melakukan pengisian identitas bersifat umum seperti alamat dan nomor *handphone*. Setelah selesai, pengguna klik OK.

Halaman Wisata

Pada halaman ini wisata harus memilih lokasi kabupaten, kategori wisata, harga biaya masuk. Adapun hasil pengembangan *website* halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Halaman Wisata

Pada halaman ini, pengunjung dapat memili lokasi wisata di Kabupaten Pringsewu sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.

Halaman Riwayat Pemesanan

Halaman ini digunakan wisatawan untuk melihat riwayat pemesanan. Hasil pengembangan web dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 9. Halaman Riwayat Pemesanan

Pada halaman ini pengguna dapat memilih tanggal dan waktu yang digunakan untuk pergi berlibur ke Talang Indah.

Halaman Detil Wisata

Halaman ini berisi detil wisata yang di website. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 10. Halaman Detil Wisata

Tampilan detil tempat wisata akan muncul pada *smartphone* pengguna sebagaimana ditampilkan pada Gambar 10.

Halaman Pemesanan

Halaman ini berisi transaksi pemesanan tiket masuk pada aplikasi. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 11. Halaman Pemesanan

Setelah pengguna menentukan tanggal maka pengguna dapat melakukan pemesanan tiket sebanyak orang yang akan mengadakan perjalanan wisata sebagaimana ditampilkan pada Gambar 11.

Halaman Riwayat

Halaman ini berisi riwayat transaksi di website. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 12. Halaman Riwayat

Dalam aplikasi ini juga terdapat menu yang menampilkan riwayat pemesanan tiket yang dilakukan pengguna yang terdiri atas data tanggal, banyak orang, tiket yang dipesan, dan total biaya yang dibayarkan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 12.

Halaman Bukti Pemesanan

Halaman ini berisi bukti pemesanan wisatawan di website. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 13. Halaman Bukti Pemesanan

Pada menu ini, total tiket yang harus dibayarkan akan tampil pada aplikasi setelah pengguna selesai melakukan pemesanan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 13.

Halaman Tiket Masuk

Halaman ini berisi tampilan tiket masuk. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 14. Halaman tampilan tiket masuk

Halaman ini adalah tampilan pada saat pengguna tiba di lokasi Talang Indah. Petugas akan melakukan *scan barcode* yang muncul pada aplikasi pengguna sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 14.

Halaman Login Administrator

Halaman ini berisi login admin saat ingin mengelola admin web. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 15. Halaman Login Administrator

Untuk memudahkan pengelola Talang Indah, peneliti juga membuatkan aplikasi bagi administrator yang terlebih dahulu melakukan login sesuai *username* dan *password* yang diberikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 15.

Halaman Utama Administrator

Halaman ini berisi halaman utama admin digunakan untuk mengelola baik input, edit, dan delete data. Adapun hasil pengembangan website halaman tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 16. Halaman Utama Administrator

Pada halaman utama, akan muncul menu home, pengunjung, statistik, dan sebagainya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 16.

Halaman Statistik

Pada halaman ini menampilkan statistik pengunjung. Hasil dari pengembangan web dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 17. Keluaran Data Wisata

Pada laman ini, administrator dapat melihat riwayat pengunjung pada hari yang telah berlalu, hari tersebut, dan pemesan pada hari-hari selanjutnya. Administrator dapat memilih tanggal dan waktu yang tertera pada aplikasi sebagaimana ditunjukkan Gambar 17.

KESIMPULAN

Hasil akhir penelitian ini adalah terciptanya aplikasi pemesanan *e-ticket* berbasis *web mobile* pada wisata Talang Indah Kabupaten Pringsewu dengan menampilkan aspek yang efektif, efisien, memberikan kemudahan kepada wisatawan, serta meminimalisir kontak fisik dengan petugas wisata. Aplikasi ini dibuat sebagai bentuk inovasi pelayanan pariwisata dalam menghadapi era *new normal* COVID-19 yang terjadi di Indonesia.

SARAN

Untuk mengembangkan layanan pariwisata di Kabupaten Pringsewu, penulis merekomendasikan bagi peneliti selanjutnya untuk membuat aplikasi *e-ticket* yang mengakomodir 15 tempat wisata yang terdaftar di Kabupaten Pringsewu secara terintegrasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Pimpinan STMIK Pringsewu, institusi tempat penulis bekerja yang telah memberikan dukungan dan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.

2. Pengelola wisata Talang Indah yang telah berkenan memberikan informasi yang diperlukan penulis bagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Riyanta.“Sistem Informasi Jasa Pelayanan Pemesanan Ticket Kereta Api Pada Stasiun Solo Jebres”, *Indonesian Journal on ComputerScience - Speed (IJCSS)*, 11 (2011): 6-12

[2] H. Supriyono dan R. Setyaningrum. “Rancang Bangun Prototipe E-Ticket BRT (Bus Rapid Transit) Trans Semarang Menggunakan Teknologi Near Field Communication (NFC) sebagai Upaya Optimalisasi Pelayanan Transportasi”, *Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi*Jaringan, 3 (2012): 15-22

[3] A.Ramadhan. *Sistem Jaringan Komputer untuk Pemula,* Andi Offset, Yogyakarta (2005)

[4] H.Al Fatta. *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern*, Andi Offset, Yogyakarta (2007)

[5] J. Hutahaean. *Konsep SistemInformasi,* Deepublish, Yogyakarta (2014)

[6] H. M. Jogiyanto.*Analisis dan Desain Sistem Informasi*, Andi Offset, Yogyakarta (2015)

[7] A. Kadir. *Pengenalan Sistem Informasi*, Andi Offset, Yogyakarta (2014)

[8] E.Nugroho. *Sistem Informasi Manajemen*, Andi Offset, Yogyakarta (2008)

[9] Davis. *Kerangka Dasar Sistem Informasi Manajemen,* PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta (2008)

P-13

ADOPSI DIMENSI BUDAYA PADA MODEL PENERIMAAN TEKNOLOGI : STUDI LITERATUR

ADOPTION OF CULTURE DIMENSION IN THE TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL : LITERATURE REVIEW

Danar Retno Sari[1*], Erick Sorongan[2]
[1,2]Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan

[*]E-mail: danar.retno@poltekba.ac.id

Diterima 26-08-2020	Diperbaiki 14-09-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Layanan bersifat elektronis saat ini menjadi suatu kebutuhan bagi instansi pemerintahan dalam memberikan layanan yang efisien dan inovatif. Akan tetapi tidak banyak instansi atau organisasi pemerintahan berhasil mengimplementasikannya dengan baik. Terdapat beberapa faktor yang bisa mempengaruhi tingkat penerimaan teknologi, diantaranya adalah dimensi budaya. Budaya menjadi salah satu aspek penting karena budaya setiap individu berbeda dari yang satu dengan individu yang lain, kemudian kumpulan individu yang memiliki dimensi budaya akan menghasilkan karakteristik budaya pada setiap kelompok atau lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dimensi budaya yang mempengaruhi tingkat penerimaan teknologi. Dimensi budaya yang dimaksud terdiri atas power distance, uncertainty avoidance, individualism, masculinity dan long term orientation. Metode yang digunakan adalah dengan cara melakukan studi literatur terhadap beberapa artikel ilmiah yang yang berkaitan dengan pengaruh budaya terhadap penggunaan e-governement sehingga dapat dihasilkan sebuah rekomendasi model yang tepat untuk mengidentifikasi tingkat penerimaan teknologi. Hasil penelitian berdasarkan studi literatur menunjukkan bahwa lima variable eksternal dimensi budaya memiliki hubungan positif perceived usefulness dan perceived ease of use dan memenuhi kriteria untuk memprediksi attitude terhadap penerimaan teknologi.

Kata kunci: Dimensi Budaya, TAM, E-Government, Teknologi Informasi

ABSTRACT

Electronic services are now a necessity for government agencies to provide efficient and innovative services. However, not many government agencies or organizations have succeeded in implementing it properly. There are several factors that can affect the level of acceptance of technology, including the cultural dimension. Culture is an important aspect because the culture of each individual is different from one another, then a collection of individuals who have cultural dimensions will produce cultural characteristics in each group or environment. The purpose of this study is to identify the cultural dimensions that affect the level of technology acceptance. The cultural dimension in question consists of power distance, uncertainty avoidance, individualism, masculinity and long term orientation. The method used is by conducting a literature study of several scientific articles related to the influence of culture on the use of e-governement so that it can produce an appropriate model recommendation to identify the level of technology acceptance. The results of the study based on literature studies show that five external variables of cultural dimensions have a positive relationship with perceived usefulness and perceived ease of use and meet the criteria for predicting attitudes towards technology acceptance.

Keywords: Cultural Dimension, TAM, E-Government, Teknologi Informasi.

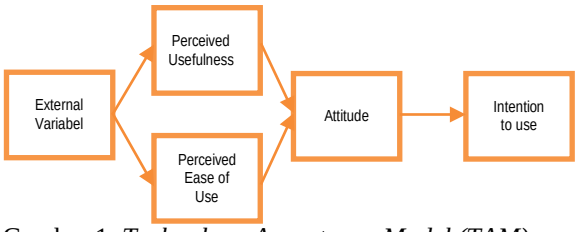
PENDAHULUAN

E-*government* diartikan sebagai layanan pemerintah yang menggunakan *platform* ICT (*Information Communication Technology*) untuk meningkatkan layanan dan proses bisnis dari aspek G2G (*Government to Government*), G2B (*Government to Business*), dan G2C (*Government to Citizen*) [1]. Instruksi Presiden No 3 Tahun 2003 menyatakan bahwa pengembangan e-*government* di Indonesia dilakukan secara nasional dengan himbauan kepada seluruh kepala daerah untuk mengembangkan layanan pemerintahan berbasis teknologi informasi. Belakangan ini,

keberadaan e-*government* di indonesia mengalami perkembangan yang masif. Berbagai macam inovasi yang mendukung *roadmap* pemerintah berkaitan dengan penyediaan layanan e-*government* di berbagai wilayah Indonesia kerap dilakukan pemerintah. Mulai dari ketersediaan informasi lengkap melalui halaman *web* masing-masing daerah, memberikan fasilitas interaksi online untuk memudahkan komunikasi antara masyarakat dengan pemerintah, hingga ketersediaan aplikasi nasional yang dapat digunakan masyarakat dengan skala yang lebih luas, seperti aplikasi e-*filling* untuk pelaporan pajak, aplikasi LPSE untuk pengadaan barang, e-*Office* yang digunakan untuk pengiriman surat elektornik antar instansi pemerintahan, serta pengembangan aplikasi lain yang bertujuan untuk melayani masyarakat.

e-*filling* merupakan sebuah aplikasi *online* dari pemerintah yang digunakan untuk melakukan pelaporan pajak bagi warga negara yang memiliki penghasilan. Aplikasi ini dibangun untuk memudahkan para pelapor pajak secara tahunan melaporkan pajak penghasilan mereka. Direktorat Jenderal Pajak Kementerian Keuangan (Kemenkeu) mengatakan bahwa tahun 2020 pelaporan pajak mengalami penurunan dari tahun sebelumnya. Saat ini jumlah pelapor pajak per Maret 2020 sebanyak 8,64 juta. Sedangkan, pada tahun 2019 sebesar 10,92 juta, sehingga penurunan sekitar 21,1% [2]. Hal ini menjadi perhatian bagi pemerintah untuk menyediakan alternatif pendekatan sebagai bagian dari sosialisasi penggunakan aplikasi pelaporan pajak secara *online*.

Technology Acceptance Model (TAM) (Davis, 1989) merupakan salah satu model yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat penerimaan teknologi melalui dua prediktor utama yaitu yaitu *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU). *Perceived usefulness* merupakan asas manfaat dari teknologi yang digunakan. PU juga dinyatakan sebagai subjektifitas pengguna terhadap kemungkinan meningkatnya kinerja ketika menggunakan teknologi [3][4]. *Perceived Ease of Use* dinyatakan sebagai seberapa mudah penggunaan teknologi, sehingga tidak diperlukan upaya yang besar saat menggunakannya [3][4]. Masing-masing faktor tersebut digunakan untuk memprediksi sikap (*attitude*) dan niat penggunaan (*intention to use*). Hasil akhir dari model TAM ini adalah penerimaan terhadap teknologi yang dipengaruhi oleh kemudahan dan manfaat yang disediakan oleh teknologi



Gambar 1. *Technology Acceptance Model (TAM)*

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model TAM dengan dimensi budaya untuk mengukur penerimaan layanan e-*government*. Dimensi budaya digunakan sebagai variabel eksternal untuk memprediksi masing-masing variabel *perceived usefulness* dan *perceived ease of use*. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah menemukan pola penelitian yang dapat mendukung pengembangan model TAM dan Dimensi budaya. Diharapkan dari penelitian ini menghasilkan alternatif pendekatan yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan penerimaan teknologi e-*government* dalam hal ini adalah pelaporan pajak *online* yang menggunakan aplikasi e-*filling*.

METODOLOGI

Penelitian yang dilakukan dengan kajian pustaka (*literature review*) terhadap beberapa makalah ilmiah yang berkaitan dengan pengaruh budaya terhadap penggunaan *e-governement* untuk mengembangkan suatu model alternatif. Dimensi budaya dari Hofstede digunakan sebagai variabel untuk menguji model TAM terhadap adopsi penggunaan e-*government*: *e-filling*.



Gambar 2. Alur Penelitian

Pada Gambar 2 menjelaskan untuk mengidentifikasi faktor pengaruh budaya terhadap penerimaan teknologi, dalam kasus ini adalah *e-feeling* yaitu dimulai dari mengidentifikasi kesesuaian jurnal. Tahap

berikutnya memilih judul-judul artikel yang membahas tentang dimensi budaya dengan kaitannya terhadap penerimaan teknologi. Setelah itu mereview hasil dari penelitian-peneltian tersebut sehingga bisa dirumuskan kedalam sebuah hipotesis yang diusulkan selanjutnya oleh penulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Technologi Acceptance Model (TAM)

Technology Acceptance Model (TAM) [3] adalah model pengembangan dari *Theory of Reasoned Action* (TRA) [5] yang bertujuan untuk memprediksi dan menjelaskan penerimaan penggunaan teknologi informasi melalui perilaku pengguna yang terdiri dari *attitude*, *internal belief* dan *intention*. *Internal belief* dibagi menjadi dua yaitu *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEOU). PU merepresentasikan sejauh mana sistem yang digunakan memberikan dampak kepada kinerja pengguna, sedangkan PEOU digunakan untuk melihat seberapa mudah penggunaan sistem yang diukur dengan seberapa besar upaya yang harus dilakukan untuk menggunakan suatu sistem aplikasi.

Peran *attitude* sebagai mediator antara internal belief (PU dan PEOU) dan *intention to use* tidak sepenuhnya signifikan, sehingga pada model pengembangan TAM yaitu TAM2 dan UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use Technology*) tidak menyertakan *attitude* sebagai mediator [6]. Tetapi penelitian lainnya menyatakan bahwa *attitude* masih dapat bertindak sebagai mediator terhadap intention di berbagai studi kasus seperti penerimaan, e-*commerce*, e-*banking*, *mobile government* dan e-*government* [7].

Variabel eksternal dan PEOU digunakan untuk menjelaskan PU. Hal ini di analogikan dengan membandingkan dua output yang dihasilan oleh dua buah sistem. Sebagai contoh, terdapat dua buah sistem dimana satu diantaranya memiliki tampilan antarmuka yang mudah dipahami dan digunakan, sedangkan satu lainnya memiliki akses fitur yang lebih lengkap dan sesuai dengan kebutuhan. Dari dua buah sistem ini nilai manfaat yang dihasilkan bagi setiap orang menjadi berbeda dipengaruhi oleh "eksternal variabel" masing-masing individu [3][4].

B. Dimensi Budaya pada TAM

Dimensi budaya [8] merupakan pemrograman kolektif pada setiap individu dalam suatu lingkungan yang membedakan individu yang satu dengan yang lain. Kumpulan dari beberapa individu ini akan menghasilkan suatu budaya yang menjadi karakteristik kelompok individu tersebut. Dimensi budaya setiap individu di bagi menjadi lima dimensi [9] yaitu *power distance, uncertainty avoidance, individualism, masculinity* dan *long term orientation.*

Dimensi budaya [9] melekat pada setiap individu. Dimensi budaya setiap individu berbeda dari yang satu dengan individu yang lain, kemudian kumpulan individu yang memiliki dimensi budaya akan menghasilkan karakteristik budaya pada setiap kelompok atau lingkungan. Budaya dibagi menjadi lima dimensi yaitu :

- *Power distance* (PD) : kesenjangan sosial pada status hirarki sosial atau organisasi
- *Uncertainty A*voidance (UAI) : sejauh mana individu menerima atau menghindari ketidakpastian terhadap suatu kondisi
- *Individualism* (IDV) : sejauh mana individu merasa dirinya sebagai manusia yang mandiri atau termasuk bagian dari kelompok.
- *Masculinity* (MAS) : sejauh mana peran gender berpengaruh pada lingkungan
- *Long term orientation* (LTO) : bagaimana individu membentuk lingkungan yang berorientasi pada masa depan.

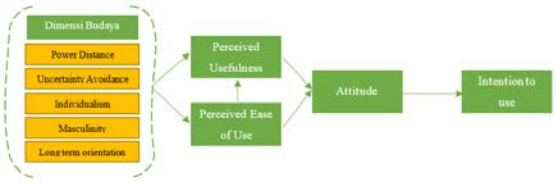
Nam (2018) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa dimensi budaya *uncertainty avoidance* dan *power distance* memiliki pengaruh terhadap e-*government* dalam mengendalikan tingkat korupsi di 102 negara. Dimensi budaya bersamaan dengan kebijakan politik dan ekonomi menjadi faktor yang mengurangi efek anti korupsi pada lingkungan dengan *uncertainty avoidance* dan power distance yang tinggi [10].

Herlambang dkk (2018), melakukan penelitian tentang integrasi data pada sistem aplikasi pemerintahan di Kota Batu. Pemerintah Kota Batu telah memiliki sistem aplikasi pemerintah yang terpisah untuk membantu pelayanan terhadap masyarakat. Untuk meningkatkan kinerja, efektifitas dan efisiensi maka diperlukan integrasi data, sehingga aplikasi yang terpisah dapat di akses satu atap. Enam askpek teknis yang perlu 16 dipertimbangkan pada implementasi e-government adalah *Enterprise Application Integration* (EAI), *Service-Oriented Architecture* (SOA), *Enterprise Service Bus* (ESB), *Executive Information System* (EIS) dan data *warehouse*. Model hipotetik yang

digunakan pada penelitian ini mengacu kepada dua aspek utama yang perlu dilakukan pemerintah Kota Batu untuk menunjang reealisasi integrasi data, yaitu (1) Aspek budaya dan (2) Aspek Teknis. Aspek Budaya meliputi budaya kerja organisasi, proses bisnis, standar operasional dan kebijakan, peraturan dan perundangan, dan *leadership*. Sedangkan untuk aspek teknis meliputi, penggunaan teknologi seperti : (1) penggunaan internet dan aplikasi, (2) standarisasi data dan data warehouse, (3) transaksi dan pertukaran data elektronik, (4) sistem dokumentasi elektronik. Studi kualitatif yang dilakukan menyebutkan bahwa infrastruktur yang perlu dibangun terlebih dahulu adalah data *warehouse* [11].

Beberapa penelitian di bidang e-*government* menyebutkan bahwa aspek budaya memiliki peran dalam penerimaan teknologi e-*government*. Tetapi masih jarang ditemukan bagaimana aspek budaya ini di deskripsikan lebih lanjut, sehingga memiliki kontribusi yang lebih detail dan jelas untuk di implementasikan. Di bawah ini adalah pengembangan model TAM dimana ekternal variabel di deskripsikan sebagai dimensi budaya yang mempengaruhi PEOU.

Dalam penelitiannya, [6] melihat hal yang mempengaruhi penggunaan e-*government* menggunakan TAM. Hasil studi pustaka menyebutkan kedua variabel TAM yaitu PEOU dan PU dianggap belum secara spesifik menjelaskan dimensi yang mempengaruhi kemudahan dan manfaat terhadap penggunaan teknologi [6]. Pada penelitiannya, variabel dari dimensi budaya, dapat membantu model TAM lebih detail memaknai bagaimana PEOU dan PU direpresentasikan di setiap individu. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa dimensi budaya *uncertainty avoidance* dan *power distance* berpengaruh signifikan terhadap penggunaan e-*government* di Jordania.



Gambar 3. TAM dan Budaya

Dimensi Budaya menjadi eksternal variabel yang merupakan prediktor terhadap variabel *perceived usefulness* (PU) dan *perceived ease of use* (PEOU). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa dimensi budaya Hofstede memiliki peran khusus dalam mempengaruhi penggunaan teknologi seperti e-*government* dan e-*commerce* [7][13][14]. Hubungan dimensi budaya dengan PU dan PEOU pada model ini adalah bahwa *attitude* bergantung pada konteks sosal masing-masing individu [15]. Konteks sosial yang yang dimaksud adalah bagaimana individu merepresentasikan dirinya pada lingkungan. Dimensi budaya adalah salah satu media untuk dapat mengukur representasi individu pada lingkungan sosial. Sehingga dalam penelitian ini hipotesis yang terbentuk adalah :

H1 : PD memiliki hubungan positif dengan PU
H2 : UAI memiliki hubungan positif dengan PU
H3 : IDV memiliki hubungan positif dengan PU
H4 : MAS memiliki hubungan positif dengan PU
H5 : LTO memiliki hubungan positif dengan PU
H6 : PD memiliki hubungan positif dengan PEOU
H7 : UAI memiliki hubungan positif dengan PEOU
H8 : IDV memiliki hubungan positif dengan PEOU
H9 : MAS memiliki hubungan positif dengan PEOU
H10 : LTO memiliki hubungan positif dengan PEOU
H11 : PEOU memiliki hubungan positf dengan PU
H12 : PU memiliki hubungan positif dengan ATT
H13 : PEOU memiliki hubungan positif dengan ATT
H14 : ATT memiliki hubungan positif dengan INT

Berdasarkan hipotesis di atas, indikator indikator setiap variable dalam bentuk kuesioner yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Indikator Kuesioner

Variabel	Deskripsi	Kuesioner
PU	Perceived Usefulness	(1) Menggunakan e-filling membuat saya menghemat waktu
		(2) Menggunakan e-filling meningkatkan efektifitas pekerjaan
		(3) E-filling sangat bermafaat bagi saya
		(4) E-filling memberikan saya berbagai macam informasi yang bermanfaat
PEOU	Perceived Ease of Use	(1) E-filling sangat mudah digunakan
		(2) E-filling sangat mudah dipahami
		(3) Menggunakan e-filling tidak membutuhkan usaha yang besar
ATT	Attitude	(1) Menurut saya, menggunakan e-filling sangat dibutuhkan
		(2) Saya sangat suka menggukan e-filling
		(3) Saya memiliki pengalaman yang baik terhadap penggunaan e-filling
INT	Intention to use	(1) Saya berniat menggunakan e-filling bila memungkinkan
		(2) Jika saya ditanya megenai pendapat saya tentang e-

	filling, maka saya akan berpendapat bahwa e-filling sangat baik digunakan
(3)	Kedepannya, saya akan menggunakan e-filling secara rutin

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menampilkan model *extended* dari TAM dengan eksternal variabel yaitu Dimensi Budaya. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kriteria untuk memprediksi *attitude* dengan mempertimbangkan konteks sosial selain *perceived usefulness* dan *perceived ease of use*. Dimensi budaya digunakan sebagai eksternal variabel sebagai prediktor dari PU dan PEOU.

Diharapkan model ini dapat memberikan alternatif solusi dari varibel dimensi budaya untuk meningkatkan penerimaan penggunaan teknologi dari aspek sosial yang memiliki peranan penting bagi individu untuk mendorong penggunaan teknologi. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan dalam upaya membuktikan hipotesis dan memberikan solusi yang konkrit.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Zhao, F., Shen, K. N., & Collier, A. "Effects of national culture on e-government diffusion - A global study of 55 countries. Information and Management", 51(8), (2014): 1005–1016.

[2] Tanoso. (2020, April 01). Dirjen Pajak Sebut Realisasi Pelaporan SPT Tahun Ini Turun 21,1 Persen. Retrieved from Indonwes:https://indonews.id/artikel/28558/Dirjen-Pajak-Sebut-Realisasi-Pelaporan-SPT-Tahun-Ini-Turun-211-Persen/

[3] Davis, F. "Perceived Usefulness, Perceived East of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly", 13(3), (1989): 319–340. https://doi.org/10.1016/S03050483(98)00028-0

[4] Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. "User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. Management Science", 35(8), (1989): 982–1003. https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982

[5] Ajzen, I. "The theory of planned behavior. Orgnizational Behavior and Human Decision Processes", 50, (1991). :179–211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

[6] Al-Hujran, O., Al-Debei, M. M., Chatfield, A., & Migdadi, M."The imperative of influencing citizen attitude toward e-government adoption and use. Computers in Human Behavior", . (2015): 53, 189–203. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.06.025

[7] Sari, D. R., & Dirgahayu, T. "Pengaruh Dimensi Budaya Terhadap Perilaku Penggunaan E-commerce: Daerah Istimewa Yogyakarta". INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi, 2(1), (2018): 1-11.

[8] Hofstede, G. Geert Hofstede cultural dimensions. (2009).

[9] Hofstede, G. (2010). Geert hofstede. *National cultural dimensions*.

[10] Nam, T. "Examining the anti-corruption effect of e-government and the moderating effect of national culture: A cross-country study". *Government Information Quarterly*, *35*(2), (2018): 273–282.

[11] Herlambang, A. D., Putra, W. H. N., Saputra, M. C., & Wicaksono, S. A. "Skenario Hipotetik Integrasi Data untuk Ekosistem e-Government Pemerintah Kota Batu". Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018).

[12] Afrizal, S., Hakiem, N., & Sensuse, D. I. "Analisis Kesiapan Implementasi E-government Pada Direktorat Jendral Penyelenggaraan Haji Dan Umrah Kementerian Agama Republik Indonesia". *Jurnal Sistem Informasi*, *11*(2), (2015): 88-92.

[13] Sunny, S., Patrick, L., & Rob, L. "Impact of cultural values on technology acceptance and technology readiness". *International Journal of Hospitality Management*, *77*(June), (2018): 89–96.

[14] Kwon, J., Kim, D., & Koh, C. A "Comparative Study of National Culture and Innovation : Effects of Cultural Dimensions on Traditional Innovation and Online Innovation". *Hawaii International Conference on System Sciences*, (2016): 3615–3624. https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.452

[15] Kim, E., Urunov, R., & Kim, H. "The Effects of National Culture Values on Consumer Acceptance of E-commerce: Online Shoppers in Russia". *Procedia Computer Science*, *91*(Itqm), (2016): 966–970.https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.124

P-14

ANALISA MESIN PENCETAK TABLET KAPASITAS 80 PCS / MENIT BERTEMPAT DI LABORATORIUM FARMASI ISTA

ANALYSIS CAPACITY PRESS ENGINE 80 TABLET PCS / MIN HOUSED IN ISTA PHARMACEUTICAL LABORATORIES

Indra Saputra[1*], Udin Wahyudin[2]

[1,2]Teknik Mesin, Fakultas Sains Dan Teknologi, Institut Sains Dan Teknologi Al Kamal, Jalan Raya Kedoya Al-Kamal No.2 Kebon Jeruk Jakarta Barat 11520

[*]E-mail: mesin1315@gmail.com

Diterima 08-09-2020	Diperbaiki 07-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Mesin Pencetak Tablet adalah mesin yang mencetak dengan tekanan tinggi yang merubah serbukan Kristal menjadi butiran-butiran tablet, Analisa mesin pencetak tablet ini dilakukan dengan menganalisa dan menjelaskan tugas/fungsi dari konsep produk (gambar kerja). Analisa teknik meliputi analisa daya pada motor, transmisi pulli, dan mekanisme kecepatan gaya pada cam. Hasil Analisa dari mesin pencetak tablet menghasilkan 80 tablet/menit, dengan sumber penggerak mesin adalah motor listrik 0,74 HP dengan putaran 1400 rpm. Sistem transmisi menggunakan V-Belt type A-36 dengan poros penggerak berdiameter 10 mm.

Kata kunci: analisa, penekanan, mesin pencetak tablet

ABSTRACT

Press Machine is a machine that prints with high pressure that converts crystal powder into tablet granules. This Press machine analysis is done by analyzing and explaining the task / function of the product concept (working drawing). The technical analysis includes power analysis on the motor, pulley transmission, and the force speed mechanism on the cam. The results of the analysis of the Press machine produced 80 tablets / minute, with the engine driving source is an electric motor of 0.74 HP with a rotation of 1400 rpm. The transmission system uses the A-36 V-Belt type with a 10 mm diameter drive shaft.

Keywords: analysis, pressing, press machine

PENDAHULUAN

Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal adalah salah satu institusi pendidikan yang memiliki kekhasan dalam bidang teknologi dan sains. Dari program studi yang ada terdapat program studi yang memiliki keahlian dan kapabilitas untuk menghasilkan suatu alat produksi atau alat pengujian untuk berbagai bidang pekerjaan. Keahlian dan kapabilitas tersebut dapat diintegrasikan kedalam suatu pengembangan produksi peralatan yang khas dan memiliki kualifikasi dan standar yang baik dengan bekerja sama dengan bidang keilmuan lain.

Salah satu alat yang sangat dibutuhkan dalam proses produksi solid adalah mesin cetak tablet. Mesin cetak tablet dapat digunakan dalam berbagai skala mulai dari skala laboratorium, skala industry kecil, industri menengah hingga skala industri besar. Sesuai dengan hal tersebut maka mesin cetak tablet biasanya diklasifikasikan berdasarkan proses dan jumlah produksi per satuan waktu. Dalam hal ini dikenal mesin cetak tablet manual, mesin cetak tablet semi otomatis hingga mesin cetak tablet full otomatis.Pada setiap kelompok tersebut ditemukan beberapa kelebihan dan kekurangan, biasanya berkaitan dengan jumlah produksi per satuan waktu, termasuk juga

penggunaan pada produk-produk spesifik dengan sifat alir yang tidak konstan dari bahan obat. Mesin cetak tablet manual biasanya diperlukan untuk penelitian-penelitian dan praktek-praktek di laboratorium dengan kelebihan jumlah produksi yang kecil dan dapat digunakan untuk bahan-bahan khusus yang tidak dapat diproduksi menggunakan mesin full otomatis karena sifat bahan dan sifat alir bahannya. Sedangkan mesin cetak semi otomatis digunakan juga dalam skala laboratorium untuk produksi dalam skala project. atau di industri-industri kecil dengan Jumlah produksi yang tidak terlalu besar. Kelebihan mesin semi otomatis adalah kemampuan untuk memproduksi dalam skala yang cukup besar namun lebih fleksibel untuk penggunaan beberapa bahan obat dengan sifat yang khas. Mesin yang ada saat ini masih standar[9]. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian kualifikasi mesin cetak tablet fungsional terhadap hasil cetak tablet supaya lebih optimal pada jumlah pencetakan tablet. Oleh karena itu saat ini diperlukan modifikasi pada mesin atau alat penakar dan mesin pencetak tablet yang ada, dengan adanya modifikasi mesin ini diharapkan dapat membantu perkembangan dunia farmasi agar mampu bersaing dengan industri lain.

Mesin Pencetak Tablet adalah mesin yang mencetak dengan tekanan tinggi yang merubah serbukan kristal menjadi butiran-butiran tablet. Cara kerja mesin ini dengan memasukkan kristalan pupuk, zat lainnya yang berbentuk kristal/pasir kedalam *hopper*. dan akan mengalir ke piringan moulding dan mengisi rongga cetakan, kemudian ditekan dengan piston-piston bertekanan sehingga serbukan kristal menjadi mampat/padat. dan setelah itu keluar dalam bentuk tablet [2].

METODOLOGI

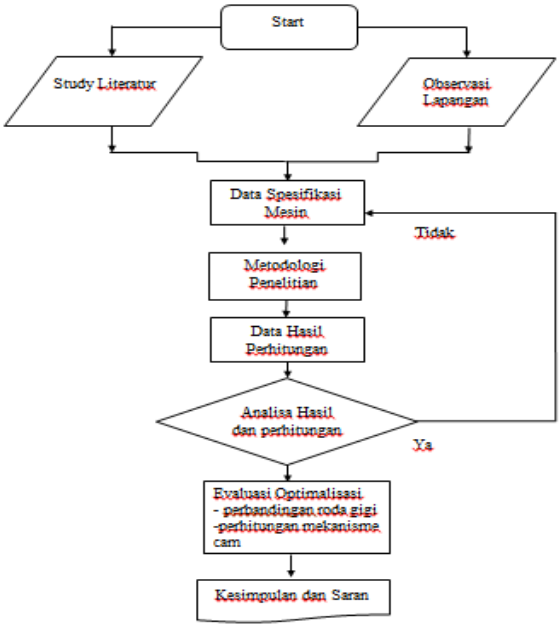
Metode yang akan diterapkan sebagai dasar dari laporan ini dalam mencapai tujuan yaitu:

1. Studi literatur

Mengumpulkan dan mempelajari teori dan materi dari buku-buku acuan yang menyangkut permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan. Terutama berbagai hal yang berhubungan dengan perancangan teknik, perhitungan spesifikasi mesin serta analisis.

2. Studi Lapangan

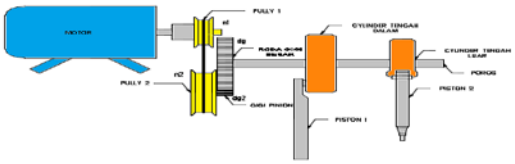
Metode pengumpulan data dilakukan dengan terjun langsung kelapangan, melakukan penelitian, untuk memperoleh data serta keterangan.



Gambar 1. Skema Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

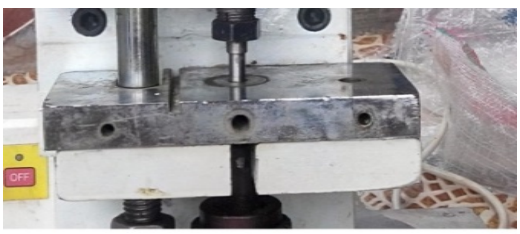
Pada hasil dan pembahasan alat mesin pencetak tablet ini digunakan motor listrik, poros, puli dan sabuk untuk mentransmisikan daya.



Gambar 2. Skema Alat Mesin Pencetak Tablet

Daya motor yang direncakan menggunakan motor listrik dengan daya 0,74 Hp. Untuk membuktikan daya motor tersebut cukup untuk memenuhi kapasitas yang direncanakan. Maka perlu dilakukan perhitungan gaya,torsi dan daya motor saat mencetak tablet.

Menghitung daya motor saat mencetak tablet



Gambar 3. Tekanan piston pada *dies*

Untuk menentukan daya motor yang bekerja saat mencetak Tablet maka tekanan yang berada didalam *dies* seperti gambar 1 harus dihitung dengan menggunakan formulasi yang ada [8].

$P = \frac{F}{A}$…….....(1)

Keterangan:
P = Tekanan (N/m^2)
F = Gaya (N)
A = Luas Permukaan (m^2)

Maka tekanan dapat dihitung dengan rumus:
P = ρ.g.h…….(2)

Keterangan:
ρ = Massa jenis (kg/m^2)
g = gravitasi (N/kg) = 9,8 N/kg
h = ketinggian lingkup kerja (m) = 160 mm = 0,16 m

Menentukan massa jenis serbuk obat menggunakan bobot jenis serbuk dengan berat 100 gram, dimasukan kedalam gelas ukur 200 ml.

Setelah mendapatkan massa jenis serbuk tablet dapat diperoleh perhitungan tekanan sebagai berikut:

P = ρ.g.h
= 100 g/m^3 . 9,8 N/g . 0,16 m
P = 156,8 N/m^2

Kemudian menghitung luas permukaan (A)
A = 2 x π x r (t_1 + r)……..…(3)

Keterangan:
A = Luas permukaan (m^2)
π = 3,14
r = jari-jari piston (m) = 10 mm = 0,01 m
t = ketinggian lingkup kerja 0,16 m
A = 2 x 3,14 x 0,01 (0,16 + 0,01)
A = 0,11 m^2

Sehingga:
$P = \frac{F}{A}$
F = P . A
= 156,8 N/m^2. 0,11 m^2
F = 17,24 N

Jadi gaya yang bekerja saat mencetak pelet adalah 17,24 N.

Gaya yang didapat akan digunakan untuk menghitung torsi dan daya motor yang bekerja saat pencetakan tablet.

T = F . r …….(4)

Keterangan:
T = Torsi (Nm)
F = (N) = 17,24 N
r = Jari- jari piston penekan (m) = 10 mm
= 0,01m
T = F . r
= 17,24 N . 0,01 m
T = 0,1724 Nm

Daya motor yang bekerja saat mencetak tablet.

$P = \frac{2 .\pi .n .T}{60}$ …….(5)

Keterangan:
P = Daya motor (watt)
π = 3,14
N = Jumlah putaran = 80,6 rpm
T = torsi (Nm)
$P = \frac{2 .3,14 .80,6 \text{ rpm} .0,1724}{60}$ = 1,45 watt

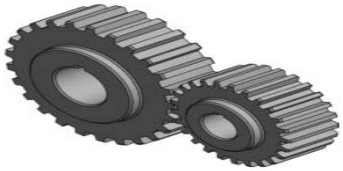
Menghitung torsi pada motor listrik
Daya motor rancangan adalah 0,74 Hp = 550 watt.

$T = \frac{p \, x \, 60}{2 \, \pi \, n}$ ……..….(6)

Keterangan:
T = Torsi motor (Nm)
n = 1400
$T = \frac{550 \text{ watt x } 60}{2 .3,14.1400}$ = 3,75 Nm

Jadi, setelah menghitung daya dan torsi yang bekerja pada setiap lingkup proses mesin. Maka dapat disimpulkan motor listrik yang digunakan cukup untuk memenuhi kebutuhan mesin.

Perhitungan dan perbandingan pada roda gigi



Gambar 4. Roda Gigi dan pinion

Menentukan ukuran roda gigi dengan jumlah roda gigi yang mampu mereduksi

putaran untuk memenuhi kapasitas mesin. Maka rasio kecepatan roda gigi dapat dihitung dengan [7]:

$$VR = \frac{kecepatan\ putar\ gigi\ pinion}{kecepatan\ putar\ roda\ gigi} = \frac{n_w}{n_G} = \frac{N_G}{N_W}$$

…..(7) [4]

Dimana:
VR = rasio kecepatan
NG = Jumlah roda gigi besar
NW= Jumlah roda gigi pinion

$VR = \frac{n_w}{n_G} = \frac{N_G}{N_W}$

$VR = \frac{N_G}{N_W} = \frac{100}{23} = 1 : 4{,}34$

Jadi rasio roda gigi pinion yang digunakan adalah 1 : 4,34

Sehingga ω_3 (kecepatan sudut setelah direduksi)

$\omega_3 = \frac{\omega_2}{VR}$ …….....(8)

VR = Rasio roda gigi pinion = 1 : 4,34

$\omega_3 = \frac{350}{4{,}34} = 80{,}6$ rpm

Dari perhitungan diatas kecepatan penekanan adalah 80,6 rpm/menit maka dapat diketahui bahwa dalam 1 menit menghasilkan 80 tablet.

Roda gigi pinion sebelumnya mempunyai diameter 25 mm dengan jumlah 20 gigi.

Maka di dapat persamaan:

$VR = \frac{N_G}{N_W} = \frac{100}{20} = 1 : 5$

Jadi rasio roda gigi pinion yang digunakan adalah 1 : 5

Sehingga ω_3 (kecepatan sudut setelah direduksi)

$\omega_3 = \frac{\omega_2}{VR}$

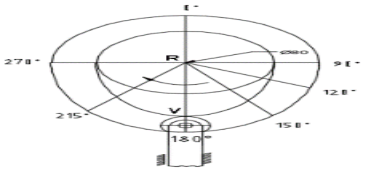
VR = Rasio roda gigi cacing = 1 : 5

$\omega_3 = \frac{350}{5} = 70$ rpm.

Dari perhitungan diatas kecepatan penekanan sebelumnya adalah 70 rpm/menit maka dapat diketahui bahwa dalam 1 menit menghasilkan 70 tablet.

Perhitungan kecepatan dan gaya pada cam

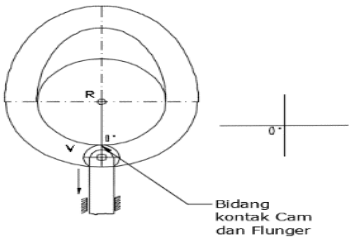
Sebuah nok (*cam*) adalah bagian dari mesin yang bentuknya tidak umum, yang bekerja sebagai penggerak yang menggerakan sebuah benda yang disebut *torak* (*follower*), yang dapat menggelinding atau meluncur diatasnya [9]. Didalam menganalisa gerakan-gerakan dari nok adalah lebih cocok untuk menyatakan perpindahan gerak. Kecepatan dan percepatan dari suatu torak hubungannya dengan putaran nok ∅ daripada terhadap waktu. Dan ini dapat dikerjakan sebagai berikut:



Gambar 5. Posisi sudut Cam

Dalam persamaan-persamaan ini *h* = kenaikan yang penuh dari plunger yang terjadi pada waktu nok berputar pada sudut β dan ω adalah kecepatan sudut dari nok dalam radian/detik. Untuk setiap putaran nok sebesar ∅ persamaan-persamaan akan memberikan lintasan, kecepatan dan percepatan dari plunger [3].

Kecepatan dan gaya pada sudut cam berbeda-beda nilainya maka dari itu perlu digambarkan posisi pada cam berikut ini:



Gambar 6. Posisi Cam dibawah dengan sudut 0°

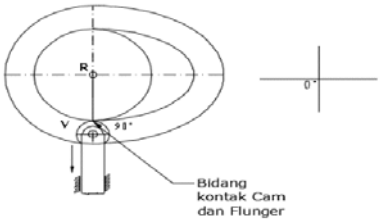
Ketika Posisi cam 0° seperti gambar 4 maka kecepatan dari V sejajar dan nilai R dari posisi ini adalah 60 mm = 0.06 m. Setelah mendapatkan nilai R dapat dihitung dari persamaan:

V = ω.R ……..…..(9)

Dimana:
v = kecepatan torak
R= Jari-jari
ω= kecepatan sudut

$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2.3{,}14.82}{60} = 8{,}5$ rad/det

V = 8,5 x 0.06 = 0.51 m/det.
Vp = V x R = 0.51 x 0.06 = 0.0306 m/det



Gambar 7. Posisi Cam menjelang turun dengan sudut 90°

Ketika posisi cam membentuk sudut 90° seperti gambar 7 maka kecepatan dari V sejajar.

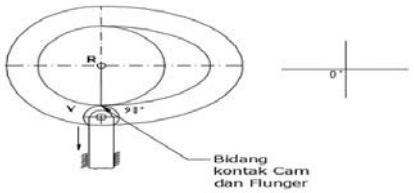
Untuk nilai R dari posisi ini adalah 60 mm = 0.06 m.

Maka : V = ω.R

$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2.3,14.82}{60}$ = 8,5 rad/det

V = 8,5 x 0.06
= 0.51 m/det.

Vp = V x R ……(10)
= 0.51 x 0.06
= 0.0306 m/det.



Gambar 8. Posisi Cam menjelang turun dengan sudut 120°

Ketika posisi cam membentuk sudut 120° seperti gambar 8 maka bidang kontak cam dan plunger akan membentuk sudut 17°. Untuk nilai R dari posisi ini adalah 65 mm.

Maka:
V = ω.R
$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2.3,14.82}{60}$ = 8,5 rad/det
V = 8,5 x 0.065 = 0.5525 m/det.
Vp= V.R = 0.5525 x 0.065 = 0.0359 m/det.

Untuk mencari torsi cam dan flunger maka di dapat:

$F = \frac{T}{\omega}$ ……..…(11)

Dimana:
F = Gaya pada cam
T = Torsi cam
ω = kecepatan sudut

$F = \frac{T}{\omega}$

$T = \frac{N}{\omega}$ ……..……(12)

N = Nm. H ……..……...……(13)

N = 550 x 80 $^0/_0$ = 440 watt

$T = \frac{440}{8.5}$ = 51.76 Nm.

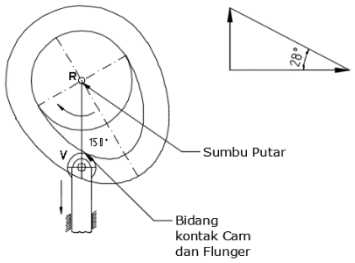
Menentukan gaya tekanan pada cam dan flunger didapat :

$F_T = \frac{T}{R}$ ……..……..(14)

$F_T = \frac{51.76}{0.065}$ = 796.3 N.

Fp = F_T Sin 17 ……...(15)

Fp = 796.3 x 0,12 = 95.5 N = 9.55 kg.



Gambar 9. Posisi Cam menjelang turun dengan sudut 150°

Ketika posisi cam membentuk sudut 150° seperti gambar 9 maka bidang kontak cam dan plunger akan membentuk sudut 28°. Untuk nilai R dari posisi ini adalah 78 mm = 0.078 m [3].

Maka:
V = ω.R
$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2.3,14.82}{60}$ = 8,5 rad/det
V = 8,5 x 0.078 = 0.663 m/det
Vp = V.R = 0.663 x 0.078 = 0.0517 m/det.

Untuk mencari torsi cam dan plunger maka di dapat:

$F = \frac{T}{\omega}$

$T = \frac{N}{\omega}$

N = Nm. η

N = 550 x 80 $^0/_0$ = 440 watt

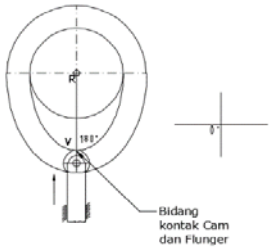
$T = \frac{440}{8.5}$ = 51.76 Nm

Menentukan gaya tekanan pada cam dan plunger yaitu :

$F_T = \frac{T}{R}$

$F_T = \frac{51.76}{0.078}$ = 663,5 N

Fp = $F_{T \text{ Sin } 28}$
Fp = 663,5 x 0,46
= 305.1N = 30.51 kg

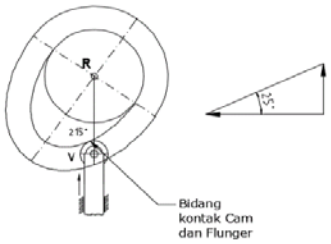


Gambar 10. Posisi Cam diatas dengan sudut 180°

Ketika posisi cam membentuk sudut 180° seperti gambar 10 maka kecepatan dari V sejajar

Untuk nilai R dari posisi ini adalah 88 mm = 0,088 m.

Maka:
V = ω.R
ω = $\frac{2\pi n}{60} = \frac{2.3,14.82}{60}$ = 8,5 rad/det
V = 8,5 x 0,088 = 0.0748 m/det
Vp = V.R = 0,748 x 0,088
= 0,0658 m/det



Gambar 11. Posisi Cam menjelang naik dengan sudut 215°

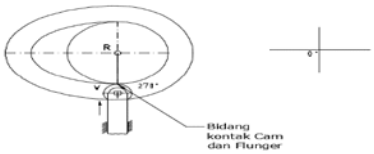
Ketika posisi cam membentuk sudut 215° seperti gambar 11. Maka bidang kontak cam dan plunger akan membentuk sudut 25°. Untuk nilai R dari posisi ini adalah 76 mm = 0.076 m.

Maka:
V = ω.R
ω = $\frac{2\pi n}{60} = \frac{2.3,14.82}{60}$ = 8,5 rad/det
V = 8,5 x 0,076 = 0,646 m/det
Vp = V.R = 0,646 x 0,076 =0,0490 m/det

F = $\frac{T}{\omega}$
T = $\frac{N}{\omega}$
N = Nm. η
N = 550 x 80 $^{0}/_{0}$ = 440 watt

T = $\frac{440}{8.5}$ = 51.76 Nm

Menentukan gaya tekanan pada cam dan plunger yaitu:
$F_T = \frac{T}{R}$
$F_T = \frac{51,76}{0,076}$ = 681,05 N
Fp = $F_{T \text{ Sin } 25}$
Fp = 681,05 x 0,42
= 286,04 N = 28 kg



Gambar 12. Posisi Cam menjelang naik dengan sudut 270°

Ketika posisi cam membentuk sudut 270° seperti gambar 12. Maka kecepatan dari V sejajar.

Untuk nilai R dari posisi ini adalah 60 mm = 0,060 m.

Maka:
V = ω.R
ω = $\frac{2\pi n}{60} = \frac{2.3,14.82}{60}$ = 8,5 rad/det
V = 8,5 x 0,060 = 0, 51 m/det
Vp = V.R
Vp = 0,510 x 0,060 = 0,306 m/det.

Tabel 1. Kecepatan dan daya pada kontak cam dan plunger

No	□ der	R	α	VR=ω.R	VP=VR	Sin α	Fp
	°	m	°	m/det	m/det		Kg
1	0	0.06	0	0,51	0.0306	0	0
2	90	0.06	0	0,51	0.0306	0	0
3	120	0.065	17	0,5525	0,0359	0.29	9,55
4	150	0.078	28	0,663	0,0517	0.46	30,51
5	180	0.088	0	0.075	0,0658	0	0
6	215	0.076	25	0,646	0,0490	0.42	28
7	270	0.06	0	0,51	0.0306	0	0

Dari tabel 1 di atas kecepatan dan gaya maksimum pada kontak cam dan plunger terjadi ketika posisi sudut membentuk sudut 150° dengan gaya tekan sebesar 30,51 kg dan kecepatan gaya minimum terjadi ketika posisi membentuk sudut 120° yaitu 9,55 kg.

KESIMPULAN

Dari proses analisa dan perhitungan mesin pencetak tablet ini diperoleh data-data sebagai berikut:

1. Kombinasi roda gigi yang efisien adalah roda gigi kecil diameter 30 mm dengan jumlah gigi 23 dan roda gigi besar diameter 200 mm, sebelum dioptimasi menggunakan kombinasi roda gigi kecil diameter 25 mm dengan jumlah gigi 20 dan roda gigi besar 200 mm.
2. Kecepatan dan gaya tekan maximum pada cam dan plunger berada pada posisi sudut 150° dengan gaya tekan 30,51 kg.
3. Kecepatan dan gaya tekan minimum pada cam dan plunger berada pada posisi sudut 120° dengan gaya tekan sebesar 9,55 kg.
4. Kapasitas mesin menghasilkan 80 tablet/menit.

SARAN

Hasil dari penelitian secara teori sudah sesuai dengan konsep tapi alat ini ketika bergerak suara dan getaranya sedikit kasar sehingga perlu dikembangkan lagi supaya suaranya lebih halus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada teman-teman yang sudah mensuport atas penelitian ini yang pada akhirnya bias terwujud penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Apriyandi, Andhika Fandrian.. *Peningkatan akurasi persediaan (perbedaan mutlak dan perbedaan bersih) dengan aplikasi PDCA di industri manufaktur. (Studi kasus : pada PT. 3M Indonesia)*. Depok : Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. 2010

[2] Armin,H. Gerardt..Fundamentals of Tablet Compression vol 16 (1) :17-73 2010.

[3] Martin George H.. *Kinematika dan Dinamika Teknik.* Jakarta : Erlangga 1984.

[4] Mott, Robert L. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis.* Yogyakarta : ANDI Yogyakarta 2009.

[5] Pharmainfo. Multiple Station Tablet Rotary press dari *http://www.pharmainfo.net/book/pharmaceutical-machines*-.2015.

[6] Reza, Rutwan. *Free energy AC Generator.* Jakarta : Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma 2015.

[7] Sularso. Suga, kiyokatsu. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : PT. PRADYA PARAMITA 2004.

[8] http://zonaelektro.net/motor-listrik.

[9] Arif Sugianto . Mesin pencetak Tablet Kapasitas 1000 Tablet perjam-IST AKPRIND Yogyakarta.

P-15

ANALISIS IDENTIFIKASI PERMASALAHAN KOPERASI POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN DALAM UPAYA MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN ANGGOTA

PROBLEM IDENTIFICATION ANALYSIS OF BALIKPAPAN STATE POLYTECHNIC COOPERATI IN EFFORTS TO IMPROVE MEMBERS 'WELFARE

Hasto Finanto[1*], Totok Ismawanto[2]
[1,2] Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl.Soekarno Hatta KM.8 Balikpapan 76129

**E-mail: hasto.finanto@poltekba.ac.id*

Diterima 09-09-2020	Diperbaiki 10-10-2020	Disetujui 15-10-2020

ABSTRAK

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengidentifikasi permasalahan dari Koperasi Politeknik Balikpapan dalam upaya meningkatkan kesejahteraan anggota serta mengetahui prospek koperasi dimasa mendatang. Permasalahan dalam penelitian ini adalah terakumulasinya kekecewaan anggota sehingga menyatakan mundur dari keanggotaan koperasi, dan roda organisasi nyaris tidak berputar. Menggunakan metode survey, dengan teknik pengumpulan data wawancara, dokumentasi dan observasi, jenis penelitian yang dilakukan adalah kualitatif. Pengambilan sampling menggunakan teknik purposive sampling. Subyek penelitian adalah Koperasi Politeknik Balikpapan dengan obyek pengurus dalam melakukan tata kelola koperasi. Analisis data menggunakan teknik tahapan Miles dan Huberman yakni, reduksi data, penyajian data serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Kesimpulan:(1)Masalah yang dihadapi Koperasi Politeknik Balikpapan meliputi:Komitmen manajemen belum optimal; Tata kelola keuangan tidak dilakukan dengan baik dan akuntabel; Tidak transparan dalam pengeluaran biaya dan pembuatan laporan keuangan; Ketidakpercayaan anggota kepada pengurus; Tidak cermat dalam perencanaan awal tahun anggaran dan keterbatasan pengetahuan pengurus tentang risiko bisnis; Kurangnya pemahaman tugas dan wewenang pengawas maupun pengurus; Komunikasi antar pengurus dan pengawas sangat kurang;(2)Prospek Koperasi untuk tumbuh dan berkembang sangat tinggi. Saran yang diberikan adalah segera dilaksanakan Rapat Anggota Luar Biasa, serta komitmen dari manajemen terkait keberadaan koperasi dan kemauan pengurus untuk melaksanakan prinsip pengelolaan koperasi yang transparan, baik dan akuntabel perlu ditingkatkan..

Kata kunci : Tata Kelola Keuangan, Akuntabel, Komitmen, Prospek

ABSTRACT

The main objective of this research is to analyze and identify problems from the Balikpapan Polytechnic Cooperative in an effort to improve the welfare of members and to know the prospects of cooperatives in the future. The problem in this research is the accumulation of members' disappointments so that they withdraw from the membership of the cooperative, and the wheels of the organization barely rotate. Using survey methods, with interview, documentation and observation data collection techniques, the type of research conducted is qualitative. Sampling uses a purposive sampling technique. The subject of the research was Balikpapan Polytechnic Cooperative with the object of the management in conducting cooperative management. Data analysis using the Miles and Huberman stages techniques, namely data reduction, data presentation and drawing conclusions and verification. Conclusions: (1) Problems faced by Balikpapan Polytechnic Cooperative include: Management commitment is not optimal; Financial governance is not done properly and accountably; Not transparent in spending and preparing financial statements; Distrust of members to the management; Inaccurate in planning the beginning of the fiscal year and limited management's knowledge of business risks; Lack of understanding of the

duties and authority of supervisors and administrators; Communication between management and supervisors is very poor, (2) the prospect of cooperatives to grow and develop is very high. The advice given is to immediately hold an Extraordinary Members' Meeting, and the commitment of management regarding the existence of cooperatives and the willingness of the management to implement the principles of cooperative management that are transparent, good and accountable need to be improved..

Keywords : Financial Governance, Accountability, Commitments, Prospects

PENDAHULUAN

Kesiapan untuk mau berubah secara signifikan *mindset* pengurus maupun manajemen institusi yang menaungi dibanding kondisi sebelumnya, merupakan tuntutan untuk penerapan tata kelola koperasi yang baik dan akuntabel. Perubahan tidak dapat dilakukan secara tiba-tiba, atau sebagai bentuk reaksi sesaat, namun melalui proses dan waktu serta komitmen yang tinggi. Jika hal tersebut dapat dilakukan, maka perubahan yang terjadi akan terbayar secara memadai dengan manfaat dan hasil yang diraih. Koperasi terkelola dengan sehat, kuat, tangguh, dan mandiri, sehingga menciptakan efisiensi dan efektifitas, untuk mencapai tujuan dalam jangka pendek maupun jangka panjang, yakni meningkatkan kesejahteraan anggota.

Koperasi Politeknik Balikpapan yang dirikan pada tanggal 17 Februari 2009 sesuai Akta Notaris No 60 dan BH.Kop.No:321/BH/DPPK.IV/II/2012, berdasarkan pengamatan, belum mampu menunjukkan tata kelola yang baik dan akuntabel. Hal ini terlihat dari belum tertibnya pencatatan transaksi keuangan dan administrasi lainnya. Kurang lengkapnya buku anggota, buku simpan pinjam, serta catatan transaksi belanja masing-masing anggota di koperasi merupakan bukti nyata bahwa tata kelola koperasi yang baik dan akuntabel belum dilaksanakan. Jumlah keanggotaan koperasi Politeknik Balikpapan yang mengalami penurunan tajam dari tahun ke tahun juga menjadi bukti terkait tata kelola yang dilakukan. Berdasarkan data jumlah anggota koperasi tahun 2016 sebanyak 75 orang, sedang tahun 2019 tinggal 27 orang. Penyusunan laporan keuangan yang merupakan bentuk tanggungjawab moral dari pengurus kepada anggota belum dilaksanakan dengan sebagaimana mestinya.

Melihat kenyataan yang demikian, tentu menimbulkan berbagai pertanyaan. Permasalahan krusial apa yang dihadapi oleh pengurus untuk mengelola koperasi, sehingga banyak anggota yang mengundurkan diri. Pertanyaan lain adalah terkait prospek koperasi jika akan dikembangkan.

Tata kelola dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia berarti tata usaha atau administrasi. Menurut kamus Wikipedia tata kelola perusahaan (*corporate governance*) adalah rangkaian proses, kebiasaan, kebijakan, aturan, dan institusi yang memengaruhi pengarahan, pengelolaan, serta pengontrolan suatu perusahaan atau korporasi.Tatakelola koperasi adalah rerangka kerja (*framework*) dalam bentuk peran (*role*), aturan (*rule*) dan pola keterhubungan (*relationship*) dari organ-organ koperasi beserta dengan turunannya dalam mengarahkan dan mengendalikan usaha, untuk mewujudkan maksud dan tujuan koperasi. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan tata kelola koperasi adalah rangkaian proses atau kerangka kerja dalam bentuk peran, aturan dan pola keterhubungan dari pengurus koperasi dalam mengarahkan dan mengendalikan usaha, untuk mewujudkan maksud dan tujuan koperasi.

Menurut Susilawetty danSupena (2013) faktor penghambat internal untuk meningkatkan kesejahteraan anggota adalah anggota kurang memahami makna perkoperasian, kurang peduli dan banyak anggota beranggapan bahwa pengelolaan koperasi dipercayakan kepada pengurus, sedangkan penghambat eksternal adalah modal yang terbatas. Menurut Burhanuddin (2018) modal sendiri dan modal pinjaman berpengaruh positif dan signifikan terhadap rentabilitas ekonomi pada koperasi. Menurut Mubarok (2018), kurangnya pengembangan bisnis koperasi menyebabkan keuntungan tidak maksimal, kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam mengelola koperasi menyebabkan perencanaan keuangan tidak sesuai dengan pelaksanaan. Menurut Saefulloh (2018), koperasi-koperasi di Kecamatan Gunungjati memiliki kekuatan di manajemen, dan mempunyai kelemahan dari tingkat kepercayaan masyarakat, selain itu peluang koperasi untuk kerjasama dengan lembaga keuangan sangat terbuka. Menurut Dewi (2017), besar kredit, biaya inovasi, dan manajemen usaha berpengaruh signifikan terhadap ROI (*return on investment*). Menurut Sitepu (2018),perkembangan koperasi di

Indonesia terjadi pasang surut, maka perlu kesadaran dari kita dalam usaha meningkatkan koperasi dengan cara meningkatkan kinerja anggota melalui pemberian *training* atau pelatihan, juga memodifikasi produk yang ada. Menurut Mustangin (2018), dengan adanya koperasi masyarakat mengalami perubahan dari segi ekonomi, yakni kesejahteraan anggota kelompok dalam masyarakat meningkat.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, terlihat bahwa untuk meningkatkan kesejahteraan, koperasi memiliki faktor penghambat baik internal maupun ekternal. Perkembangan koperasi di Indonesia mengalami pasang surut dan kekuatan manajemen mampu meningkatkan kinerja koperasi untuk mensejahterakan anggotanya. Permasalahan dalam penelitian ini adalah terakumulasinya kekecewaan anggota sehingga banyak menyatakan mundur dari keanggotaan koperasi, dan berakibat roda organisasi nyaris tidak berputar. Pertanyaan penelitian yang disusun adalah permasalahan apa yang dihadapi pengurus sehingga tata kelola koperasi tidak berjalan dengan baik dan akuntabel serta bagaimana prospek koperasi Politeknik Balikpapan dalam upaya mensejahterakan anggotanya.

Tujuan dari penelitian ini adalah selain untuk mengetahui penyebab terakumulasinya kekecewaan anggota kepada pengurus, juga untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh koperasi Politeknik Balikpapan dalam melaksanakan tata kelola keuangan yang baik dan akuntabel, serta mendeskripsikan prospek koperasi Politeknik Balikpapan dalam upaya mensejahterakan anggotanya.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Subyek penelitian adalah koperasi Politeknik Balikpapan dengan obyek penelitian pengurus dalam melakukan tata kelola koperasi. Populasi penelitian adalah anggota koperasi Politeknik Balikpapan. Dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, kriteria yang digunakan adalah anggota yang menjadi pengawas koperasi, menjadi pengurus koperasi, dan perwakilan anggota dari unsur dosen atau tenaga kependidikan setiap jurusan di Politeknik Balikpapan. Instrumen penelitian berupa daftar pertanyaan wawancara serta lembar observasi. Sumber data adalah responden yang menjawab pertanyaan serta dokumen data administrasi koperasi Politeknik Balikpapan. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara, observasi dan dokumentasi. Teknik analisis menggunakan tahapan model interaktif yang dikembangkan oleh Miles dan Huberman dalam Moleong(2011), yaitu reduksi data (*data reduction*), penyajian data (*data display*) serta penarikan kesimpulan dan verifikasi (*conclusion drawing and verification*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesejahteraan adalah sesuatu hal yang sangat didambakan oleh setiap manusia, tidak terkecuali anggota koperasi. Menurut Undang-undang No 11 tahun 2009, kesejahteraan sosial adalah kondisi terpenuhinya kebutuhan material, spiritual, dan sosial warga negara agar dapat hidup layak dan mampu mengembangkan diri, sehingga dapat melaksanakan fungsi sosialnya. Kesejahteraan merupakan suatu hal yang bersifat subjektif, sehingga setiap individu memiliki cara yang berbeda dalam memberikan penilaian tentang kesejahteraan. Bagi anggota koperasi, kesejahteraan erat kaitannya dengan besarnya sisa hasil usaha yang diterima pada akhir tahun anggaran. Keberadaan koperasi jika dikelola dengan baik dan akuntabel akan meningkatkan kesejahteraan anggotanya. Berdasarkan hasil wawancara, observasi, dokumentasi dan verifikasi yang dilakukan, ternyata kontribusi Koperasi Politeknik Balikpapan dalam peningkatan kesejahteraan anggota relatif rendah. Data tabel 1, dapat menjelaskan kontribusi koperasi dalam peningkatan kesejahteraan anggota.

Tabel 1 Data Keanggotaan dan SHU Koperasi Politeknik Balikpapan

No	Tahun	Jumlah Anggota	Total Aktiva	SHU yang dibukukan
1	2009	48 orang	42.282.500	7.663.125
2	2010	54 orang	69.627.528	10.314.403
3	2011	56 orang	87.153.764	18.282. 196
4	2012	67 orang	120.854.148	20.881.246
5	2013	76 orang	141.268.222	8.931.474
6	2014	77 orang	141.268.222	8.931.474
7	2015	79 orang	210.753.184	12. 983.594
8	2016	75 orang	213.738.150	22.405. 772
9	2017	49 orang	137.250.334	2.829.776
10	2018	49 orang	137.250.334	2.829.776
11	2019	27 orang	137.250.334	2.829.776

Sumber : Penulis diolah 2020

Tabel 2 Data SHU Koperasi Politeknik Balikpapan

Tahun	SHU yang dibukukan	SHU untuk anggota (75% sesuai AD/ART)	Rata-rata SHU diterima tiap anggota	% SHU yang dibagikan dengan total aktiva
2009	7.663.125	5.739.845	119.580	13,57%
2010	10.314.403	7.735.802	143.255	11,11%
2011	18.282. 196	13.711.647	244.850	15.73%
2012	20.881.246	15.660.935	233.745	12,96%
2013	8.931.474	6.698.606	88.139	4,74%
2014	8.931.474	6.698.606	88.139	4,74%
2015	12. 983.594	9.715.196	122.977	4,61%
2016	22.405. 772	16.804.329	224.057	7,86%
2017	2.829.776	2.122.332	43.312	1,55%
2018	2.829.776	2.122.332	43.312	1,55%
2019	2.829.776	2.122.332	78.604	1,55%

Sumber : Penulis diolah 2020

Dengan memperhatikan tabel diatas, terlihat bahwa terjadi kenaikan keanggotaan dari tahun 2009 sampai 2015, dan terjadi penurunan dari tahun 2015 sampai 2019. Sisa hasil usaha yang dibukukan dan dibagikan kepada anggota, terjadi peningkatan dari tahun 2009 sampai 2012, namun 2013 terjadi penurunan. Perbandingan antara SHU yang dibagikan dengan total aktiva dari tahun 2009 sampai 2019 sangat kecil, bahkan pada tahun 2017 sampai 2019 hanya 1,55%. Jika mengacu pada data ini lunturnya kepercayaan anggota kepada pengurus bukanlah sesuatu yang mustahil

Menurut Zurnali (2010), komitmen organisasi adalah sebuah keadaan psikologi yang mengkarakteristikan hubungan karyawan dengan organisasi atau implikasinya yang mempengaruhi apakah karyawan akan tetap bertahan dalam organisasi atau tidak. Komitmen Organisasi adalah suatu kondisi dimana seorang karyawan memihak organisasi spesifik dan juga tujuan-tujuan dan kebutuhannya untuk melindungi dan menjaga keanggotaan di dalam organisasi tersebut. Mengacu pada pendapat ahli tersebut, jelaslah bahwa keberadaan koperasi dalam suatu institusi, tidak terlepas dari komitmen anggota atau pengurus serta manajemen yang menaungi institusi bersangkutan. Tanpa komitmen yang tinggi dari manajemen institusi, keberadaan koperasi tentu sukar untuk tumbuh dan berkembang, karena berhubungan dengan kebijakan manajemen. Berdasarkan wawancara dan verifikasi yang dilakukan komitmen pengurus dan manajemen institusi dalam pengelolaan koperasi belum menunjukkan keberpihakan yang positif.Koperasi Politeknik Balikpapan yang mulai ditinggalkan anggotanya tahun 2017, manajemen institusi seolah-olah menutup mata, sehingga dapat diartikan bahwa komitmen manajemen terkait keberadaan koperasi belum optimal.

Penerapan prinsip pengelolaan keuangan untuk mewujudkan tatakelola koperasi yang baik dan akuntabel (*good corporate governance*) akan meningkatkan kepercayaan anggota dalam berkoperasi. Beberapa ahli berpendapat prinsip tata kelola keuangan yang baik dan akuntabel adalah transparansi, pencegahan pemberian pinjaman berlebih, pelayanan yang adil, edukasi dalam pengelolaan keuangan baik bagi pengurus koperasi maupun anggotanya, kerahasiaan dan keamanan data anggota, kepatuhan, penanganan sekaligus penyelesaian keluhan anggota, dan hubungan antar jaringan. Peningkatan efisiensi, produktifitas, dan loyalitas anggota yang pada akhirnya peningkatan kesejahteraan akan terwujud jika *good corporate governance* dilaksanakan oleh pengurus koperasi. Dengan mengacu data pada tabel 1, dimana jumlah anggota terus berkurang, menunjukkan loyalitas anggota tidak ada. Hal ini merupakan akibat dari pengurus koperasi yang tidak menerapkan *good corporate governance* atau tata kelola keuangan dengan baik dan akuntabel.

Transparansi berarti keputusan yang diambil dan pelaksanaannya dilakukan dengan mekanisme yang mengikuti aturan yang ditetapkan. Informasi yang berkaitan dengan organisasi tersedia secara mudah dan bebas untuk diakses. Menurut Sutedi (2009), transparansi adalah prinsip yang menjamin akses atau kebebasan bagi setiap orang untuk memperoleh informasi tentang kebijakan, proses, pelaksanaan dan hasil yang dicapai. Menurut Yuwono (2005), menjelaskan transparansi adalah keterbukaan dalam proses perencanaan, penyusunan dan pelaksanaan anggaran. Berdasarkan hasil wawancara, dokumentasi dan verifikasi, prinsip transparansi belum diterapkan pengurus dalam membuat laporan keuangan, terbukti dengan banyaknya anggota yang tidak puas dengan data, khususnya laporan sisa hasil usaha. Dapat dikatakan bahwa pengurus tidak transparan dalam pengeluaran biaya dan pembuatan laporan keuangan.

Menurut Maharani(2010),kepercayaan adalah keyakinan satu pihak pada reliabilitas, durabilitas, dan integritas pihak lain dalam relationship dan keyakinan. Kepercayaan adalah suatu keadaan yang terjadi ketika seorang mitra percaya atas keandalan serta

kejujuran mitranya. Dalam suatu organisasi, anggota adalah mitra dari pengurus. Jika anggota sudah tidak mempunyai kepercayaan lagi kepada pengurus jelas keefektifan dan keefisienan *relationship marketing* dalam koperasi akan terdampak. Berdasarkan verifikasi kepercayaan anggota kepada pengurus sudah berada pada titik nadir, terbukti dengan banyaknya anggota yang mengundurkan diri dari keanggotaan koperasi.

Rencana usaha atau bisnis adalah suatu dokumen tertulis yang menggambarkan secara sistematis suatu usaha yang diusulkan. MenurutDaft (2007) *business plan* adalah dokumen yang merincikan detail bisnis yang disiapkan oleh seorang wirausahawan sebelum membuka bisnis baru. Rencana bisnis pada dasarnya adalah uraian tertulis mengenai masa depan usaha, menjelaskan apa dan bagaimana rencana usaha akan dilakukan. Keberadaan rencana bisnis akan meminimalisir risiko bisnis yang dihadapi. Risiko bisnis adalah risiko yang dihadapi oleh perusahaan atas kualitas dan keunggulan pada beberapa produk pasar yang dimiliki. Menurut Hanafi (2005) risiko adalah bahaya, akibat atau konsekuensi yang dapat terjadi akibat sebuah proses yang sedang berlangsung atau kejadian yang akan datang. Dengan perencanaan bisnis pengurus koperasi mempunyai standar terkait kegiatan bisnis yang dilakukan dalam satu tahun anggaran berjalan, serta dapat mengoptimalkan segala sumberdaya yang dimiliki. Berdasarkan dokumentasi dan verifikasi pengurus Koperasi Politeknik Balikpapan tidak membuat perencanaan awal tahun anggaran. Dengan kondisi yang demikian dapat dikatakan bahwa pengurus tidak cermat dalam perencanaan awal tahun anggaran dan keterbatasan pengetahuan pengurus tentang risiko bisnis.

Menurut Sarwoto (1978), pengawasan adalah kegiatan manajer yang mengusahakan agar pekerjaan terlaksana sesuai dengan rencana yang ditetapkan dan hasil yang dikehendaki. Menurut Soekanto(1986), pengawasan adalah suatu proses yang menentukan tentang apa yang harus dikerjakan, agar yang diselenggarakan sejalan dengan rencana. Mengacu hal tersebut, pengawasan mutlak diperlukan dalam suatu organisasi. Tanpa pengawasan, akan mendorong oknum tertentu untuk melakukan penyimpangan serta menyalahgunakan kepercayaan. Berdasarkan verifikasi, pengawasan kepada pengurus sangat kurang, sehingga dimanfaatkan oleh oknum pengurus untuk melakukan manipulasi data dalam penyusunan laporan keuangan. Kondisi yang demikian menunjukkan kurangnya pemahaman tugas dan wewenang pengawas maupun pengurus.

Menurut Barata(2003),mendefinisikan komunikasi sebagai proses pengiriman dan penerimaan pesan, berita, atau informasi yang terjadi diantara dua orang atau lebih. Menurut Cangara,(1998) komunikasi tidak terbatas pada bentuk komunikasi menggunakan bahasa verbal, tetapi juga dalam hal ekspresi muka, lukisan, seni, dan teknologi. Komunikasi pada dasarnya merupakan suatu proses yang menjelaskan siapa, mengatakan apa, dengan saluran apa, kepada siapa. Jelaslah dalam hal ini, bahwa komunikasi sangat dipentingkan dalam organisasi. Berdasarkan verifikasi komunikasi antar pengurus maupun pengawas sangat kurang.

Terkait dengan masih ada atau tidak potensi Koperasi Politeknik Balikpapan untuk dikembangkan, dapat kita simak dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3Neraca Koperasi Politeknik Balikpapan Tahun 2019

Perkiraan Buku Besar	Jumlah	Jumlah
Kas Kecil	Rp8.448.790	
Kas Bank	Rp616.682	
Kas Fotocopy	Rp39.390.997	
Piutang Anggota	Rp69.989.186	
Persediaan ATK	Rp16.108.012	
Deposit Galon Tidang	Rp2.480.000	
Nilai Buku Inventaris Kantor	Rp216.667	
Simpanan Pokok		Rp4.900.000
Simpanan Wajib		Rp120.800.000
Laba Usaha Ditahan		Rp8.720.558
Laba Usaha Berjalan		Rp28.729.776
JUMLAH	Rp137.250.334	Rp137.250.334

Sumber : Penulis diolah 2020

Dengan memperhatikan tabel 3, terlihat tahun 2019, koperasi masih mempunyai kekayaan sebesar Rp137.250.334,- Berarti masih cukup besar dan sangat potensial dioperasionalkan. Keberadaan koperasi dilingkungan kampus, dengan mahasiswa sekitar 2500 serta dosen atau tenaga kependidikan sekitar 200 orang, jelas merupakan pangsa pasar yang sangat potensial untuk dikembangakan. Adanya kewajiban bagi mahasiswa baru sebanyak 750 orang untuk membeli jas almamater, pakaian praktikum dan

asuransi kecelakaan kerja jelas menjadi pangsa pasar yang sangat potensial. Koperasi Politeknik Balikpapan mempunyai prospek cerah untuk tumbuhkembang, dengan catatan ada pembenahan dalam tata kelola keuangan, serta komitmen semua *stakeholder* untuk peduli dengan keberadaan koperasi Politeknik Balikpapan.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian adalah:Masalah yang dihadapi Koperasi Politeknik Balikpapan meliputi:komitmen manajemen belum optimal, tata kelola keuangan tidak dilakukan dengan baik dan akuntabel, tidak transparan dalam pengeluaran biaya dan pembuatan laporan keuangan, ketidakpercayaan anggota kepada pengurus, tidak cermat dalam perencanaan awal tahun anggaran dan keterbatasan pengetahuan pengurus tentang risiko bisnis, kurangnya pemahaman tugas dan wewenang pengawas maupun pengurus, komunikasi antar pengurus dan pengawas sangat kurang, prospek koperasi untuk tumbuh dan berkembang sangat tinggi.

SARAN

Saran yang diberikan adalah segera dilaksanakan Rapat Anggota Luar Biasa, serta komitmen dari manajemen terkait keberadaan koperasi dan kemauan pengurus untuk melaksanakan prinsip pengelolaan koperasi yang transparan, baik dan akuntabel perlu ditingkatkan. Sumbangan teoritik dari penelitian ini adalah bahwa hasil penelitian yang telah dilakukan mendukung hasil penelitian Susilawetty dan Karna Supena, Burhanuddin, Nurul Mubarok, serta Eef Saefulloh, namun belum sejalan dengan Sitepu dan Mustangin. Penelitian ini hanya mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh Koperasi Politeknik Balikpapan, belum membahas langkah-langkah yang akan diambil manajemen institusi untuk membenahi koperasi, serta hanya menggunakan metode pengumpulan data berupa wawancara, observasi dan dokumentasi. Diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk menambahkan langkah-langkah yang akan diambil manajemen institusi, serta menambah metode dan obyek penelitian yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada manajemen Politeknik Negeri Balikpapan dan pengurus serta anggota Koperasi Politeknik Balikpapan atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Barata, Atep Aditya. 2003. Dasar-Dasar Pelayanan Prima. Jakarta. PT.Elex Media Komputindo

[2] Burhanuddin. 2018. Pengaruh Modal Sendiri Dan Modal Pinjaman Terhadap Rentabilitas Ekonomi Pada Koperasi Simpan Pinjam Karya Bersama Palu. Jurnal Sinar Manajemen Volume 5 No. 2

[3] Cangara.Hafid. 1998. Pengantar Ilmu Komunikasi. Jakarta. Raja Grafindo Persada

[4] Hana.Nining Nurma. 2017. Pengaruh Kredit, Inovasi, Dan Manajemen Usaha Terhadap Kinerja Keuangan Koperasi Simpan Pinjam. Jurnal Bisnis & Manajemen Vol. 17, No. 2, 2017 : 29 – 34

[5] Hanafi. Mahduh. 2005. Analisis Laporan Keuangan. Yogyakarta. UPP AMP YKPN, Edisi 2

[6] Maharani. 2010. Analisis Pengaruh Kepercayaan Dan Kepuasan Terhadap Loyalitas Nasabah Tabungan Bank Mega Semarang. E-Journal Undip. Oktober 2010

[7] Moleong.Lexy. 2011. Metodologi Penelitian. Jakarta. UI Press

[8] mustanginok.Nurul. 2018. Analisis Identifikasi Masalah Utama Koperasi Di Kabupaten Banyuasin Dalam Mewujudkan Kesejahteraan Anggota. I-Economic Vol. 4. No 2

[9] Mustangin.2018. Hasil Pemberdayaan Masyarakat Oleh Koperasi Sebagai Upaya Mewujudkan Kesejahteraan Masyarakat Petani Daerah Cepogo. Social Work Jurnal Vol. 8. No 1

[10] Richard, Daft.L, 2007. Era Baru Manajemen. Jakarta.Salemba Empat.hal.265

[11] Saefulloh. 2018. Peran Koperasi Dalam Mewujudkan Pembangunan Ekonomi Kerakyatan. Jurnal Penelitian Hukum Ekonomi Islam Vol. 3, No. 2

[12] Sarwoto. 1978. Dasar-Dasar Organisasi dan Manajemen. Bogor. Galia Indonesia

[13] Sitepu. 2018. Perkembangan Ekonomi Koperasi di Indonesia. Niagawan Vol 7 No 2 Juli 2018

[14] K, Soekanto. 1986. Dasar- Dasar Manajemen. Jakarta. Miswar

[15] Susilawetty, Karna Supena. 2013. Peran Koperasi Serba Usaha Mutiara Mandiri Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Gunung Sindur Kabupaten Bogor. Jurnal Ilmiah Widya Volume 1 Nomor 1 Mei-Juni 2013

[16] Sutedi, Adrian. 2009. Implikasi Hukum Atas Sumber Pembiayaan Daerah, Dalam Kerangka Otonomi Daerah. Jakarta.Sinar Grafika

[17] Undang-Undang No. 11 Tahun 2009. Tentang Kesejahteraan Sosial

[18] Yuwono, Sony. 2005. Penganggaran Sektor Publik, Pedoman Praktis Penyusunan, Pelaksanaan, dan Pertanggungjawaban APBDBerbasis Kinerja. Malang. Bayumedia Publishing

[19] Zurnali, cut. 2010. Sumber Daya Manusia Masa Depan. Bandung. Unpad Press

P-16

ANALISIS *CASH FLOW* PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN DI BANJARMASIN

CASH FLOW ANALYSIS ON ROAD IMPROVEMENT PROJECT IN BANJARMASIN

Hendra Cahyadi[1*], Adhi Surya[2], Aulia Rahim[3]
[1,2,3]*Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin, Jalan Adhyaksa No. 2*

[*]*E-mail: irarizqonroyan@gmail.com*

Diterima 20-09-2020	Diperbaiki 09-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pelaksanaan proyek konstruksi memerlukan banyak sumber daya diantaranya adalah peralatan, tenaga kerja, material, dan finansial. Finansial yang baik diperoleh melalui perencanaan Cash Flow optimal. Penentuan sistem pembayaran yang tepat dapat memberikan keuntungan maksimum bagi kontraktor. Tujuannya adalah untuk mengetahui sistem pembayaran yang baik, besar keuntungan dan faktor-faktor yang mempengaruhi cash flow, maka dilakukan penelitian pada Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1. Metode yang digunakan yaitu membuat diagram jaringan proyek dengan President Diagram Methode dengan menggunakan bantuan software Microsoft Project. Kemudian dilakukan perhitungan cash flow dengan beberapa sistem pembayaran yaitu pembayaran bulanan dan pembayaran termin tanpa uang muka dan dengan uang muka 20%, 25% dan 30%. Dari hasil perhitungan dapat diketahui Cash flow proyek yang paling optimal yang dapat memberikan profit yang paling besar bagi kontraktor dan faktor-faktor yang mempengaruhi cash flow pada proyek. Hasil analisis data menghasilkan bahwa pada proyek Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1 dengan sistem pembayaran bulanan dengan uang muka 30% menghasilkan keuntungan profit sebesar 9,842% dari nilai kontrak. Sedangkan sistem pembayaran yang memberikan keuntungan maksimum adalah sistem pembayaran termin dengan uang muka 30% pada kondisi geser menghasilkan keuntungan sebesar 9,855% dari nilai kontrak.

Kata kunci: cash flow, microsoft project, nilai kontrak, keuntungan maksimum

ABSTRACT

Implementation of construction projects requires a lot of resources including equipment, labor, materials, and finance. Good finance is obtained through optimal cash flow planning. Determining the right payment system can provide maximum profit for the contractor. The aim is to determine a good payment system, the amount of profit and the factors that affect cash flow, so a research was conducted on the Improvement of the Central Banjarmasin District Road Package 1. The method used is to create a project network diagram with the President Diagram Method using the help of Microsoft Project software. . Then the cash flow calculations are carried out with several payment systems, namely monthly payments and term payments without advances and with advances of 20%, 25% and 30%. From the calculation results, it can be seen that the most optimal project cash flow that can provide the greatest profit for the contractor and the factors that affect cash flow on the project. The results of the data analysis show that the project for improving the Central Banjarmasin District Road Package 1 with a monthly payment system with 30% down payment resulted in a profit of 9.842% of the contract value. Meanwhile, the payment system that provides maximum profit is the term payment system with a 30% down payment in sliding conditions, which generates a profit of 9.855% of the contract value

Keywords: cash flow, microsoft project, contract value, maximum profit

PENDAHULUAN

Proyek Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1 merupakan proyek milik instansi Pemerintah Daerah Kota Banjarmasin dengan satuan kerja Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Banjarmasin. Pemenang tender proyek ini adalah CV. Peilani Putra sebagai pihak kontraktor dengan harga penawaran Rp. 2.537.198.000,00 (termasuk PPN 10%). Dalam pelaksanaan pekerjaan pada proyek ini diperlukan manajemen proyek konstruksi yang baik untuk perencanaan dan pengendalian biaya konstruksi agar mendapatkan hasil yang terbaik namun tetap ekonomis.

Biaya konstruksi merupakan jumlah biaya yang diperlukan dalam suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang bertujuan untuk memperoleh dan mengendalikan sumber daya yang dibutuhkan dari awal pelaksanaan hingga proyek konstruksi tersebut selesai sesuai rencana. Sumber daya yang dibutuhkan pada proyek konstruksi diantaranya berupa tenaga kerja, material, peralatan, modal dan metode.

Pengendalian biaya pelaksanaan proyek merupakan suatu hal yang penting dan berpengaruh terhadap sistem *cash flow* kontraktor. Namun seringkali kontraktor kurang mengoptimalkan pengelolaan keuangannya yang mana ingin mendapatkan keungtungan sebanyak-banyaknya. Sehingga keuangan proyek perlu di kelola dengan sebaik-baiknya untuk mendapatkan keuntungan yang diharapkan. Sehingga perencanaan *cash flow* optimal dengan alternatif pembayaran proyek konstruksi yaitu antara lain, pembayaran dengan uang muka atau tanpa uang muka, pembayaran bulanan (*monthly payment*) dan pembayaran termin (*progress payment*). Penentuan sistem pembayaran yang baik dapat menghasilkan keuntungan yang optimal serta mengurangi resiko kekurangan modal kerja.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perencanaan *Cash flow* dalam suatu proyek konstruksi sehingga dapat mendapatkan *Cash flow* yang optimal yang dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. *Cash flow* dibuat dengan menggunakan metode PDM yang menggunakan bantuan Microsoft Project 2010 dengan variasi sitem pembayaran bulanan (*monthly payment*) dan pembayaran termin (*progress payment*) tanpa uang muka dan dengan uang muka 20%, 25% dan 30% berdasarkan penjadwalan *Earliest Start Time* (EST), *Latest Start Time* (LST), dan Geser.

Perumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana *cash flow* berdasarkan *time schedule* dan pembayaran bulanan yang ada pada pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi. Selain itu untuk mengetahui *cash flow* yang paling optimal dengan variasi sistem pembayaran yang dapat memberikan profit yang paling besar bagi kontraktor pada pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi.

Tujuan dari penelitian ini adalah nantinya yang akan menjawab pertanyaan dari rumusan masalah di atas, yaitu mendapatkan *cash flow* berdasarkan *time schedule* dan pembayaran bulanan yang ada pada pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi dan mendapatkan *cash flow* yang paling optimal dengan variasi sistem pembayaran yang dapat memberikan profit yang paling besar bagi kontraktor pada pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi.

METODOLOGI

Metode penelitian ini terdiri dari tahap persiapan, pengumpulan data, analisis data, dan hasil analisis data. Tahap persiapan adalah rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Tahap persiapan ini meliputi pertama, studi literatur. Studi literatur yaitu metode dengan melakukan pencarian terhadap berbagai sumber tertulis, baik berupa buku-buku, arsip, majalah, artikel, dan jurnal, atau dokumen-dokumen yang relevan dengan permasalahan yang dikaji. Metode ini dilakukan dengan mempelajari berbagai literatur, menggali mengenai *cash flow* dan pengertiannya serta teori dan rumus tentang *cash flow* dan metode pembayaran. Dengan demikian penulisan penelitian ini mempunyai landaran teori yang kuat dan bisa dipertanggung jawabkan. Kedua, interview narasumber, bertujuan untuk memperoleh pengetahuan atau informasi mengenai proyek yang ditinjau dengan melakukan tanya jawab kepada manajer proyek.

Tahap pengumpulan data adalah sarana pokok untuk menemukan penyelesaian studi secara ilmiah. Data, terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data-data yang diperoleh langsung di lapangan melalui interaksi langsung dengan objek penelitian, yaitu berupa s*urvey* lapangan dan wawancara dengan pihak manajer proyek. Data sekunder adalah data yang di dapat dari studi pustaka, makalah hasil seminar, jurnal, karya tulis dan instansi pemerintah maupun swasta yang terkait. Data sekunder meliputi data *Cash in Flow* dan data *Cash Out Flow*

Tahap berikutnya adalah analisis data. Data-data yang sudah dikumpulkan, selanjutnya dilakukan analisis c*ash flow* berdasarkan *time schedule* dan pembayaran bulanan yang ada. Selanjutnya menganalisis *cash flow* yang paling optimal ditinjau dengan variasi sistem pembayaran bulanan dan termin , dengan pembanding tanpa uang muka, dan dengan uang muka 20%, 25% dan 30%, pada kondisi EST, LST, dan Geser untuk memperoleh keuntungan yang paling besar. Perhitungan *cash flow* dilakukan dengan menggunakan hitungan komputasi antara data *cash in flow* dan *data cash out flow*, sehingga diperoleh keuntungan proyek.

Tahap akhir adalah hasil analisis data. Dari data-data yang sudah dianalisis maka akan didapatkan hasil berupa c*ash flow* berdasarkan *time schedule* dan pembayaran bulanan yang ada. Serta *Cash flow* proyek yang paling optimal yang dapat memberikan keuntungan yang paling besar bagi kontraktor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hubungan tiap item pekerjaan yang didapat dari analisis menggunakan PDM dan *Microsoft Project*, dapat diketahui mana pekerjaan kritis dan non kritis (yang memiliki *float*). Jenis Pekerjaan kritis dan non kritis dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Daftar Pekerjaan, Durasi, Mulai, Selesai, LS, LF dan Lintasan Kritis

Task Name	D	S	F	LS	LF
Mobilisasi	14	25/07/19	07/08/19	09/12/19	22/12/19
Manajemen dan Keselamatan Lalin	126	25/07/19	28/11/19	19/08/19	22/12/19
K3	126	25/07/19	28/11/19	19/08/19	22/12/19
LPA Kelas A	35	01/08/19	05/09/19	23/08/19	27/09/19
Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	14	06/09/19	19/09/19	27/09/19	11/10/19
Lapis Perekat - Aspal Cair	70	23/09/19	01/12/19	14/10/19	22/12/19
Lataston Lapis Pondasi	84	13/09/19	05/12/19	30/09/19	22/12/19
Bahan Anti Pengelupasan	84	13/09/19	05/12/19	30/09/19	22/12/19

Ket: D = Duration S = Start F = Finish LS = Late Start LF = Late Finish

Dalam analisis *cash flow* ini ditinjau terhadap dua sistem pembayaran yaitu sistem pembayaran bulanan (MC) dan sistem termin, kelemahan dari sistem pembayaran bulanan adalah pada saat dilakukan pembayaran dapat terjadi tidak sesuai dengan perncanaan yang ada sedangkan kelemahan sistem Termin adalah kontraktor tidak akan dibayarkan apabila *progress* pekerjaan belum tercapai.

Dari *Microsoft Project* diperoleh *cash flow* berdasarkan kondisi keuangan proyek untuk proyek Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1, seperti pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. RAB Proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1

Bulan	EST (Rp)	%	LST (Rp)	%	GESER (Rp)	%
1	30.030.398,58	1,18	30.030.398,58	1,18	30.030.398,58	1,18
2	254.167.827,79	11,16	132.659.080,56	6,39	193.509.854,81	8,78
3	638.278.095,62	36,23	388.633.861,77	21,65	522.810.693,85	29,31
4	716.387.997,01	64,37	1.087.540.978,08	64,37	716.687.997,01	57,45
5	716.387.997,01	92,51	761.387.997,01	92,51	716.687.997,01	85,59
6	190.805.184,00	100	190.805.184,00	100	366.930.558,75	100
Jumlah	2.546.057.500,00		2.546.057.500,00		2.546.057.500,00	

Hasil analisis *cash flow* berdasarkan EST, LST dan Geser dengan sistem pembayaran bulanan tanpa uang muka, dengan uang muka 20%, 25% dan 30% pada Proyek Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut

Tabel 3. Hasil Analisis *Cash Flow* Proyek Peningkatan Jalan Banjarmasin Tengah Paket 1 Dengan Sistem Pembayaran Bulanan

	Sistem Pembayaran Bulanan (MC)		
Kurva	*Overdraf max* (Rp)	Penutupan Akhir (Rp)	Keuntungan (%)
1. Tanpa UM			
EST	Rp 234.306.643	Rp 234.306.643	9,203%
LST	Rp 234.060.312	Rp 234.060.312	9,193%
GESER	Rp 234.012.126	Rp 234.012.126	9,191%
2. UM 20%			
EST	Rp 482.184.141	Rp 246.816.290	9,694%
LST	Rp 482.184.141	Rp 245.111.328	9,627%
GESER	Rp 482.184.141	Rp 247.102.411	9,705%
3. UM 25%			
EST	Rp 609.487.016	Rp 249.255.765	9,790%
LST	Rp 609.487.016	Rp 246.657.694	9,688%
GESER	Rp 609.487.016	Rp 248.727.389	9,769%
4. UM 30%			
EST	Rp 736.789.891	Rp 250.583.759	9,842%
LST	Rp 736.789.891	Rp 248.171.265	9,747%
GESER	Rp 736.789.891	Rp 250.352.366	9,833%

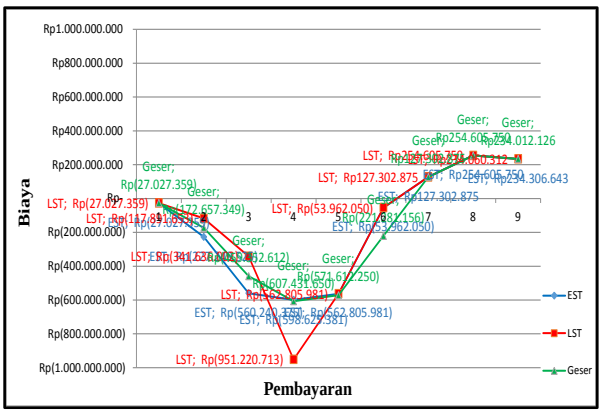
Hasil analisis *cash flow* berdasarkan EST, LST dan Geser dengan sistem pembayaran bulanan tanpa uang muka, dengan sistem pembayaran termin 20% pada Proyek Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1 dapat dilihat pada Tabel 4 berikut

Tabel 4. Hasil Analisis *Cash Flow* Proyek Peningkatan Jalan Banjarmasin Tengah Paket 1 Dengan Sistem Pembayaran Termin 20%

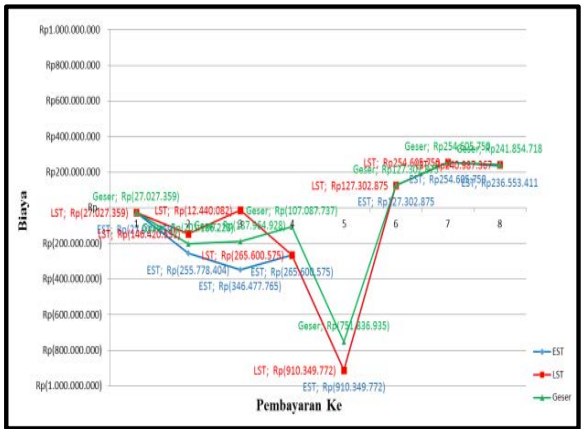
Kurva	Sistem Pembayaran Termin 20%		
	Overdraf max (Rp)	Penutupan Akhir (Rp)	Keuntungan (%)
1. Tanpa UM			
EST	Rp 254.605.750	Rp 236.553.411	9,291%
LST	Rp 254.605.750	Rp 240.987.367	9,465%
GESER	Rp 254.605.750	Rp 241.854.718	9,499%
2. UM 20%			
EST	Rp 482.184.141	Rp 247.938.362	9,738%
LST	Rp 482.184.141	Rp 247.938.362	9,738%
GESER	Rp 482.184.141	Rp 249.633.438	9,805%
3. UM 25%			
EST	Rp 609.487.016	Rp 248.684.824	9,767%
LST	Rp 609.487.016	Rp 248.684.824	9,767%
GESER	Rp 609.487.016	Rp 250.269.953	9,830%
4. UM 30%			
EST	Rp 736.789.891	Rp 249.321.339	9,792%
LST	Rp 736.789.891	Rp 249.321.339	9,792%
GESER	Rp 736.789.891	Rp 250.906.467	9,855%

Dari proyek yang ditinjau, diperoleh grafik *cash flow* yang terdiri dari grafik *cash flow* tanpa uang muka dan grafik *cash flow* dengan uang muka.

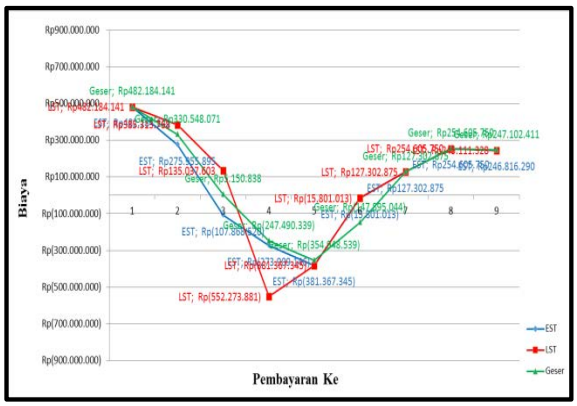
Gambar-Gambar berikut menunjukkan *cash flow* pembayaran bulanan dengan berbagai kondisi pembayaran.



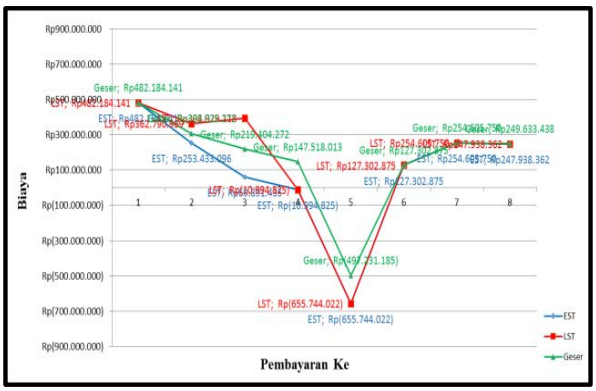
Gambar 1. Grafik *Cash Flow* Untuk Proyek Peningkatan Jalan Banjarmasin Tengah Paket 1 (Pembayaran Bulanan Tanpa Uang Muka)



Gambar 2. Grafik *Cash Flow* Untuk Proyek Peningkatan Jalan Banjarmasin Tengah Paket 1 (Pembayaran Termin Tanpa Uang Muka)



Gambar 3. Grafik *Cash Flow* Untuk Proyek Peningkatan Jalan Banjarmasin Tengah Paket 1 (Pembayaran Bulanan Dengan Uang Muka 20%)



Gambar 4. Grafik *Cash Flow* Untuk Proyek Peningkatan Jalan Banjarmasin Tengah Paket 1 (Pembayaran Termin Dengan Uang Muka 20%)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa penjadwalan secara umum EST memiliki tingkat keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan LST dan Geser walaupun

secara bulanan persentase EST pada awal-awal bulan lebih kecil. Hal ini dikarenakan perhitungan keuntungan didasarkan pada penutupan akhir *overdraft* ditambah bunga *overdraft* pada EST yang memang lebih besar dari LST dan Geser.

Cash flow yang ada pada proyek Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1 menggunakan sistem pembayaran bulanan dengan uang muka 30% dan penjadwalannya menggunakan *earliest start time* (EST), mendapatkan profit sebesar 9,842%.

Perencanaaan *cash flow* yang optimal diperoleh dengan memandingkan sistem pembayaran bulanan dan termin dengan meninjau sistem pembayaran tanpa uang muka dan menggunakan uang muka 20%, 25%, 30%. Perencanaan *cash flow* juga ditinjau terhadap tiga kondisi penjadwalan proyek yang berbeda yaitu dengan memanfaatkan *float time* sehingga terdapat tiga kondisi pendjadwalan yaitu *earliest start time* (EST), *latest start time* (LST), dan pergeseran.

Sistem pembayaran termin dengan uang muka 30%, memperoleh profit paling maksimal pada penjadwalan kondisi Geser dengan profit sebesar 9,855%. Hal ini dapat terjadi karena realisasi pekerjaan kecil di bulan awal-awal sehingga menyebabkan sistem pembayaran Termin tercapai sebelum waktu yang disepakati sehingga kontraktor meminjam uang lebih kecil kepada bank dibandingkan dengan sistem pembayaran bulanan. Semakin besar uang muka yang didapatkan kontraktor dari *owner*, maka profit kontraktor akan semakin besar karena peminjaman uang ke bank akan lebih kecil.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan untuk perencanaan *cash flow* yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan yaitu c*ash flow* pada pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan Kecamatan Banjarmasin Tengah Paket 1 menggunakan sistem pembayaran bulanan dengan uang muka 30% dan penjadwalannya menggunakan *earliest start time* (EST), mendapatkan profit sebesar 9,842%. Sedangkan c*ash flow* yang paling optimal dan menghasilkan keuntungan yang paling besar adalah sistem pembayaran termin dengan uang muka 30% dan penjadwalan dalam kondisi geser dengan keuntungan sebesar 9,855%.

SARAN

Adapun beberapa saran yang perlu penulis sampaikan untuk melengkapi atau melanjutkan penelitian-penelitian yang sejenis, adalah sebagai berikut dianjurkan kepada kontraktor untuk membuat diagram *cash flow* guna mengetahui aliran dana proyek serta dapat mengambil suatu kebijakan finansial apabila terjadi masalah terhadap proyek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada segenap civitas akademika di Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin yang sudah turut serta dalam pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Mulyana, N. Chayati. “Kajian Tentang Arus Kas Berdasarkan Bobot Prestasi Pekerjaan.(Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pengelolan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan Jawa Barat)”, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 1 Nomor 2, 44-51 (2012)

[2] A. Setia Budi, S. Safiatus. “Penentuan Cash Flow Optimal Berbasis Pengaturan Sumber Daya PadaPembangunan Gedung X Di Kota Malang”, *Jurnal Tenik Sipil Politeknik Negeri Malang*, Vol. 10, No. 1, 62 – 68 (2014)

[3] A. Agung Wiranata, I. Bagus Rai Adnyana, I.P. Putiyana “Analisis Variasi Sistem Pembayaran Progress Payment Terhadap Keuntungan Kontraktor Pada Proyek Pembangunan Pura Jagat Tirta Bandara I Gst Ngurah Rai Badung – Bali)”, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol.22, No.2 (2018)

[4] A.S.P. Anggoro. “Analisis Perencanaan Cash Flow Optimal (Studi Kasus Pembangunan Gedung Instalasi Rawat Jalan RS DR. Sardjito”. *Tugas Akhir*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

[5] H. Abrar. *Manajemen Proyek. CV. Andi Offset* Yogyakarta: (2011).

[6] I. A. R. Widhiawati, G. A. Diputra, I. G P Pradipta. “ Analisis Keuntungan Kontraktor Dengan Variasi Sistem Pembayaran (Studi Kasus: Proyek Peningkatan Struktur Jalan Cekik-Batas Kota Negara)”. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Vol. 18, No. 2, 156-163 (2014).

[7] Igrina El Islami Subri. 2018. “Analisa Efisiensi Biaya Proyek Pembangunan

Gedung Kantor Camat Landasan Ulin Banjarbaru Kalimantan Selatan". *Skripsi.* Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

P-17

IMPLEMENTASI PENJADWALAN MATA PELAJARAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA BERBASIS WEB

IMPLEMENTATION OF SCHEDULING USING ALGORITHM METHOD WEB-BASED GENETICS

Hidayana Rusdin[1*], Sugiarto Cokrowibowo[2], Harieni[3]
[1,2,3]Universitas Sulawesi Barat, Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H , Majene

[*]E-mail: hidayanarusdin@gmail.com

Diterima 21-09-2020	Diperbaiki 07-10-2020	Disetujui 28-10-2020

ABSTRAK

Penjadwalan Mata Pelajaran adalah salah satu masalah yang paling sering di alami didalam dunia pendidikan. Jumlah ruangan, jumlah guru, jumlah mata pelajaran yang harus diajar, dan jam mengajar guru-guru yang mengajar tidak hanya satu sekolah saja sehingga dibutuhkan metode agar tidak ada declok dengan jadwal yang lain. Dalam merancang jadwal mata pelajaran dengan jumlah guru yang terbatas dan ada guru yang tidak bisa mengajar dihari tertentu akan menjadi masalah yang rumit untuk diselesaikan secara manual. Algoritma Genetika sebagai cabang dari Algoritma Evolusi metode adaptive yang biasa digunakan unntuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimsi. Algoitma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup; yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat lain mengikuti prinsip seleksi alam atau "siapa yang kuat, dia yang bertahan (survive)". Dengan meniru teori ini, Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata. Dengan menerapkan algoritma genetika akan lebih mengefisienkan waktu perancangan jadwal mata pelajaran dan guru dapat memilih waktu untuk mengajar yang sesuai dengan pilihan waktunya sehingga perancangan jadwal mata pelajaran dapat diselesaikan lebih cepat dari perancangan jadwal yang masih manual.

Kata kunci: Algoritma genetika, Penjadwalan, Mata pelajaran

ABSTRACT

Scheduling Subjects is one of the most common problems encountered in the world of education. The number of rooms, the number of teachers, the number of subjects that must be taught, and the teaching hours of teachers who teach not only one school, so a method is needed so that there is no clog with other schedules. In designing a schedule of subjects with a limited number of teachers and there are teachers who cannot teach certain days, it will be a complicated problem to solve manually. Genetic Algorithms as a branch of the Evolutionary Algorithm are adaptive methods that are commonly used to solve a search for value in an optimization problem. These algorithms are based on genetic processes present in living things; namely, the development of generations in a natural population, but slowly follows the principle of natural selection or "who is strong, he who survives". By imitating this theory, Genetic Algorithms can be used to find solutions to problems in the real world. By applying genetic algorithms, it will be more efficient to design the schedule of subjects and teachers can choose the time to teach according to their choice of time so that the design of the schedule of subjects can be completed faster than designing a schedule that is still manual.

Keywords: Genetic algorithm, Scheduling, Subject

PENDAHULUAN

Penjadwalan Mata Pelajaran adalah salah satu masalah yang paling sering di alami didalam dunia pendidikan. Banyaknya ruangan, banyaknya guru dan banyaknya mata pelajaran yang harus diajar, dan tidak hanya itu banyak dari guru-guru yang mengajar tidak hanya satu sekolah saja sehingga ini membuat kita harus berhati-hati dalam menyusun jadwal mata pelajaran agar tidak ada declok dengan jadwal sekolah yang lain [1]. Hal ini jika kita membuat jadwal secara manual akan lebih menguras waktu sehingga dapat menghambat pekerjaan yang lain[2]. Algoritma Genetika sebagai cabang dari Algoritma Evolusi metode *adaptive* yang biasa digunakan unntuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimsi. Algoitma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup; yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat lain mengikuti prinsip seleksi alam atau "siapa yang kuat, dia yang bertahan (survive)". Dengan meniru teori ini, Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata. Algoritma Genetika sebagai metode optimasi yang *powerfull* dimungkinkan telah menjadi teknik paling terkenal dalam bidang komputasi evolusioner pada saat ini [3]. Algoritma genetika merupakan salah satu jalan untuk memecahkan masalah yang cukup besar dengan solusi yang baik meskipun masalah tersebut membutuhkan waktu eksekusi yang lama bila dilakukan secara manual [4]. Perancang algoritma juga bisa melakukan beberapa penyesuaian. Ini dibenarkan oleh fakta bahwa masalah yang bersangkutan mungkin memiliki persyaratan khusus yang, misalnya, mungkin tidak terpenuhi menggunakan operator crossover dan mutasi standar [5].

Berdasarkan uraian diatas penulis tetarik untuk mengangkat permasalahan tersebut dalam karya ilmiah dengan judul "implementasi penjadwalan mata pelajaran menggunakan metode algoritma genetika berbasis web (studi kasus di mts ddi majene) " sehingga dapat membantu sekolah dalam menyusun jadwal mata pelajaran.

METODOLOGI

Jenis penelitian yang dilakukan adalah kuantitatif. Metode yang digunakan adalah algoritma genetika karena dapat menyelesaikan masalah penjadwalan. Algoritma genetika adalah algoritma pencarian yang didasarkan pada mekanisme seleksi alamiah dan genetika alamiah [6]. Algortima genetika merupakan algoritma yang sangat tepat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang kompleks [7]

Penelitian yang dilakukan dengan mengembangkan dari model tahap pembuatan perangkat lunak seperti pada metode linear, prosedur dan urutan kerja dalam penelitian ini dapat dijabarkan menjadi beberapa sub prosedur yaitu Tahap pertama adalah persiapan yang meliputi perencanaan awal dalam bentuk rencana penelitian. Rencana ini berisi langkah-langkah penelitian secara umum. Yang kedua adalah Observasi Lapangan dan Kajian Literatur Algoritma Genetika (Analisis) yang dibutuhhkan untuk memperoleh gambaran dari objek penelitian yaitu jadwal pelajaran . Untuk keperluan ini, observasi dilakukan disalah satu MTs di kabupaten Majene yaitu MTs DDi Majene. Kemudian kajian literatur dilakukan dengan memperkaya bacaan tentang Algoritma Genetika, baik melalui media internet, jurnal, penelitian kontenporer, maupun buku-buku yang relevan. Kemudian tahap selanjutnya adalah Peracangan Sistem (*Design*), Penerapan Sistem (*Coding*), Pengujian Sistem (Testing), dan Penulisan laporan [1]

Dari penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa data yang dapat digunakan yaitu, data ruang/kelas, data guru, data mata pelajaran, data pengampu, data jam, data hari, dan data waktu tidak bersedia..

Langkah Algoritma Genetika Penjadwalan

Dalam kasus penjadwalan, fitness ditentukan oleh:

1. Declock kelas dan waktu (KW)
2. Declock sholat jumat (SJ)
3. Declock guru(GR)
4. Declock keinginan waktu guru(WG)

Sehingga perhitungan fitness adalah

$F = 1 / (1 + KW + SJ + GR+WG)$

Pembangkitan Generasi Awal

Langah awal dalam Algoritma genetik adalah dengan melakukan pengkodean kromrosom sesuai dengan permaalahan yang akan dipecahkan . Kemudian dilanjutkan dengan pembentukan populasi awal yang akan dibangkitkan secara acak. Ukuran populasi ditentukan sesuai dengan permasalahan. Untuk permasalahan yang memiliki kawasan solusi yang cukup besar, DE Jong merekomendasikan sebesar 50 [8]

Jumlah Kromosom

Kromosom adalah kumpulan gen-gen (kombinasi antara mata pelajaran, ruang/kelas, dan guru) sejumlah pengampuh yang ada. Di awal ditentukan jumlah kromosom yang dibangkitkan. Satu kromosom ada satu solusi, sehingga semakin banyak kromosom yang dibangkitkan semakin banyak pilihan solusi (jadwal) yang dihasilkan, yang nantinya akan dipilih satu yang terbaik. Kromosom akan disimpan ke dalam sebuah array dengan format seperti berikut:

Kromosom 1 = {[0, 3, 5], [1, 5, 13], … [30, 4, 0]}

Maksimal Generasi

Proses algoritma akan berhenti jika sudah mencapai nilai fitness 1 (tidak ada bentrok). Jika masih bentrok akan diulang lagi generasi berikutnya. Terkadang dalam generate jadwal bisa saja tidak menemukan fitness 1, hal ini bisa terjadi karena jumlah matapelajaran banyak sedangkan guru dan waktu sedikit dan tidak memungkinkan untuk membuat jadwal yang tidak bentrok. Untuk mengatasi hal inilah diatur maksimal generasi sehingga program tidak akan berhenti jika sudah di generasi terakhir walaupun fitness belum mencapai 1.

Seleksi

Proses seleksi adalah pemilihan kromosom yang mana yang akan digunakan untuk proses algoritma berikutnya. Seleksi ditentukan berdasarkan nilai fitness kromosom. Semakin besar fitness semakin besar kesempatan kromosom untuk terpilih. Metode yang digunakan untuk seleksi adalah Roullete Wheel. Cara kerjanya adalah:

Hitung nilai fitness dari masing-masing individu

Misal terdapat 4 kromosom yang dibangkitkan dengan masing-masing fitness:

Kromosom 1 = 0.8
Kromosom 2 = 0.3
Kromosom 3 = 0.5
Kromosom 4 = 0.4

Hitung total fitness dari semua individu

Total fitness adalah 0.8 + 0.3 + 0.5 + 0.4 = 2

Hitung probabilitas masing-masing individu

Probabilitas didapat dari nilai fitness dibagi dengan total fitness, hasilnya:

P 1 = 0.8 / 2 = 0.4
P 2 = 0.3 / 2 = 0.15
P 3 = 0.5 / 2 = 0.25
P 4 = 0.4 / 2 = 0.2

Dari probabilitas tersebut, hitung jatah masing-masing individu pada angka 1 sampai 100

Pindah Silang (Crossover)

Pindah silang merupakan pertukaran gen antara dua buah kromosom. Kromosom yang menjadi induk dipilih secara acak sebanyak crossover rate yang sudah diatur di awal. Misal ada 10 kromosom dengan dengan CR 70%, maka induk yang digunakan adalah 7. Dari 7 induk ini akan dipasangkan dua dua yang menghasilkan 1 individu baru. Pasangan induk yang terjadi adalah 7 pasang yaitu, induk1 dan induk2, induk 2 dan induk 3, dan seterusnya sampe induk 7 dengan induk 1. Setiap induk akan berpasangan 2 kali

Mutasi

Masalah penjadwalan dalam dunia pendidikan membutuhkan pengkodean representasi individu yang agak rumit karena berukuan besar, sehingga pengodean yang kurang tepat bisa mempengaruhi proses evolusi yang terjadi, terutama rekombinasi dan mutasi [9] Dalam dunia nyata, sebuah mutasi dapat terjadi akibat suatu proses. Begitu pula yang terjadi dalam Algoritma Genetika [10]. Mutasi adalah penggantian gen. Gen yang dimutasi hanya diganti ruang, dan waktunya saja, untuk matapelajaran tetap. Jumlah gen yang diganti tergantung Mutation Rate (MR). Misal ada 3 kromosom dengan gen 50 masing-masing kromosom, dengan MR 50 persen. Maka:

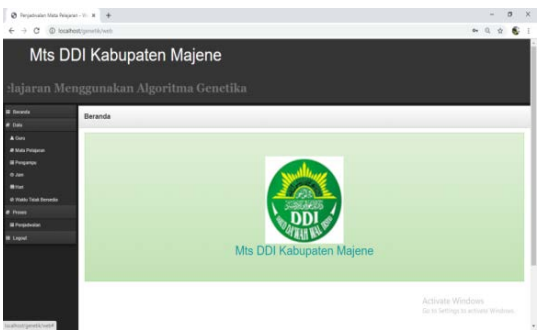
Total Gen : 3 * 50 (jumlah kromosom * jumlah gen per kromosom) = 150 gen

Jumlah Mutasi = 50% * 150 = 75 gen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Antar Muka

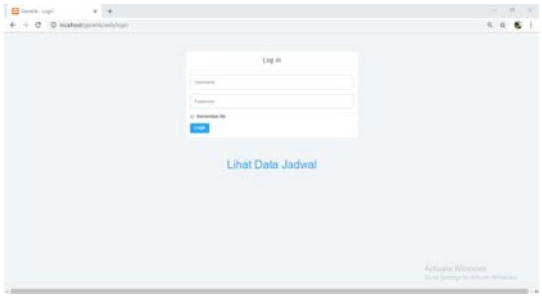
Implementasi desain dalam proses Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Metode Algoritma Genetika Berbasis Web (Studi Kasus Di Mts Ddi Majene) adalah sebagai berikut:



Gambar 1 . Beranda

Dalam tampilan diatas terdapat beberapa tombol untuk memasukkan data guru, data mata pelajaran, data pengampuh ,

data jam, data hari, data waktu tidak bersedia dan penjadwalan untuk memproses jadwal . Tampilan ini hanya admin atau Guru Kurikulum, karena yang berhak membuat jadwal adalah Guru Kurikulum.



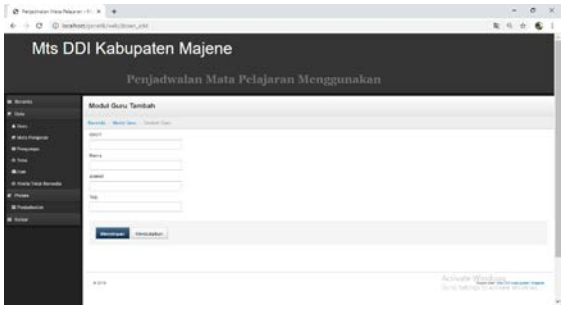
Gambar 2. Login Admin

Dalam tampilan diatas terdapat dua form input untuk memasukkan username dan password dan terdapat dua tombol yaitu tombol login untuk masuk kedalam halaman admin dan tombol lihat data jadwal untuk melihat jadwal yang disudah dibuat .



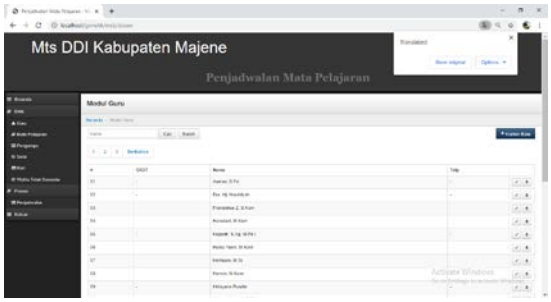
Gambar 3. Tampilan awal Admin

Dalam tampilan diatas terdapat beberapa tombol untuk memasukkan data guru, data mata pelajaran, data pengampuh , data jam, data hari, data waktu tidak bersedia dan penjadwalan untuk memproses jadwal .



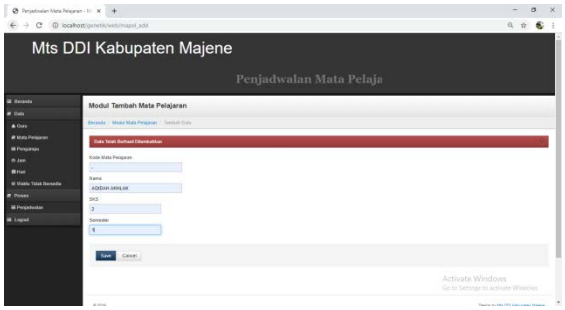
Gambar 4. Tampilan Input data guru

Dalam tampilan diatas terdapat beberapa form untuk menginput data guru, yaitu form Nip untuk mengisi data Nip , form Nama untuk mengisi Nama guru, dan form Telp untuk mengisi nomor telpon guru, dan terdapat dua tombol yaitu tombol menyimpan untuk menyimpan data dan tombol membatalkan untuk membatalkan jika ada yang salah atau tidak sesuai.



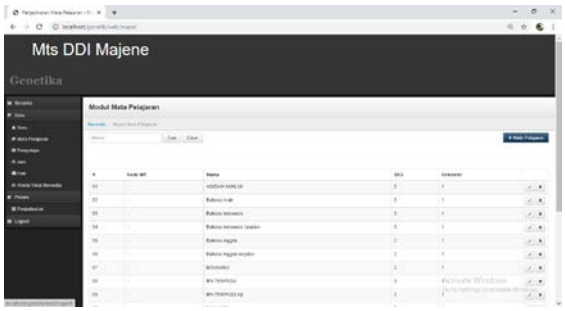
Gambar 5. Tampilan Data guru

Dalam tampilan diatas untuk melihat data guru yang sudah di input, dan terdapat beberapa tombol yaitu cari untuk mencari data guru dan tombol tambah guru untuk menambah data guru.



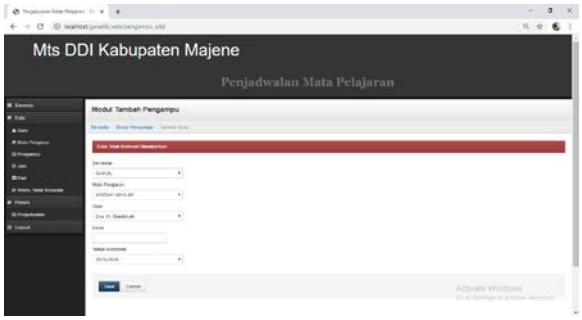
Gambar 6. Tampilan Input data Mata pelajaran

Dalam tampilan diatas terdapat beberapa form untuk menginput data mata pelajaran, yaitu form kode mata pelajaran,mata pelajaran, sks, dan semester, dan terdapat dua tombol yaitu tombol menyimpan untuk menyimpan data dan tombol membatalkan untuk membatalkan jika ada yang salah atau tidak sesuai.



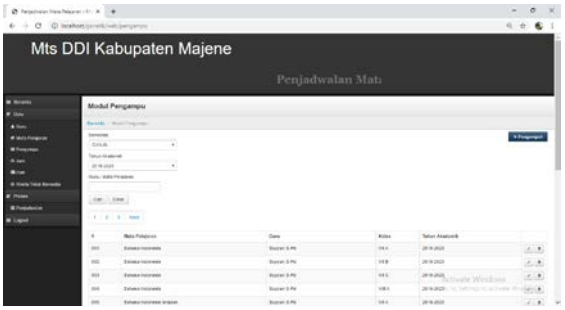
Gambar 7. Tampilan Data Mata pelajaran

Dalam tampilan diatas untuk melihat data Mata pelajaran yang sudah di input, dan terdapat beberapa tombol yaitu cari untuk mencari data mata pelajaran dan tombol tambah pelajaran untuk menambah data mata pelajaran, tombol edit untuk mengedit mata pelajaran dan tombol hapus untuk menghapus mata pelajaran.



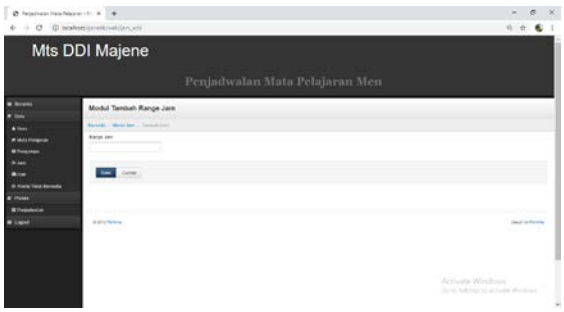
Gambar 8. Tampilan Input data Pengampu

Dalam tampilan diatas terdapat beberapa form untuk menginput data pengampuh, yaitu form semester, mata pelajaran, guru, kelas dan tahun akademik, dan terdapat dua tombol yaitu tombol menyimpan untuk menyimpan data dan tombol membatalkan untuk membatalkan jika ada yang salah atau tidak sesuai.



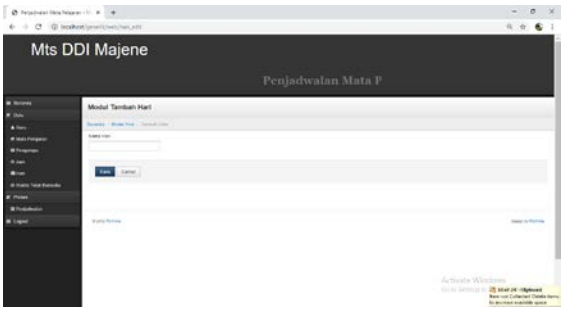
Gambar 9. Tampilan Data Pengampu

Dalam tampilan diatas untuk melihat data Mata pelajaran yang sudah di input, terdapat beberapa form utuk semester dan tahun akademik dan terdapat beberapa tombol yaitu cari untuk mencari data pengampuh dan tombol tambah pelajaran untuk menambah data pengampuh, tombol edit untuk mengedit matapelajaran dan tombol hapus untuk menghapus pengampuh.



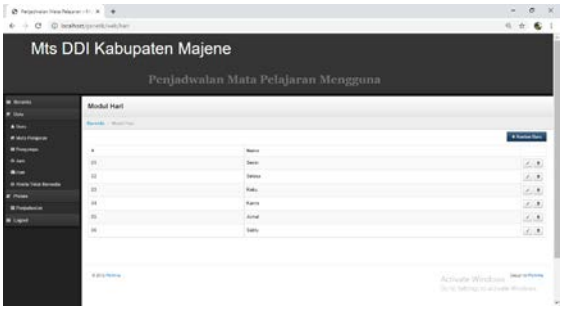
Gambar 10. Tampilan Input data Jam

Dalam tampilan diatas terdapat satu form untuk menginput data jam dan terdapat dua tombol yaitu tombol menyimpan untuk menyimpan data dan tombol membatalkan untuk membatalkan jika tidak sesuai.



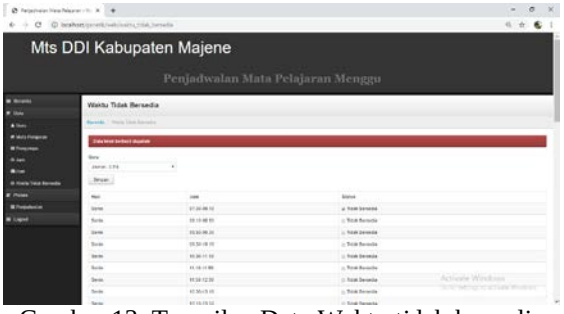
Gambar 11. Tampilan Input Data Hari

Dalam tampilan diatas terdapat satu form untuk menginput data hari dan terdapat dua tombol yaitu tombol menyimpan untuk menyimpan.



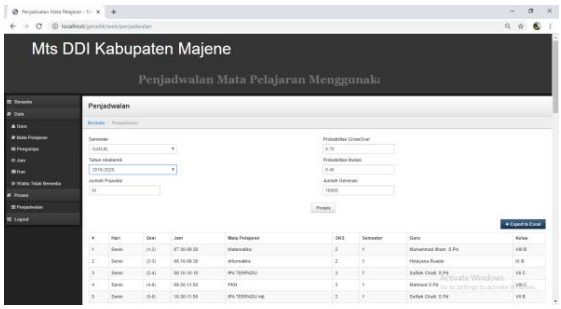
Gambar 12. Tampilan data Hari

Dalam tampilan diatas untuk melihat data hari yang sudah di input, dan terdapat beberapa tombol tambah hari untuk menambah data hari, tombol edit untuk mengedit matapelajaran dan tombol hapus untuk menghapus hari.



Gambar 13. Tampilan Data Waktu tidak bersedia

Dalam tampilan diatas untuk memilih waktu tidak bersedia untuk guru yang tidak bisa mengajar dihari jam tertentu.



Gambar 14. Tampilan Proses Penjadwalan Genetika

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa tipe komputer, mulai dari spesifikasi terendah yang diguanakan sampai spesifikasi tertinggi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fleksibilitas apliksi terhadap spesifikasi tipe komputer yang ada .

Tabel 1. Hasil analisis pengujian laboratorium

No.	Spesifikasi	Jumlah data	Cross over	Mutasi	Waktu yang dibutuhkan
1	- Prosessor :Intel inside - Memory : 4 GB - Sistem operasi: Windows 10 - Sistem tipe : 64 bit	90	70 %	40 %	26,5 menit
2	- Prosessor :Intel core i3 - Memory : 2 GB - Sistem operasi: Windows 7 - Sistem tipe : 64 bit	112	70 %	40	2jam
3	- Prosessor :Intel core i3 - Memory : 4 GB - Sistem operasi: Windows 7 - Sistem tipe : 64 bit	52	70 %	40 %	0,6 detik
			80 %	40 %	0,9 detik
			80 %	50 %	11 detik
		112	60 %	40 %	5,5 menit
			60 %	50 %	2,5 menit
			70 %	40 %	7 menit
			70 %	50 %	25 menit
			80 %	40 %	10 menit
			80 %	50 %	6 menit
			10%	10 %	27 menit

KESIMPULAN

Dari hasil dari penelitian yang dilakukan di MTs DDi Majene maka dapat disimpulkan bahwa implementasi algoritma genetika dalam penjadwalan matapelajaran studi kasus Mts DDi Majene yaitu Algoritma genetika dapat di implementasikan untuk pembuatan penjadwalan matapelajaran dan lebih efisien dalam hal penggunaan waktu pembuatan matapelajaran. Dan Algoritma genetika dapat digunakan agar guru dapat memilih waktu untuk mengajar yang sesuai dengan pilihan waktunya.

SARAN

Dari kesimpulan diatas, terdapat saran-saran untuk lebih meningkatkan aplikasi penjadwalan ini diharapkan kedepannya menampilakan jam istirahat dan jam sholat dhuha. Dan peangkat yang harus di gunakan memiliki spesifikasi yang tinggi minimal prosessor corei3 dan memory 4 Gb, dan pada saat menggunakan aplikasi ini harus di perhatikan peroforma leptop karena meskipun spesifikasi tinggi tapi performanya sudah menurun otomatis aplikasi ini akan sangat lambat dalam memproses.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan lampian ini, saya sebagai penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu saya dalam mengerjakan tugas ini, Khususnya kepada Allah Subhana Wa Taala yang telah memberikan saya pembimbing dan teman-teman yang selalu membantu dan menyemangati saya disaat saya merasa tidak sanggup untuk mengerjakan semuanya dan kepada orang tua saya yang selalu mendoakan saya mungkin tanpa mereka saya tidak akan bisa menyelesaikan tugas ini dengan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A.L. Maharshi "Sistem Penjadwalan Mata Pelajaran Sekolah Menggunakan Algoritma Genetika" Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta . (2014) : 20 & 40

[2] Gibbon, M. P. "Sistem Penjadwalan Matakuliah Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Fakultas Mipa Ipb)"(2004).

[3] Mitsuo Gen, Runwei Cheng. *Genetic Algorithm And Engineering Optimization.* New York: John Willey & Sons, Inc. (2000).: 17

[4] A.Jain, D.S. Jain da D.P Chande, " Formulation Of Genetic Algorithm to Generate Good Quality Course Timetable" (2010).

[5] R. Linden, *Algoritmos Gen´Eticos*, 3rd Ed. Rio De Janeiro, Rj, Brazil:Ciˆencia Moderna (2012).

[6] Suyanto. *Algoritma Genetika Dalam Matlab*. Yogyakarta: Andi (2005).

[7] Muliadi . Pemodelan Algoritma Genetika Pada Sistem Penjadwalan Perkuliahan Prodi Ilmu Komputer Universitas Lambungmangkurat (2014).

[8] S. Kusumadewi, Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya) Graha Ilmu Yogyakarta (2003).

[9] Suyanto, Algoritma Optimasi; Deterministik atau Probabilistik,Graha Ilmu Yogyakarta (2010)

[10] Coley, D. A. *An Introduction To Genetic Algorithm.* Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd (2000).

P-18

SISTEM PEMILIHAN JURUSAN DI PERGURUAN TINGGI BAGI SISWA SMA MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* DAN *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING* (SAW) (STUDI KASUS DI BIMBINGAN KONSELING SMA NEG.1 SENDANA)

SELECTION SYSTEM OF DEPARTMENTS IN HIGHER EDUCATION FOR HIGH SCHOOL STUDENTS USING FUZZY LOGIC AND SIMPLE ADDTIVE WEIGHTING (SAW) (STUDY OF COUNSELING GUIDANCE AT SMA NEGERI 1 SENDANA)

Nurul Hikmah[1*], Ismail[2], Dian Megah Sari[3]
[1]*Universitas Sulawesi Barat, Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H, Majene*

[*]*E-mail: nurul.hikmah@unsulbar.ac.id*

Diterima 27-09-2020	Diperbaiki 11-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Sulit menentukan pilihan jurusan kuliah sering dialami oleh siswa-siswi kelas XII, hal yang sama juga terjadi pada siswa-siswi kelas XII di SMA Neg.1 Sendana. Salah satu faktor yang menjadi penyebab hal tersebut adalah kurangnya atau tidak adanya materi tentang bimbingan karir khususnya pengetahuan mengenai informasi pemilihan jurusan di perguruan tinggi. Akibatnya, banyak siswa-siswi yang memilih jurusan tidak berdasarkan minat, bakat dan prestasi belajaranya. Guru sebagai pendidik memiliki peran yang cukup peting dalam membimbing siswa-siswi selama proses pembelajaran di sekolah. Tak terkecuali guru bimbingan dan konseling (BK) yang terlibat langsung dengan siswa-siswi juga berperan penting dalam membimbing dan mengarahkan minat dan bakat siswa. Untuk mengetahui minat, bakat dan prestasi belajar yang dimiliki diperlukan suatu sistem sebagai alternatif yang dapat dijadikan alat bantu dan bimbingan bagi siswa siswi kelas XII dalam menentukan pilihannya. Sistem yang dimaksud adalah sistem pendukung keputusan (SPK). Sehingga, dengan adanya sistem tersebut dapat mengurangi kesulitan siswa dalam mengambil keputusan karena telah disediakannya informasi jurusan yang sesuai dalam sistem. Ketepatan dalam pemilihan jurusan juga membantu mengurangi angka pengangguran terpelajar yang didominasi lulusan universitas yang mencapai peningkatan sebanyak 33,5% dari data tahun 2017. Dalam penelitian ini penulis menggunakan logika fuzzy dan simple addtive weighting (SAW). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai akademik, minat mata pelajaran, dan tes kecerdasan. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sistem yang dirancang mampu mengatasi permasalahan siswa-siswi dalam hal menentukan pilihan jurusan kuliah.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Logika Fuzzy, Simple Additive Weighting, SAW, Pemilihan Jurusan

ABSTRACT

Difficult to determine the choice of a college major is often experienced by students of class XII, the same thing happened to students of class XII at SMA Neg.1 Sendana. One of the factors causing this is the lack or absence of material on career guidance, especially knowledge regarding information on choosing a major in college. As a result, many students choose majors not based on their interests, talents and academic achievement. Teachers as educators have an important role in guiding students during the learning process at school. The guidance and counseling teachers (BK) who are directly involved with students also play an important role in guiding and directing the interests and talents of students. To find out the interests, talents and learning achievements possessed, a system is needed as an alternative that can be used as a tool and guidance for class XII students in determining their choices. The system in question is a decision support system (SPK). So, this system can reduce students' difficulties in making decisions because the appropriate department information has been provided in the system. The accuracy in selecting majors also helps reduce the number of educated unemployment, which is dominated by university graduates, which reached an

increase of 33.5% from the 2017 data. In this study the authors used fuzzy logic and simple addtive weighting (SAW). The variables used in this study were academic scores, subject interest, and intelligence tests. The final result of this research is a system designed to be able to solve the problems of students in determining the choice of college majors.

Keywords: Decision Support System, Logika Fuzzy, Simple Additive Weighting, SAW, Majors Selection

PENDAHULUAN

Melanjutkan pendidikan kejenjang yang lebih tinggi merupakan cita-cita banyak siswa-siswi di Indonesia. Setelah menyelesaikan pendidikan di SMA mereka akan menentukan pilihan perguruan tinggi dan jurusan yang sesuai dengan keinginan [1]. Namun, banyak siswa-siswi yang masih bingung dan sulit untuk mengambil keputusan [2]. Dalam menentukan pilihan jurusan kuliah yang sesuai, sering menjadi masalah bagi siswa-siswi SMA menjelang awal tahun ajaran. Sebagian siswa diantara siswa-siswi tersebut merencanakan atau menentukan sendiri jurusan atau program studi apa yang akan diambilnya. Namun, disamping itu, banyak juga siswa yang tidak dapat membuat rencananya secara realistis. Mereka membuat rencana berdasarkan kemauan atau keinginan, tidak menyesuaikan dengan bakat dan kemampuan yang dimilikinya [3].

SMA Neg. 1 Sendana merupakan salah satu SMA yang berada di kabupaten Majene tepatnya di Jl. Kemakmuran No. 20 Somba, Kecamatan Sendana, yang telah mengalami kemajuan yang pesat ditandai dengan pembangunan sekolah yang cepat dan diraihnya berbagai prestasi. Kesulitan mengambil keputusan dalam menentukan pilihan jurusan kuliah dialami oleh peserta didik di SMA Neg. 1 Sendana sebagaimana hasil wawancara yang dilakukan saat pra penelitian bersama 6 peserta didik kelas XII pada tanggal 12 November 2019. Wawancara juga dilakukan dengan guru Bimbingan Konseling bapak Akib Jasman di SMA Neg. 1 Sendana menyatakan bahwa peserta didik tidak sepenuhnya diberikan materi tentang bimbingan karir khusunya pengetahuan mengenai informasi pemilihan jurusan di perguruan tinggi. Hal tersebutlah yang menyebabkan peserta didik kebingungan dan sulit mengambil keputusan karena informasi yang masih sangat kurang. Akibatnya, banyak dari siswa-siswi yang salah dalam memilih jurusan kuliah atau sekedar memilih jurusan sesuai dengan saran teman, orangtua, dan bahkan mengikuti trend yang ada padahal tidak sesuai dengan minat, bakat, dan kemampuan yang dimiliki.

Ada beberapa hal yang berperan besar dalam pemilihan jurusan, yaitu minat, bakat dan prestasi belajar. Minat siswa menjadi pertimbangan yang paling utama, karena seseorang akan cenderung merasa senang dalam mengerjakan sesuatu jika hal tersebut sesuai dengan minat yang ada dalam dirinya. Bakat dan prestasi belajar akan dipengaruhi oleh kecenderungan seseorang terhadap satu atau beberapa macam tipe kecerdasan yang ada pada manusia. Sehingga, dengan mengetahui tipe kecerdasannya akan membantu seseorang dalam memaksimalkan potensi kecerdasan yang dimiliki. Dalam hal ini, guru BK (Bimbingan Konseling) berperan penting untuk membimbing dan mengarahkan minat dan bakat siswa melalui pengamatan secara langsung terhadap tingkah laku dan keseharian siswa di sekolah. Dalam menentukan jurusan yang sesuai perlu dipersiapkan sejak awal dengan mengenali minat, bakat dan prestasi belajar yang dimiliki. Sehingga, seseorang akan menikmati masa kuliah dengan jurusan yang benar-benar disukai dan sesuai dengan kemampuannya [4]. Untuk mengetahui minat, bakat dan prestasi belajar yang dimiliki diperlukan suatu sistem sebagai alternatif yang dapat dijadikan alat bantu dan bimbingan bagi siswa siswi kelas XII dalam menentukan pilihannya. Sistem yang dimaksud adalah sistem pendukung keputusan (SPK).

Sistem pendukung keputusan merupakan suatu sistem interaktif yang mendukung keputusan dalam proses pengambilan keputusan melalui alternatif-alternatif yang diperoleh dari hasil pengolahan data, informasi dan rancangan model [5]. Topik penelitian tentang sistem pendukung keputusan pemilihan jurusan kuliah telah banyak dilakukan sebelumya diantaranya Penelitian yang dilakukan oleh Valencia Maria Genia Sitompul pada tahun 2018, Rahman Abdillah pada tahun 2017 dan Fifin Sonata pada tahun 2016.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis mengangkat penelitian dengan judul "Sistem Pemilihan Jurusan di Perguruan Tinggi bagi Siswa SMA menggunakan Logika

Fuzzy dan *Simple Additive Weighting* (SAW) (Studi Kasus di Bimbingan Konseling SMA Neg.1 Sendana)". Sistem ini diharapkan mampu memberikan suatu rekomendasi kepada calon mahasiswa dalam hal ini studi kasus di SMA Neg. 1 Sendana untuk memilih jurusan atau program studi yang akan di gelutinya sesuai dengan minat, bakat, dan prestasi belajar.

METODOLOGI

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *prototype*. Kerangka berpikir padal model ini diantaranya yaitu identifikasi masalah, desain dan pengembangan yang berfokus pada pengguna. *Prototype* yang dihasilkan selanjutnya dievaluasi pengguna. Proses ini akan berulang sehingga model pengembangan secara keseluruhan mengacu pada kepuasan pengguna [6].

Tahap awal dalam penelitian ini adalah pengumpulan kebutuhan. Dalam perancangan sistem tersebut diperlukan analisis kebutuhan yaitu analisis kebutuhan pengguna, analisis konten atau isi dan kebutuhan *hardware* dan *software*. Analisis kebutuhan pengguna diperlukan untuk menentukan siapa subjek pengguna sistem yang akan dirancang. Dalam hal ini pengguna sistem adalah siswa-siswi kelas xii sma negeri 1 sendana. Analisis konten berkaitan dengan isi dari sistem, yaitu berupa test yang relevan dengan pemilihan jurusan di perguruan tinggi serta data-data hasil output dari manipulasi data yang sudah diinput sebelumnya. Terakhir, analisis kebutuhan *hardware* dan *software* dilakukan untuk menentukan perangkat yang akan digunakan untuk menjalankan sistem.

Tahap kedua yaitu tahap perancangan, dalam penelitian ini perancangan yang akan dilakukan yaitu perancangan sistem. Sistem yang dibuat berbasis website menggunakan bahasa pemrograman php dengan menerapkan logika *fuzzy* dan *simple addtive weighting* (SAW) ke dalam sistem. Logika *fuzzy* digunakan untuk melakukan proses pemberian nilai bobot pada variabel untuk memberikan kejelasan nilai keanggotaan tiap variabel, sedangkan *simple addtive weighting* (SAW) digunakan untuk mencari suatu alternatif terbaik. Sistem yang akan dibangun merupakan sebuah sistem pendukung keputusan yang akan memudahkan siswa sebagai pengguna untuk memberikan rekomendasi jurusan kuliah yang sesuai dengan minat, bakat dan prestasi belajar yang dimiliki.

Tahap akhir adalah evaluasi, pada tahap ini dilakukan pengembangan sistem berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan sebelumnya dan desain yang telah dibuat. Pengembangan sistem dilakukan dengan pengkodean, pengimplentasian kode dalam penelitian ini dibuat ke dalam bahasa pemrograman php. Setelah sistem dikembangkan, perlu adanya tinjauan dari dosen pembimbing untuk memastikan kesesuaian hasil dengan rancangan. Kemudian, sistem akan diimplentasikan kepada siswa-siswi kelas XII SMA Negeri 1 sendana dengan terlebih dahulu melakukan pengujian terhadap sistem untuk mengecek kesalahan (*eror*) dan mengecek fungsi-fungsi yang diperlukan berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan Login sistem

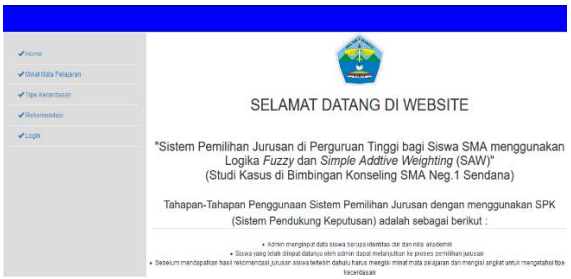
Berikut adalah tampilan awal sistem yang dapat diakses oleh admin. Pengguna, dalam hal ini admin tidaka akan berhasil login ke dalam sistem jika *username* atau *password* yang dimasukkan salah.



Gambar 1. Login Sistem

Tampilan Menu *home user*

Berikut tampilan *home* bagi pengguna saat pertama kali mengakses sistem. Dalam menu ini, sistem akan menampilkan penjelasan tahapan-tahapan penggunaan sistem.



Gambar 2. *Home User*

Tampilan Menu Minat Mata Pelajaran

Berikut tampilan menu minat mata pelajaran, yang bisa mengakses menu ini adalah *user*. Dalam menu ini, *user* akan menginput NIS lalu sistem akan menampilan data siswa dan minatnya. Namun, jika NIS yang diinput belum terdaftar pada menu data siswa maka akan ditampilkan menu seperti pada gambar 5. Jika siswa tersebut sebelumnya belum melakukan proses pemilihan minat mata pelajaran maka akan ditampilkan menu seperti pada gambar 6.



Gambar 3. Menu Minat Mata Pelajaran 1



Gambar 4. Menu Minat Mata Pelajaran 2



Gambar 5. Menu Minat Mata Pelajaran 3



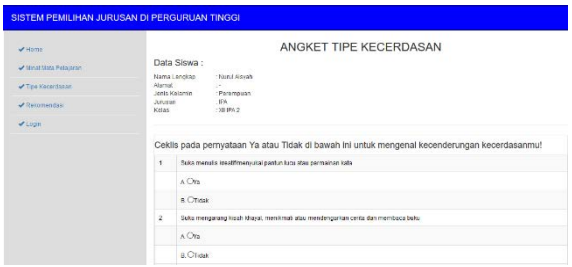
Gambar 6. Menu Minat Mata Pelajaran 4

Tampilan Menu Tipe Kecerdasan

Berikut tampilan menu tipe kecerdasan, yang bisa mengakses menu ini adalah *user*. Dalam menu ini, user akan menginput NIS lalu sistem akan menampilan data siswa dan hasil angket tipe tes kecerdasan. Namun, jika siswa tersebut sebelumnya belum mengisi angket tipe kecerdasan maka akan ditampilkan menu seperti pada gambar 8.



Gambar 7. Menu Tipe Kecerdasan 1



Gambar 8. Menu Tipe Kecerdasan 2

Tampilan Menu Rekomendasi User

Berikut tampilan menu rekomendasi, yang bisa mengakses menu ini adalah user. Dalam menu ini, *user* akan menginput NIS lalu sistem akan menampilan data siswa, minat, hasil angket dan rekomendasi jurusan.



Gambar 9. Menu Rekomendasi *User*

Tampilan Halaman Info Jurusan

Berikut tampilan halaman info jurusan, yang bisa mengakses menu ini adalah *user*. Pada menu rekomendasi terdapat 5 pilihan jurusan yang direkomendasikan, jika *user* mengklik salah satu pilihan jurusan tersebut maka akan tampil info jurusan.



Gambar 10. Menu Rekomendasi *User*

Tampilan Menu *Home* Admin

Berikut tampilan *home* bagi admin saat berhasil login ke dalam sistem. Dalam menu ini, sistem akan menampilkan penjelasan tahapan-tahapan penggunaan sistem.



Gambar 11. Menu *Home* Admin

Tampilan Menu Data Admin dan Siswa

Berikut tampilan menu data admin dan siswa. Kedua menu tersebut dapat diakses oleh admin yang sebelumnya telah berhasil login ke dalam sistem. Dalam menu data admin siswa , admin dapat menambahkan dan menghapus data yang ada. Dan pada menu data siswa, admin dapat mengubah data siswa.



Gambar 12. Tampilan Menu Data Admin



Gambar 13. Menu Data Siswa

Tampilan Menu Data Minat Mata Pelajaran

Berikut tampilan menu data minat mata pelajaran. Dalam menu ini, admin dapat melihat data hasil input minat mata pelajaran siswa.



Gambar 14. Menu Data Minat Mata Pelajaran

Tampilan Menu Data Hasil Angket Tipe Kecerdasan

Berikut tampilan menu data hasil angket tipe kecerdasan, Dalam menu ini, admin dapat melihat data hasil angket tipe kecerdasan siswa.



Gambar 15. Menu Data Hasil Angket Tipe Kecerdasan

Tampilan Menu Data Kriteria Metode *Fuzzy*

Berikut tampilan menu data kriteria metode *fuzzy*. Dalam menu ini, admin dapat melihat data kriteria untuk metode *fuzzy* yaitu nilai akademik dan minat mata pelajaran. Nilai akademik yan ditampilkan dalam menu ini adalah yang memiliki nilai tertinggi pertama dan kedua yang diinput pada menu data siswa.



Gambar 16. Menu Data Kriteria Metode *Fuzzy*

Tampilan Menu Fuzzyfikasi dan Defuzzyfikasi

Berikut tampilan menu fuzzyfikasi dan defuzzyfikasi. Dalam menu ini, admin dapat melihat data hasil fuzzyfikasi dan defuzzyfikasi dari data menu data kriteria metode *fuzzy*.



Gambar 17. Menu Fuzzyfikasi dan Defuzzyfikasi

Tampilan Menu Normalisasi

Berikut tampilan menu normalisasi. Dalam menu ini, admin dapat melihat data hasil normalisasi dari data menu fuzzyfikasi dan defuzzyfikasi serta data hasil angket tipe kecerdasan.



Gambar 18. Tampilan Menu Normalisasi

Tampilan Menu Rangking

Berikut tampilan menu rangking. Dalam menu ini, admin dapat melihat data hasil rangking dari data menu normalisasi.



Gambar 19. Menu Rangking

Tampilan Menu Rekomendasi Admin

Berikut tampilan menu rekomendasi. Dalam menu ini, admin dapat melihat data hasil rekomendasi berdasarkan perhitungan logika fuzzy dan SAW yang sudah dilakukan sebelumnya.



Gambar 20. Menu Rekomendasi Admin

Tampilan Menu *Logout*

Dalam Menu *logout*, admin akan keluar dari sistem dan kembali pada tampilan *login* sistem.

Pengujian

Berdasarkan pengujian *black box* yang digunakan sistem yang dirancang tidak terdapat kesalahan sintaks dan sistem sudah berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pada pengujian dengan UAT (*User Aceptance Test*) dilakukan dengan mengajukan beberapa pernyataan terhadap siswa yang bertindak sebagai pengguna dan guru yang bertidak sebagai admin. Berdasarkan data yang diperoleh jumlah keseluruhan siswa-siswi kelas XII di SMA Negeri 1 Sendana adalah 228 yang terbagi dalam tiga jurusan. Pengambilan sampel (*sampling*) pada pengujian ini menggunakan data siswa kelas XII di SMA Negeri 1 Sendana tahun pelajaran 2019/2020 yang terdiri dari 228 siswa. Dalam menentukan ukuran atau jumlah sampel dari populasi diatas yang akan bertindak sebagai user pada pengujian sistem menggunakan rumus Slovin.

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \qquad (1)$$

n merupakan besar sampel, N merupakan besar populasi dan E merupakan nilai kritis (batas ketelitian yang diinginkan). Berdasarkan rumus diatas, besar sampel yang digunakan adalah 15 siswa. Hasil UAT dinilai dengan 5 kategori. Berdasarkan analisis dari pengujian UAT dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun telah dapat memenuhi kebutuhan pengguna di mana sistem dapat menampilkan rekomendasi jurusan kuliah berdasarkan hasil perhitungan dari variabel nilai akademik, minat mata pelajaran dan hasil tes kecerdasan menggunakan logika *fuzzy* dan *simple addtive weighting* (SAW). Pengoperasian sistem ini sederhana, mudah dipahami dan tampilan dari semua menu pada sistem menarik. Pengguna dalam hal ini siswa dan guru juga merasa nyaman dalam menggunakan sistem ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *black box*, dan UAT (*user acceptance test*) terhadap sistem menggunaan logika *fuzzy* dan *simpel addtive weighting* (SAW) untuk mendapatkan rekomendasi jurusan yang sesuai dengan minat, bakat, dan prestasi belajar siswa, dapat ditarik kesimpulan. Bahwa, sistem yang dibangun untuk siswa-siswi kelas XII SMA Neg.1 Sendana telah berhasil diuji dan berjalan sesuai dengan fungsionalnya dan berhasil memenuhi kebutuhan siswa-siswi kelas XII akan permasalahan yang dihadapi dalam menentukan pilihan jurusan kuliah, baik dari sudut pandang penulis maupun pengguna yang menggunakan sistem. Selain itu, Perhitungan manual logika *fuzzy* dan *simple additive weighting* (SAW) telah berhasil diterapkan pada sistem dengan tingkat keberhasian sistem 100%. Karena, adanya kesuaian antara hasil perhitungan pada sistem dan perhitungan manual.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya diharapkan sistem ini dapat dikembangkan dalam bentuk mobile sehingga dapat lebih memudahkan pengguna dalam pengoperasian sistem serta ditambahkan atribut tambahan dan alternatif jurusan kuliah.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A.M. Syafar. "Sistem Pengambilan Keputusan Memilih Program Studi di UIN Alauddin Berbasis Web dengan Metode *Analytic Hierarcy Process* (AHP)", *Jurnal INSTEK* (*Informatika Sains dan Teknologi*, Makassar (2018): 309-318.

[2] P.A.W. Ananta dan I.M.A. Wirawan. "Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Jurusan Kuliah di Perguruan Tinggi dengan Metode *Dempster-Shafer* (Studi Kasus di Bimbingan Konseling SMA N 1 Seririt)", *KARMAPATI* (*Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika*, Bali (2018): 66-75.

[3] H. Prayitno dan E. Amti. Dasar-Dasar Bimbingan dan Konseling. Jakarta: Rineka Cipta.

[4] R. Fitriawanti, I. Cholissodin dan R.K. Dewi. "Klasifikasi dan Rekomendasi Jurusan Kuliah Bagi Pelajar SMA Menggunakan Algoritme *Naive Bayes*-WP", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Jawa Timur (2018): 4914-4922.

[5] F.M.F. Syarief dan S. Suwandana. "Analisis dan Perancangan *Decision Support System* Menentukan Angkat Kredit dengan Metode SAW (*Simple Additive Weighting*) Pada Leasing Oto *Finance* Batam", *JURSIMA (Jurnal Sistem Informasi dan Manajemen*, Batam (2018) .

[6] A.A Wahyu. "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bidang Keahlian Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Porcess* (Studi Kasus : Prodi PTI FT UNY)", *Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta* Yogyakarta (2014): 27-28.

P-19

PROBABILITAS PERCEPATAN PUNCAK TANAH PADA GEMPA SIGNIFIKAN DAN MERUSAK WILAYAH NTT

PROBABILITY OF THE PEAK GROUND ACCELERATION OF SIGNIFICANT EARTHQUAKE AND DAMAGES IN NTT REGION

Samsul Hasibuan[*1], Rahmawati Hasibuan[2]
[1]Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta, [2]Polda NTT, Kupang

[*]E-mail: Samsulhasibuan@gmail.com

Diterima 14-09-2020	Diperbaiki 17-09-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRACT

Katalog Gempa Bumi signifikan dan merusak yang di publish oleh BMKG memperlihatkan daerah, koordinat, kedalaman, serta Magnitude yang menyebabkan korban jiwa Manusia hingga kerusakan bangunanan. Menurut BMKG sesar aktif dan megathrust sama-sama memicu terjadinya Gempa Bumi dahsyat. Namun, pada Gempa megathrust bisa memicu Gempa hingga mencapai Magnitude 8-9, sedangkan Gempa sesar aktif hanya memicu Gempa hingga Magnitude 7,5. Meski demikian, tingkat kerusakan akibat Gempa yang ditimbulkan tak hanya tergantung pada berapa besar Magnitude, tetapi juga jarak dengan episentrum, serta kondisi geologi lokal. Makalah ini bertujuan untuk membangun langkah mitigasi bencana, dengan mengetahui probabilitas percepatan puncak tanah (PGA) pada wilayah NTT diharapkan kontraktor sipil maupun arsitektur lebih serius dalam hal ini. Metode teorema probabilitas percepatan puncak tanah (PGA) menggunakan hubungan antara Magnitude dan tingkat keberulangan menurut Gutenberg dan Richter. Selanjutnya fungsi atenuasi dianalisis menurut Boore dkk.

***Kata kunci**: Gempa Bumi, Magnitude, NTT, Probabilitas PGA (g)*

ABSTRAK

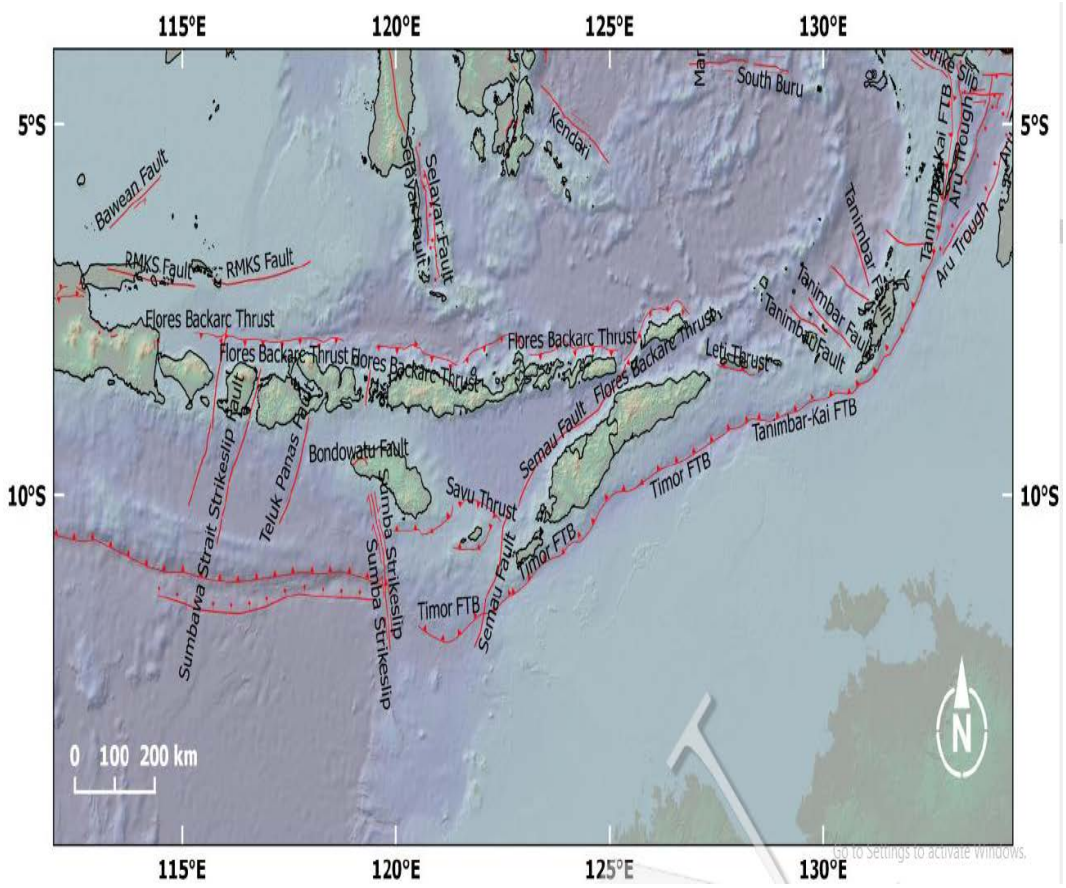
Significant earthquake and damages catalog published by BMKG show the area, coordinates, depth and magnitude that causes human casualties and cause damage to buildings. According to the BMKG the active fault and megathrust both cause extraordinary earthquakes. However, m megathrust earthquakes can cause earthquakes to reach Magnitude 8-9, whereas active fault quake only cause an earthquake to reach Magnitude 7,5. Even so, the level of damage caused by an earthquake caused not only depends on the magnitude, but also the distance to the epicenter, and local geological conditions. This papers aims to develop disaster mitigation measures, by knowing the probability of the peak ground accelerations (PGA) in NTT region, it is expected that civil and architectural contractors will be more serious in this regard. The method of the probability peak ground accelerations (PGA) theorem uses the relationship between magnitude and repeatability according to Gutenberg and Richter. Then the attenuation function was analyzed according to Boore et al.

***Keywords**: Earthquake, Magnitude, NTT, Probability PGA (g)*

PENDAHULUAN

Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia salah satunya yaitu gempabumi. Gempabumi sering terjadi karena Indonesia berada pada zona pertemuan antara tiga lempeng tektonik (*triple junction plates*) yakni lempeng Eurasia, Indo-australia, dan lempeng Samudera Pasifik, sehingga mengakibatkan negara ini memiliki intensitas gempa yang cukup tinggi. Intensitas kejadian gempa di Indonesia sangat besar, karena wilayahnya berada pada zona rawan Gempa. Keberadaan lempeng-lempeng tektonik seperti lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia yang membentang di sepanjang Pantai Barat Sumatera, Pantai Selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara sampai Maluku, pada lempeng Samudera Pasifik

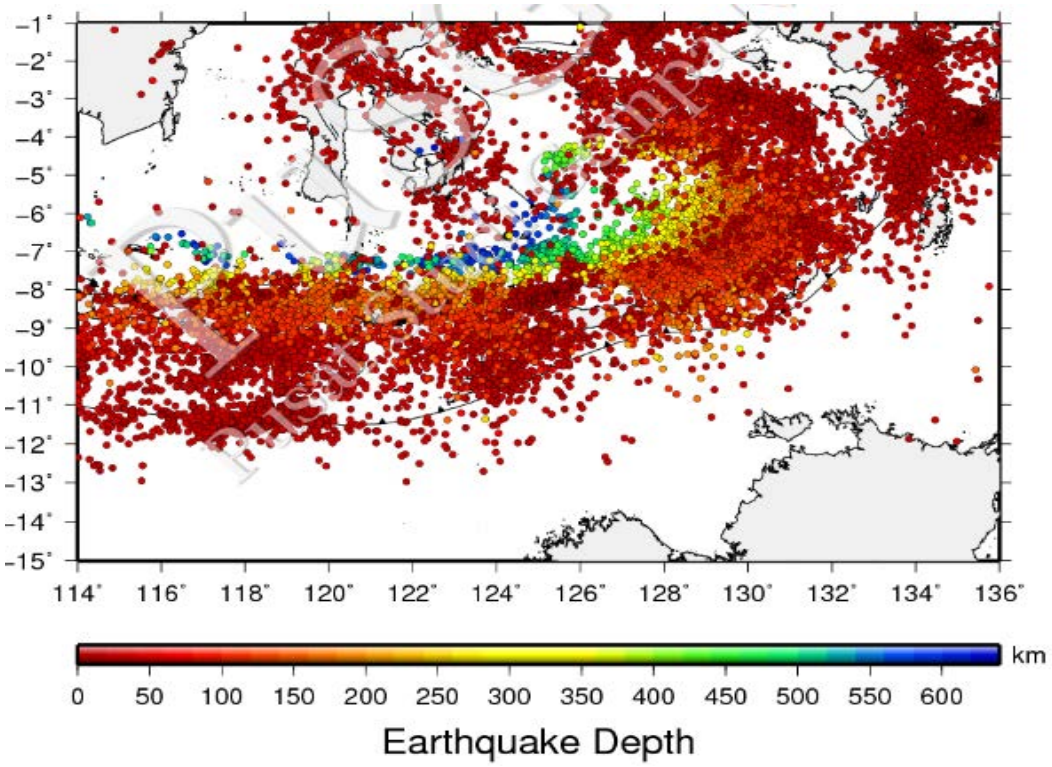
dengan lempeng Indo-Australia di sepanjang pantai barat Irian, inilah yang menjadi sebab utama terjadinya Gempa-Gempa di Indonesia. Daerah perbatasan lempeng ini merupakan zona seismisitas yang aktif yang membentang sepanjang tidak kurang dari 5.600 km mulai dari Andaman sampai ke Busur Banda Timur sehingga banyak terjadi gempa bumi tektonik yang diakibatkan oleh tumbukan antar lempeng tersebut, dan sebab yang lainnya adalah karena aktivitas beberapa sesar lokal di daratan [1]. Nusa Tenggara dibagi menjadi tiga zona yaitu zona Roo Rise, zona Argo Abyssal Plain dan zona Scott Plateau [2]. Wilayah Nusa Tenggara ke arah timur, Banda orogen membentuk zona penyangga tektonik di pertemuan tiga lempeng, Indo-Australia, Pasifik, dan Eurasia [3]. Beberapa sesar-sesar aktif baik didarat maupun lepas pantai dapat dilihat pada Gambar 1. Gempa bumi dengan intensitas dan magnitudo tertentu merupakan respon atas pergerakan lempeng aktif, sehingga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan bahkan mengancam jiwa manusia.



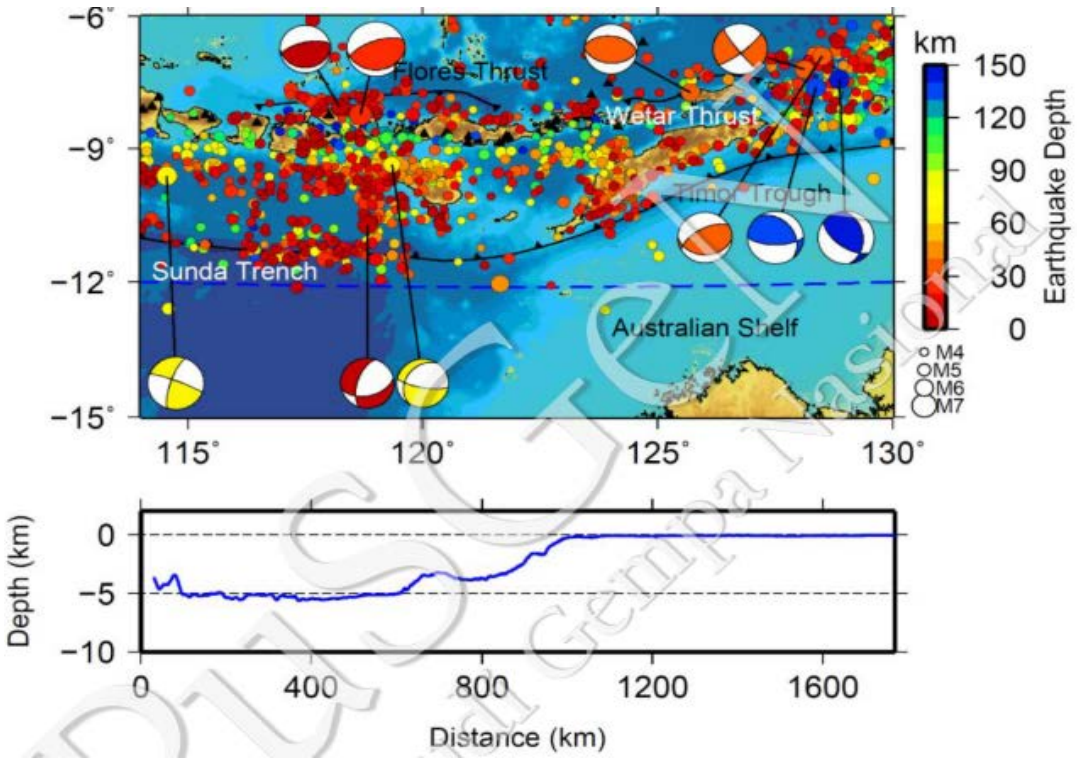
Gambar 1. Sesar aktif Daerah Bali, Nusa Tenggara dan Banda [4]

Gempa sesar aktif di Indonesia perlu diwaspadai masyarakat, selain ancaman Gempa besar yang diakibatkan oleh lempeng *megathrust*. Sesar yang bersumber di daratan dan berdekatan dengan kawasan tempat tinggal warga tentunya sangat berbahaya. Menurut BMKG [5] sesar aktif dan *megathrust* sama-sama memicu terjadinya Gempa dahsyat. Namun pada Gempa *megathrust* bisa memicu Gempa hingga mencapai *Magnitude* 8-9, sedangkan Gempa sesar aktif hanya memicu Gempa hingga *Magnitude* 7,5. Meski demikian, tingkat kerusakan akibat Gempa yang ditimbulkan tak hanya tergantung pada berapa besar *Magnitude*, tetapi juga jarak dengan episentrum, serta kondisi geologi lokal [6]. Wilayah Bali, Nusa Tenggara dan Laut Banda merupakan zona tektonik kompleks dengan zona transisi kerak Samudera Indo-Australia dengan kerak kontinen Australia di bagian barat dan busur Banda di bagian timur dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk wilayah Nusa Tenggara Timur dan sekitarnya merupakan zona transisi antara busur Sunda dan busur Banda. Pada area ini terjadi transisi antara kerak samudra Indo-Australia di

bagian barat dan kerak kontinen Australia di bagian timur dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Seismisitas dari katalog di Bali, Nusa Tenggara, dan Laut Banda untuk Gempa dengan *Magnitude* ≥ 4,5. Warna menunjukkan kedalaman Gempa



Gambar 3. Episenter Gempa hasil relokasi di zona transisi Sunda-Banda dan sekitarnya untuk event dengan kedalaman lebih kecil sama dengan 150 km dan magnitudo lebih besar sama dengan 4

Katalog Gempa Bumi signifikan dan merusak yang di *publish* oleh BMKG memperlihatkan daerah, koordinat, kedalaman, serta *Magnitude* yang menyebabkan korban korban jiwa Manusia hingga kerusakan bangunanan. Katalog Gempa Bumi signifikan dan merusak Selanjutnya di rekap oleh penulis mulai tahun 1961-2018 dan

ditampilkan pada Tabel 1. jika ditinjau khusus nya yang terjadi di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) mengindikasikan bahwa wilayah tersebut berbahaya dan cukup rawan terjadi Gempa Bumi. Makalah ini bertujuan untuk membangun langkah mitigasi bencana, dengan mengetahui probabilitas percepatan puncak tanah (PGA) pada wilayah NTT yang rawan mengalami Gempa. Percepatan puncak tanah maksimum yang pernah terjadi di suatu tempat akibat dari Gempa Bumi menyebabkan probabilitas bahaya resiko Gempa Bumi yang terjadi semakin besar [7]. Makalah ini akan menjadi langkah yang tepat bagi kontraktor sipil maupun arsitektur untuk mendesain struktur bangunan tahan Gempa bagi keselamatan masyarakat Indonesia yang berada di wilayah NTT.

METODE PENELITIAN

Metode *Probabilistic Seismic Hazard Analysis* (PSHA) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memetakan bahaya kegempaan secara *probabilistic*, mengukur perkiraan besar peluang sebuah daerah dengan jarak R dari pusat gempa mengalami pergerakan tanah [8]. Metode teorema probabilitas percepatan puncak tanah (PGA) pada makalah ini untuk analisis awal menggunakan Hubungan antara *Magnitude* dan tingkat keberulangan yang pertama kali diajukan oleh Gutenberg dan Richter [9] berdasarkan data yang dkumpulkan dari California bagian selatan. Berdasarkan data yang dikumpulkan, Gutenberg dan Richter menyajikan grafik hubungan antara frekuensi kejadian Gempa dengan *Magnitude* lebih besar atau sama dengan m dan *Magnitude* Gempa menurut Persamaan (1) dan (2).

$$\log \mathrm{Nm} = \mathrm{a_o} - \mathrm{b_o M} \quad (1)$$

$$\ln \mathrm{Nm} = \alpha_o - \beta_o \mathrm{M} \quad (2)$$

dengan Nm = frekuensi kejadian Gempa dengan *Magnitude* lebih besar atau sama dengan m. Grafik yang sejenis juga dapat dinyatakan sebagai hubungan antara *Magnitude* dan laju tahunan rata-rata terlewatinya suatu Gempa dengan *Magnitude* tertentu menurut Persamaan (3) dan (4).

$$\log \lambda \mathrm{m} = \mathrm{a} - \mathrm{bM} \quad (3)$$

$$\ln \lambda \mathrm{m} = \alpha - \beta \mathrm{M} \quad (4)$$

dengan λ m = jumlah Gempa yang melampaui *Magnitude* m dalam kurun waktu tertentu dibagi dengan *interval* waktu (rerata laju tahunan terlampaui). a, b, α, β = konstanta yang diperoleh dari regresi dari Persamaan (5).

$$\lambda \mathrm{m} = \frac{Nm}{tm} \quad (5)$$

dengan tm = kurun waktu yang ditinjau dari katalog Gempa. Perioda ulang Gempa dengan *Magnitude* m tertentu merupakan kebalikan dari rerata laju tahunan terlampaui Persamaan (6).

$$\mathrm{tm} = \frac{1}{\lambda \mathrm{m}} \quad (6)$$

Nilai 10^a pada Persamaan (7) atau (8) menunjukkan rata-rata jumlah Gempa tahunan yang lebih besar atau sama dengan nol. Nilai *b* menunjukkan kecenderungan frekuensi kejadian Gempa atau Gempa kecil. Jika nilai *b* besar maka ini berarti jumlah kejadian Gempa besar berkurang dan jumlah kejadian Gempa kecil bertambah.

$$\lambda = 10^{a-bM} \quad (7)$$

atau

$$\lambda \mathrm{m} = e^{\alpha - \beta \mathrm{M}} \quad (8)$$

Untuk mendapatkan konstanta dalam Persamaan Gutenberg dan Richter dapat dilakukan menurut Persamaan (9) dan (10).

$$\alpha = 2{,}303a \quad (9)$$

$$\beta = 2{,}303\mathrm{b} \quad (10)$$

dimana nilai α dan β dapat diperoleh dari Persamaan (11) dan (12).

$$\beta = \frac{\Sigma(y-ybar)(x-xbar)}{\Sigma(x-xbar)^2} \quad (11)$$

$$\alpha = ybar - \beta \mathrm{xbar} \quad (12)$$

Tabel 1. Katalog Gempa Bumi Signifikan dan Merusak Wilayah NTT Tahun 1961-2018

No.	Wilayah Tanggal	Koordinat (^{0})		Depth (km)	Mag	Korban/Kerusakan
		Lat	Long			
1	Waingapu 2-Okt-18	-10,42	120,20	23	6	Korban Meninggal: - Korban luka-luka: - Kerusakkan: 1 jembatan di desa Hadakamali Kecamatan Wula Waijelu rusak, 3 sekolah rusak (SD Inpres Wainggai, SMPN 1 Lewa, SDN Makamenggit)
2	Lembata 10-Okt-17	-8,26	123,47	10	4,9	Korban Meninggal : - Korban luka-luka : - Kerusakkan : Total 40 unit rumah Kab. Lembata 11 bangunan rusak berat (RB), 29 rusak ringan (RR)

No.	Wilayah Tanggal	Koordinat (^{0})		Depth (km)	Mag	Korban/Kerusakan
		Lat	Long			
3	Waingapu 12-Feb-16	-9.77	119,34	10	6,6	Korban Meninggal : - Korban luka-luka : - Rusak Berat (RB) : - Rusak Sedang (RS) : 2 unit fasum (RSUD Sumba Barat & RS Lende Moripa) Rusak Ringan (RR) : 7 unit sekolah, 10 rumah
4	Alor 04-Nov-15	-8.20	124,94	89	6,2	Korban Meninggal : - Luka-luka : 1 orang patah tulang, 7 orang luka ringan Kerusakkan : Rusak Berat (RB) : 1098 unit rumah, Rusak Ringan (RR): 64 fasilitas publik (gerejaa, sekolah, puskesmas, kantor dll)
5	Manggarai Barat 20-Jan-12	-8,76	119,6	124,99	5,9	Korban Meninggal : - Kerusakkan : terjadi di 2 kelurahan dan 5 desa di Kecamatan Komodo, Kab. Manggarai Barat. -Rusak Sedang (RS) : 398 unit rumah penduduk, 15 unit sekolah -Rusak Ringan (RR) : 11 unit sekolah, 18 unit tempat ibadah, 1 unit Rumah Sakit, 1 unit puskesmas Total kerugian diperkirakan Rp. 11,6 Milyar
6	Alor 11-Nov-04	-8,152	124,868	10	7,5	Korban Meninggal : 31 orang Korban luka-luka : 400 orang Kerusakkan : 500 rumah, 149 bangunan, 166 perkantoran dan 248 tempat ibadah rusak parah
7	Manggarai 25-Mar-03	-7,96	120,05	33	5,3	Korban Meninggal : 4 orang Meninggal karena batu longsor, Korban luka-luka : edikitnya 20 orang Kerusakkan : beberapa bangunan dan sebuah dermaga rusak di sekitar Reo
8	Flores 21-Mei-95	-8,265	122,977	28	5,2	Korban Meninggal : 1 orang Koban luka-luka : 5 orang Kerusakkan : beberapa bangunan hancur di Adonara
9	Timor 14-Mei-95	-8,378	125,127	11	6,5	Korban hilang : 11 orang Kerusakkan : rumah hancur akibat tsunami lokal di Tsunami lokal di sekitar dili, Kerusakkan terjadi di Maliana dan Maubara, Terjadi tanah longsor di sekitar pusat Gempa
10	Sikka 12-Des-92	-8,48	121,896	28	7,5	di Flores : Korban Meninggal : 2.500 orang Meninggal atau hilang, termasuk 1.490 orang di Maumere dan 700 orang di Babi Korban luka-luka : Lebih dari 500 orang Kehilangan tempat tinggal : 90.000 orang di Kalaotoa : Korban Meninggal : 19 orang Kerusakkan : 130 rumah hancur, sekitar 90 persen bangunan hancur di Maumere akibat Gempa dan tsunami, 50 s/d 80 persen struktur di Flores rusak atau hancur, Tanah longsor dan tanah retak dilaporkan di beberapa lokasi
11	Alor 04-Jul-91	-8,099	124,681	29	6,2	Korban Meninggal : 23 orang Korban luka-luka : 181 orang Kehilangan tempat tinggal : 5.400 orang Kerusakkan : 1.150 bangunan hancur di Kalabahi, Alor, diperkirakan kerusakkan di sekitar pusat Gempa mencapai 7.7 juta USD
12	Sikka 31-Jul-89	-8,05	121,38	14	6,3	Kerusakkan : dinding gedung stasiun Meteorologi retak-retak dan plesternya rontok
13	Alor Timur 14-Jul-89	-8,081	125,129	10	6,4	Korban luka-luka : 7 orang luka parah Kerusakkan : 29 rumah roboh, 66 rumah, 13 gedung pemerintah, 5 masjid, dan 3 gereja rusak parah

No.	Wilayah Tanggal	Koordinat (^{0})		Depth (km)	Mag	Korban/Kerusakan
		Lat	Long			
14	Pulau Pantar 26-Nov-87	-8,4	124,0	28	5,8	Korban Meninggal : 44 orang Korban luka-luka : 65 orang, 42 orang luka ringan Kerusakkan : 237 bangunan rusak di Pulau Pantar Tanah longsor juga terjadi di Pulau, Gunung Sirung mulai erupsi pada 2 Desember 1987
15	Flores Timur 25-Des-82	-9,54	116,78	33	4,4	Korban Meninggal : 13 orang Korban luka-luka : 17 orang, 400 orang luka ringan Kerusakkan : Ratusan rumah roboh dan ribuan rusak ringan
16	Manggarai 06-Agt-82	-8,38	120,58	45	5,9	Kerusakkan : 1 Rumah Sakit, 1 sekolah, dan 1 kantor pemerintahan rusak parah, 2 sekolah, 1 gereja, dan 2 klinik rusak ringan, dinding retak-retak, tanah rekah
17	Timor 27-Agt-77	-8,06	125,3	25	6,4	Korban meninggal : 2 orang Korban luka-luka : 25 orang
18	Kupang 30-Jul-75	-9,9	123,9	30	6,1	Kerusakkan : dinding banyak rumah rontok, tembok retak, plester rontok berjatuhan, Bangunan dengan struktur yang bagus tidak rusak
19	Flores 16-Mar-61	-8,1	122,3	45	6,5	Korban meninggal : 1 orang Kerusakkan : kerusakkan di perkampungan di pusat Flores

Berdasarkan data *Magnitude* dan kedalaman Gempa Bumi signifikan dan merusak yang terjadi di Wilayah NTT selanjutnya probabilitas puncak tanah (PGA) dianalisis menurut fungsi atenuasi Boore dkk [10] dimana sumber Gempa dapat dibagi menjadi 3 segmen. Pada makalah ini penulis membagi masing masing segmen dengan jarak R_1 = 20 km, R_2 = 30 km dan R_3 = 40 km. Untuk *Magnitude probability density functions* penulis membagi dengan dengan *interval* 0,5 dengan *Magnitude* awal adalah *Magnitude* yang terjadi pada daerah yang ditinjau. Masing-masing *Magnitude* dan jarak tinjauan akan dicari probabilitas PGA lebih besar dari 0,10 g. Nilai probabilitas percepatan puncak tanah (PGA) ditentukan untuk probabilitas terlampaui 2%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hubungan antara *Magnitude* dan tingkat keberulangan menurut Persamaan Gutenberg dan Richter didapatkan hasil seperti pada Tabel 2 untuk Gempa Bumi dalam kurun waktu 57 tahun.

Tabel 2. Hasil Analisis Hubungan antara *Magnitude* dan Tingkat Keberulangan

No	x = M	N	N dinormalisasi tm	y=ln(N)	(y-ybar)	(x-xbar)	(x-xbar)^2	(y-ybar)(x-xbar)
1	4,4	1	0,018	-4,043	-0,248	-1,536	2,358	0,380
2	4,9	1	0,018	-4,043	-0,248	-1,036	1,073	0,256
3	5,2	1	0,018	-4,043	-0,248	-0,736	0,541	0,182
4	5,3	1	0,018	-4,043	-0,248	-0,636	0,404	0,157
5	5,8	1	0,018	-4,043	-0,248	-0,136	0,018	0,034
6	5,9	2	0,035	-3,350	0,446	-0,036	0,001	-0,016
7	6,0	1	0,018	-4,043	-0,248	0,064	0,004	-0,016
8	6,1	1	0,018	-4,043	-0,248	0,164	0,027	-0,041
9	6,2	2	0,035	-3,350	0,446	0,264	0,070	0,118
10	6,3	1	0,018	-4,043	-0,248	0,364	0,133	-0,090
11	6,4	2	0,035	-3,350	0,446	0,464	0,216	0,207
12	6,5	2	0,035	-3,350	0,446	0,564	0,318	0,251
13	6,6	1	0,018	-4,043	-0,248	0,664	0,441	-0,164
14	7,5	2	0,035	-3,350	0,446	1,564	2,447	0,697

xbar = 5,94, ybar = -3,80, α = -2,27, β = 0,11. Dari analisis menurut Persamaan Gutenberg dan Richter untuk per satuan waktu dan persatuan panjang didapatkan persamaan akhir yaitu ln (N) = 2,27 - 0,11M. Selanjutnya analisis dilakukan berdasarkan fungsi atenuasi Boore dkk. Hasil tinjauan pada setiap segmen dengan masing-masing jarak dan interval *Magnitude* pada daerah-daerah di wilayah NTT yang memilik probabilitas puncak tanah (PGA) lebih besar dari 0,10 g, ditampilkan dalam bentuk Tabel yang dapat dilihat pada Tabel 3 - Tabel 21.

Tabel 3. Hasil Analisis Gempa Waingapu, 2 Oktober 2018

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,25	-1,00	0,100	0,492	-1,13	0,075	0,268	-1,22	0,060	0,131
6,75	-0,89	0,129	0,698	-1,02	0,096	0,452	-1,11	0,077	0,301
7,25	-0,78	0,165	0,869	-0,91	0,123	0,663	-1,00	0,099	0,492
7,75	-0,67	0,212	0,947	-0,80	0,157	0,846	-0,90	0,127	0,699

Tabel 4. Hasil Analisis Gempa Lembata, 10 Oktober 2017

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
5,15	-1,24	0,058	0,131	-1,36	0,043	0,034	-1,46	0,035	0,013
5,65	-1,13	0,075	0,267	-1,26	0,055	0,093	-1,35	0,045	0,044
6,15	-1,02	0,096	0,452	-1,15	0,071	0,236	-1,24	0,057	0,111
6,65	-0,91	0,123	0,663	-1,04	0,091	0,413	-1,13	0,073	0,236

Tabel 5. Hasil Analisis Gempa Waingapu, 12 Februari 2016

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,85	-0,87	0,135	0,732	-1,00	0,101	0,508	-1,09	0,081	0,337
7,35	-0,76	0,174	0,888	-0,89	0,129	0,698	-0,98	0,104	0,547
7,85	-0,65	0,223	0,957	-0,78	0,165	0,868	-0,88	0,133	0,732
8,35	-0,54	0,286	0,987	-0,67	0,212	0,947	-0,77	0,171	0,868

Tabel 6. Hasil Analisis Gempa Alor, 4 November 2015

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,45	-0,95	0,111	0,587	-1,08	0,082	0,337	-1,18	0,066	0,178
6,95	-0,85	0,142	0,764	-0,98	0,106	0,548	-1,07	0,085	0,375
7,45	-0,74	0,183	0,906	-0,87	0,136	0,732	-0,96	0,109	0,587
7,95	-0,63	0,234	0,965	-0,76	0,174	0,888	-0,85	0,140	0,764

Tabel 7. Hasil Analisis Gempa Manggarai Barat, 20 Januari 2012

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,15	-1,02	0,096	0,452	-1,15	0,071	0,236	-1,24	0,057	0,111
6,65	-0,91	0,123	0,663	-1,04	0,091	0,413	-1,13	0,073	0,236
7,15	-0,80	0,157	0,846	-0,93	0,117	0,626	-1,03	0,094	0,452
7,65	-0,70	0,202	0,936	-0,82	0,150	0,821	-0,92	0,121	0,663

Tabel 8. Hasil Analisis Gempa Alor, 11 November 2004

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
7,75	-0,67	0,212	0,947	-0,80	0,157	0,846	-0,90	0,127	0,698
8,25	-0,57	0,272	0,983	-0,69	0,202	0,936	-0,79	0,163	0,846
8,75	-0,46	0,348	0,996	-0,59	0,259	0,978	-0,68	0,209	0,947
9,25	-0,35	0,447	0,998	-0,48	0,332	0,994	-0,57	0,267	0,983

Tabel 9. Hasil Analisis Gempa Manggarai, 25 Maret 2003

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
5,55	-1,15	0,071	0,236	-1,28	0,053	0,078	-1,37	0,042	0,003
6,05	-1,04	0,091	0,413	-1,17	0,068	0,206	-1,26	0,054	0,093
6,55	-0,93	0,117	0,626	-1,06	0,087	0,375	-1,16	0,070	0,206
7,05	-0,83	0,150	0,821	-0,95	0,111	0,587	-1,05	0,090	0,413

Tabel 10. Hasil Analisis Gempa Flores, 21 Mei 1995

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
5,45	-1,17	0,067	0,21	-1,30	0,050	0,08	-1,39	0,040	0,03
5,95	-1,06	0,087	0,37	-1,19	0,064	0,18	-1,29	0,052	0,09
6,45	-0,95	0,111	0,58	-1,08	0,082	0,34	-1,18	0,066	0,21
6,95	-0,85	0,142	0,76	-0,98	0,106	0,54	-1,07	0,085	0,37

Tabel 11. Hasil Analisis Gempa Timor, 14 Mei 1995

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,75	-0,89	0,129	0,698	-1,02	0,096	0,452	-1,11	0,077	0,301
7,25	-0,78	0,165	0,868	-0,91	0,123	0,663	-1,00	0,099	0,492
7,75	-0,67	0,212	0,947	-0,80	0,157	0,868	-0,90	0,127	0,698
8,25	-0,57	0,272	0,983	-0,69	0,202	0,936	-0,79	0,163	0,846

Tabel 12. Hasil Analisis Gempa Alor, 4 Juli 1991

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,45	-0,95	0,111	0,587	-1,08	0,082	0,337	-1,18	0,066	0,178
6,95	-0,85	0,142	0,764	-0,98	0,106	0,548	-1,07	0,085	0,375
7,45	-0,74	0,183	0,906	-0,87	0,136	0,732	-0,96	0,109	0,587
7,95	-0,63	0,234	0,965	-0,76	0,174	0,888	-0,85	0,140	0,764

Tabel 13. Hasil Analisis Gempa Sikka, 12 Desember 1992

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
7,75	-0,67	0,212	0,947	-0,80	0,157	0,846	-0,90	0,127	0,698
8,25	-0,57	0,272	0,983	-0,69	0,202	0,936	-0,79	0,163	0,846
8,75	-0,46	0,348	0,996	-0,59	0,259	0,978	-0,68	0,209	0,947
9,25	-0,35	0,447	0,998	-0,48	0,332	0,994	-0,57	0,267	0,983

Tabel 14. Hasil Analisis Gempa Alor Timur, 14 Juli 1989

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,65	-0,91	0,123	0,663	-1,04	0,091	0,413	-1,13	0,073	0,236
7,15	-0,80	0,157	0,846	-0,93	0,117	0,623	-1,03	0,094	0,452
7,65	-0,70	0,202	0,936	-0,82	0,150	0,821	-0,92	0,121	0,662
8,15	-0,59	0,259	0,974	-0,72	0,192	0,922	-0,81	0,155	0,821

Tabel 15. Hasil Analisis Gempa Sikka, 31 Juli 1989

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,55	-0,93	0,117	0,626	-1,06	0,087	0,375	-1,16	0,070	0,206
7,05	-0,83	0,150	0,821	-0,95	0,111	0,587	-1,05	0,090	0,413
7,55	-0,72	0,192	0,922	-0,85	0,143	0,793	-0,94	0,115	0,626
8,05	-0,61	0,246	0,973	-0,74	0,183	0,906	-0,83	0,147	0,794

Tabel 16. Hasil Analisis Gempa Pulau Pantar, 26 November 1987

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,05	-1,04	0,091	0,413	-1,17	0,068	0,206	-1,26	0,054	0,093
6,55	-0,93	0,117	0,626	-1,06	0,087	0,375	-1,16	0,070	0,206
7,05	-0,83	0,150	0,821	-0,95	0,111	0,587	-1,05	0,090	0,413
7,55	-0,72	0,192	0,922	-0,85	0,143	0,794	-0,94	0,115	0,625

Tabel 17. Hasil Analisis Gempa Flores Timur, 25 Desember 1982

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
4,65	-1,34	0,045	0,043	-1,47	0,034	0,010	-1,57	0,027	0,002
5,15	-1,24	0,058	0,131	-1,36	0,043	0,034	-1,46	0,035	0,013
5,65	-1,13	0,075	0,268	-1,26	0,055	0,093	-1,35	0,045	0,043
6,15	-1,02	0,096	0,452	-1,15	0,071	0,236	-1,24	0,057	0,111

Tabel 18. Hasil Analisis Gempa Manggarai, 6 Agustus 1982

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,15	-1,02	0,096	0,452	-1,15	0,071	0,236	-1,24	0,057	0,111
6,65	-0,91	0,123	0,663	-1,04	0,091	0,413	-1,13	0,073	0,236
7,15	-0,80	0,157	0,846	-0,93	0,117	0,626	-1,03	0,094	0,452
7,65	-0,70	0,202	0,936	-0,82	0,150	0,821	-0,92	0,121	0,663

Tabel 19. Hasil Analisis Gempa Timor, 27 Agustus 1977

M (*Magnitude*)	**R (Jarak)**								
	20 km			**30 km**			**40 km**		
	log PGA	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**	**log PGA**	**PGA (g)**	**P (PGA > 0,10 g)**
6,65	-0,91	0,123	0,663	-1,04	0,091	0,413	-1,13	0,073	0,236
7,15	-0,80	0,157	0,846	-0,93	0,117	0,623	-1,03	0,094	0,452
7,65	-0,70	0,202	0,936	-0,82	0,150	0,821	-0,92	0,121	0,662
8,15	-0,59	0,259	0,974	-0,72	0,192	0,922	-0,81	0,155	0,821

Tabel 20. Hasil Analisis Gempa Kupang, 30 Juli 1975

M (*Magnitude*)	R (Jarak)								
	20 km			30 km			40 km		
	log PGA	PGA (g)	P (PGA > 0,10 g)	log PGA	PGA (g)	P (PGA > 0,10 g)	log PGA	PGA (g)	P (PGA > 0,10 g)
6,35	-0,98	0,106	0,528	-1,11	0,078	0,288	-1,20	0,063	0,151
6,85	-0,87	0,135	0,718	-1,00	0,101	0,472	-1,09	0,081	0,321
7,35	-0,76	0,174	0,889	-0,89	0,129	0,683	-0,98	0,104	0,512
7,85	-0,65	0,223	0,967	-0,78	0,165	0,866	-0,88	0,133	0,719

Tabel 21. Hasil Analisis Gempa Flores, 16 Maret 1961

M (*Magnitude*)	R (Jarak)								
	20 km			30 km			40 km		
	log PGA	PGA (g)	P (PGA > 0,10 g)	log PGA	PGA (g)	P (PGA > 0,10 g)	log PGA	PGA (g)	P (PGA > 0,10 g)
6,75	-0,89	0,129	0,698	-1,02	0,096	0,452	-1,11	0,077	0,301
7,25	-0,78	0,165	0,868	-0,91	0,123	0,663	-1,00	0,099	0,492
7,75	-0,67	0,212	0,947	-0,80	0,157	0,868	-0,90	0,127	0,698
8,25	-0,57	0,272	0,983	-0,69	0,202	0,936	-0,79	0,163	0,846

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis probabilitas Gempa Bumi signifikan dan merusak yang pernah terjadi di Wilayah NTT, maka penulis menyimpulkan 1) probabilitas bahaya Gempa tertinggi yang perlu diperhatikan adalah di daerah Alor, kalabahi dan Sikka, Maumere dengan nilai probabilitas lebih besar dari 0,10 g yaitu sebesar 0,69 sampai 0,99 artinya kemungkinan terjadi puncak tanah lebih besar 0,10 g sangat mungkin dan nilai PGA pada daerah tersebut diantara rentang 0,30 g – 0,70 g untuk jarak 20 hingga 40 km. 2) Wilayah NTT yang memiliki nilai PGA terendah yaitu Flores Timur dengan rentang PGA 0,02 g – 0,05 g untuk jarak 20 hingga 40 km. 3) Secara keseluruhan Wilayah NTT memilik nilai PGA diantara 0,02 g – 0,70 g untuk jarak 20 hingga 40 km. Adanya makalah ini diharapkan kontraktor sipil dan arsitek yang berada di Wilayah NTT dapat mempertimbangkan untuk mendesain struktur Gedung tahan Gempa demi keselematan Jiwa Manusia.

SARAN

Penulis menyarankan bahwa agar hasil analisis yang didapatkan lebih akurat maka perlu ditinjau seluruh kabupaten atau kota yang ada di wilayah NTT.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis pertama mengucapkan terima kasih kepada Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. yang telah membantu menjelaskan dan memberikan refrensi selama perkuliahan pada program Pascasarjana.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Handayani, L., Hananto, N.D., Anggono, T., Syuhada., Gaol, K.L., Aribowo, S., "Penentuan Percepatan Tanah Puncak di Pulau Simeulue dengan Metode Deterministik," *J. Lingkung. dan Bencana Geol.*, vol. 8, no. 3, hal. 135–142, 2017.

[2] Lüschen, E., Müller, C., Kopp, H., Engels, M., Lutz, R., Planert, L., Shulgin, A., & Djajadihardja, Y.S., "Tectonophysics Structure , evolution and tectonic activity of the eastern Sunda forearc , Indonesia , from marine seismic investigations," *Tectonophysics*, vol. 508, hal. 6–21, 2011, doi: 10.1016/j.tecto.2010.06.008.

[3] Harris, R., "The nature of the Banda arc-continent collision in the Timor region The Nature of the Banda Arc – Continent Collision in the Timor Region," *Front. Earth Sci.*, vol. 3, no. 7, hal. 163–211, 2011, doi: 10.1007/978.

[4] PusGen, *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia*, 1 ed. Jakarta, 2017.

[5] BMKG, "Katalog Gempa Bumi Signifikan dan Merusak," 2019.

[6] Khoiroh, M., Sulastri., Bambang, S., & Nurdianasari, L., "Analisis bahaya kegempaan di kabupaten garut dengan percepatan tanah maksimum menggunakan metode probabilistik," *Proceeding Semin. Nas. Kebumian Ke-11*, hal. 1161–1170, 2018.

[7] Sunardi, B., & Nugraha, J., "Percepatan Tanah Maksimum di Permukaan dan Percepatan Spektra Untuk Kota Makasar Berdasarkan Pendekatan Probabilistik," *J. Meteorol. dan Geofis.*, vol. 17, no. 1, hal. 33–46, 2016.

[8] Baker, J.W., *An Introduction to Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)*, 1.3. 2008.

[9] Gutenberg & richter, *Introductions Earthquake Magnitude*. 1944.

[10] Boore, D.M., Joyner, W.B., & Fumal, T.E., *Estimation of Response Spectra and Peak Accelarations From Western North American Earrtquake: An Interm Report*. American, 1993.

P-20

ANALISIS KINERJA SEISMIK RUMAH PASANGAN BATU BATA

SEISMIC PERFORMANCE ANALYSIS OF BRICK MASONRY HOUSES

Samsul Hasibuan
Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari No 44, Yogyakarta

E-mail: Samsulhasibuan@gmail.com

Diterima 10-09-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang letaknya dekat dengan pertemuan lempeng besar bumi, hal ini menyebabkan gempa sering terasa dan berimbas pada bangunan. Mayoritas bangunan yang rusak akibat gempa adalah rumah, sedangkan gedung–gedung tinggi relatif mampu bertahan karena kemampuan gedung sudah diperhitungkan dengan matang. Laporan-laporan studi lapangan mengenai keruntuhan bangunan gedung ataupun perumahan ketika terjadi gempa bumi besar di Indonesia masih didominasi pada bangunan yang tidak dihitung dimana hanya menggunakan struktur pasangan bata dan struktur dinding bata terkekang. Pada makalah ini rumah pasangan batu bata akan di modelkan dan dianalisis menggunakan bantuan software ETABS v9.7.4 dengan asumsi rumah pasangan batu bata tersebut berada di wilayah zona Gempa 4 dengan percepatan puncak di batuan dasar sebesar 0,20 (g) dan rumah tersebut dibangun di daerah tanah lunak. Selanjutnya hasil analisis memperlihatkan kinerja pada rumah pasangan batu bata akibat Gempa yang terjadi. Overall rumah pasangan batu bata termasuk dalam level kinerja (Life Safety).

Kata kunci: ETABS v9.7.4, Life Safety, Performa, Rumah, Seismik

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries that is located close to the meeting of the earth large plates, this causes earthquakes to occurs frequently and has an impact on buildings. Majority of the buildings damaged by the earthquake were houses, while tall buildings are relatively able to survive because the ability of the buildings has been calculated carefully. Field study reports regarding collapsing of buildings or housing during a major earthquake in Indonesia are still dominated by uncounted buildings which only use masonry structures and confined masonry structures. In this paper the brick masonry house will be modeled and analyzed using the ETABS v9.7.4 software, with the assumption that the brick masonry house is in the earthquake zone 4 area with a peak acceleration at bedrock of 0,20 (g) and the house is built on soft ground area. Furthermore, the analysis results show the performance of brick masonry houses due to the earthquake that occurred. Overall brick masonry houses are included in the performance level (Life Safety).

Keywords: ETABS v9.7.4, House, Life Safety, Performance, Seismic

PENDAHULUAN

Tempat tinggal merupakan salah satu dari kebutuhan primer manusia, sehingga kemampuan rumah perlu dikaji demi kelancaran kegiatan dan kenyamanan masyarakat. Indonesia adalah salah satu negara yang letaknya dekat dengan pertemuan lempeng besar bumi, hal ini menyebabkan gempa sering terasa dan berimbas pada bangunan. Mayoritas bangunan yang rusak akibat gempa adalah rumah, sedangkan gedung–gedung tinggi relatif mampu bertahan karena kemampuan gedung sudah diperhitungkan dengan matang [1],[2]. Laporan-laporan studi lapangan mengenai keruntuhan bangunan gedung ataupun perumahan ketika terjadi gempa bumi besar di Indonesia masih didominasi pada bangunan yang tidak dihitung dimana hanya menggunakan struktur dinding pasangan bata

merah dan struktur dinding bata terkekang. Hal ini terjadi hampir diseluruh wilayah Indonesia yang terjadi gempa yang mengakibatkan runtuhnya bangunan. Sehingga keruntuhan bangunan tanpa dihitung tersebut menjadi isu penting karena menimbulkan banyak korban jiwa [3],[4]. SNI 15-2094:2000 [5] menjelaskan bahwa bata merah adalah bahan bangunan yang berbentuk prisma segi empat panjang. Pejal atau berlubang dengan volume lubang maksimum 15% dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa dicampur bahan aktif dan dibakar pada suhu tertentu. Batu bata ini merupakan bahan banguan yang paling banyak digunakan di Indonesia. Umumnya sebagai bahan non-struktural digunakan untuk dinding pembatas pada gedung atau konstruksi tingkat tinggi, tetapi sebagian masyarakat menggunakan batu bata sebagai konstruksi rumah sederhana untuk penyangga atau pemikul beban yang berada diatasnya. Pemanfaatan batu bata dalam konstrusi baik non-struktur ataupun struktural perlu adanya peningkatan produk yang dihasilkan, baik dengan cara meningkatkan kualitas bahan material batu bata sendiri maupun penambahan dengan bahan lainya [6],[7]. Batu bata mempunyai banyak variasi ukuran yang telah diizinkan dalam peraturan SNI 15-2094:2000 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi ukuran batu bata

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	110±4	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±5
M-6c	70±3	110±6	230±5
M-6d	80±3	110±6	230±5

Adapun modulus elastik, modulus geser, modulus bulk pada berbagai macam material dalam hal ini termasuk material batu bata ditampilkan pada Tabel 2. Untuk analisis dalam kondisi linear, kekakuan dari dinding struktur batu bata tidak terkekang seharusnya dianggap berbanding lurus dan proporsional dengan bentuk geometri dari dinding dalam keadaan utuh, tidak ada retak.

Tabel 2. Material padat

Bahan	Modulus Elastik, E (N/m^2)	Modulus Geser, G (N/m^2)	Modulus Bulk, B (N/m^2)
Besi, gips	100×10^9	40×10^9	90×10^9
Baja	200×10^9	80×10^9	140×10^9
Kuningan	100×10^9	35×10^9	80×10^9
Alumunium	70×10^9	25×10^9	70×10^9
Beton	20×10^9		
Batu bata	14×10^9		
Marmer	50×10^9		70×10^9
Granit	45×10^9		45×10^9
Kayu (pinus)			
(sejajar dengan urat kayu)	10×10^9		
(tegak lurus terhadap urat kayu)	1×10^9		
Nilon	5×10^9		
Tulang (tungkai)	15×10^9		

Dalam beberapa kasus gempa, ternyata dinding bata ikut memikul beban lateral. Keretakan yang terjadi pada dinding bata menunjukkan terjadi transfer beban dari portal ke dinding bata. Selain itu, pada beberapa bangunan terjadi mekanisme keruntuhan *soft-story*. Keruntuhan *soft-story* diakibatkan karena konfigurasi dinding pengisi yang berbeda antara lantai satu dengan lantai-lantai di atasnya. Keruntuhan atau kegagalan yang terjadi pada rumah pasangan batu bata dapat

dilihat pada Gambar 1 [8]. Dari permasalahan yang ada makalah ini bertujuan sebagai langkah mitigasi bencana pada kekuatan rumah pasangan batu bata yang mengandalkan kekuatan dari pasangan batu bata. Pada

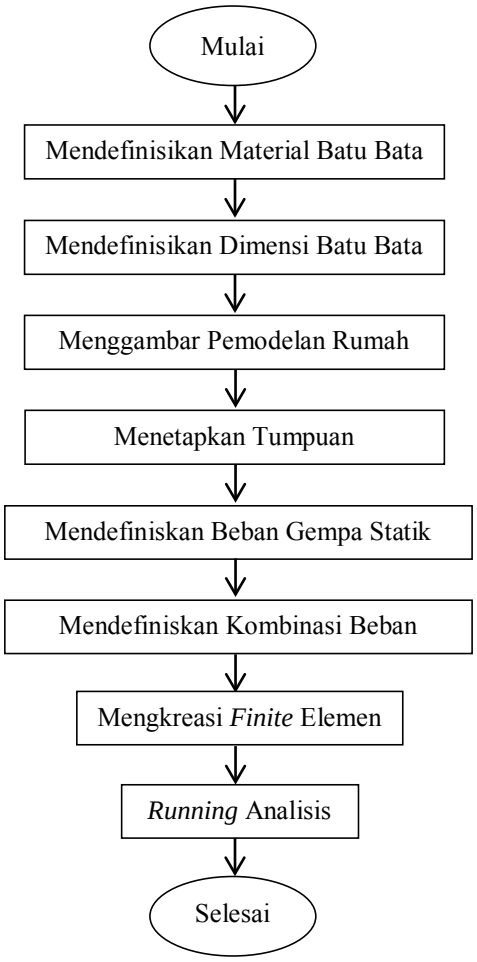
makalah ini rumah pasangan batu bata akan di model kan dan dianalisis menggunakan bantuan *software* ETABS v9.7.4 [9],[10],[11] dengan asumsi rumah pasangan batu bata tersebut berada di wilayah zona Gempa 4 dengan percepatan puncak batuan dasar sebesar 0,20 (g) dan rumah tersebut dibangun di daerah tanah lunak. Selanjutnya dapat diketahui perilaku pada rumah pasangan batu bata akibat Gempa yang terjadi.



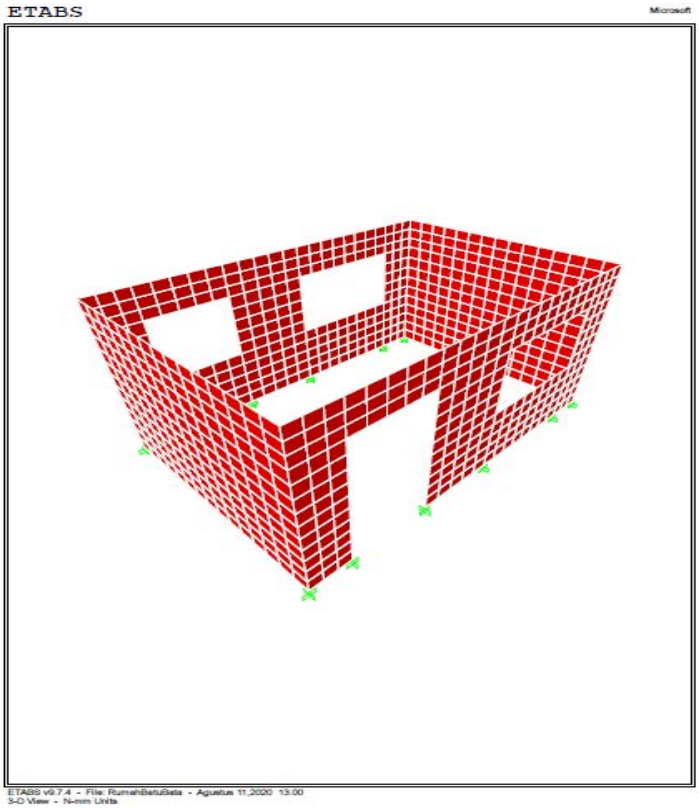
Gambar 1. Kegagalan pada rumah pasangan batu bata

METODOLOGI

Makalah ini menggunakan metode analisis *finite* elemen dengan beban Gempa statik ekivalen yang terdapat pada *software* ETABS v9.7.4 dengan mendefinisikan faktor wilayah Gempa, tipe tanah, serta faktor respon reduksi [12] maka setelah di *running* beban lateral otomatis terdefinisi. Untuk lebih jelasnya ditampilkan diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2. Selanjutnya ukuran variasi batu bata yang digunakan yaitu M-5a dengan dimensi yang bisa dilihat pada Tabel 1. Hasil pemodelan rumah batu pada *software* ETABS v9.7.4 disajikan pada Gambar 3 [13],[14],[15],[16].



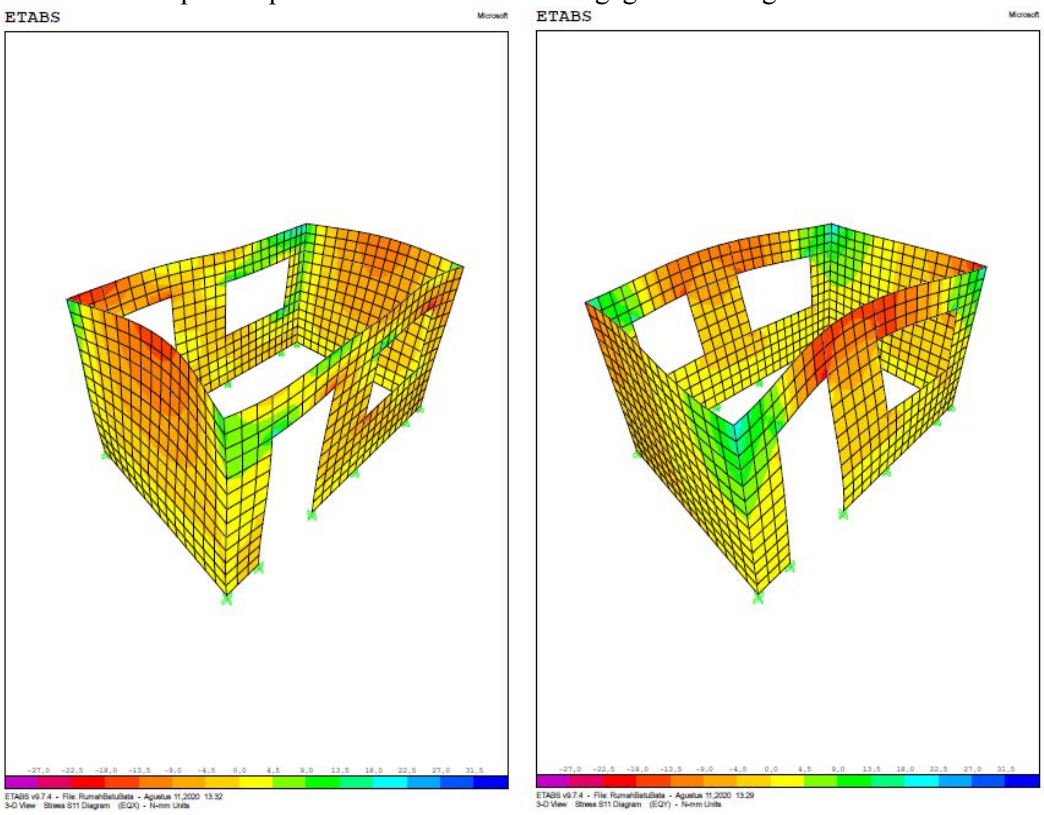
Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Pemodelan rumah pasangan batu bata

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *running software* ETABS v9.7.4 untuk deformasi dan tegangan akibat Gempa arah X dan Y ditampilkan pada Gambar 4. Berdasarkan tegangan dan deformasi pada rumah pasangan batu bata seperti pada Gambar 4, maka rumah tersebut mulai mengalami kegagalan dengan diberi warna merah.



Gambar 4. Tegangan dan deformasi akibat Gempa arah X dan Y

Selanjutnya nilai-nilai *output* dari rumah pasangan batu bata hasil analisis direkap dan ditampilkan pada Tabel 3. Dari rekapan nilai *output* pada Tabel 3 hasil analisis untuk beban

lateral yang terjadi pada rumah pasangan batu bata sebesar 2087,82 kN untuk Gempa arah X, nilai tersebut lebih besar dari beban lateral untuk Gempa arah Y dikarenakan pada arah X nilai kekakuan struktur lebih kaku yaitu sebesar 481699,75 kN/m dibandingkan nilai kekakuan pada arah Y yaitu hanya sebesar 166492,27 kN/m. Nilai simpangan maksimum yang diukur dari dasar lantai akibat Gempa yaitu sebesar 0,14 m dan nilai simpangan maksimum yang diukur dari dasar lantai dibawahnya yaitu sebesar 0,075 m.

Tabel 3. Nilai *output* hasil analisis

Gempa Arah X		**Gempa Arah Y**	
Beban lateral maksimum (kN)	2087,82	Beban lateral maksimum (kN)	1453,24
Displacement maksimum (m)	0,04	*Displacement* maksimum (m)	0,14
Drift maksimum (m)	0,025	*Drift* maksimum (m)	0,075
Nilai geser maksimum (kN)	377,11	Nilai geser maksimum (kN)	270,53
Nilai kekakuan maksimum (kN/m)	481699,75	Nilai kekakuan maksimum (kN/m)	166492,27

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya maka penulis menarik kesimpulan bahwa rumah dengan pasangan batu bata untuk variasi ukuran M-5a tidak cocok apabila diterapkan pada wilayah zona Gempa 4 dan dibangun di daerah tanah lunak. Hal ini dikarenakan jika dilihat dari nilai *drift* dan *displacement* maka rumah tersebut masih belum memenuhi syarat deformasi level kinerja struktur atau termasuk dalam level kinerja (*Life Safety*) dimana rumah akan mengalami kerusakan yang cukup signifikan tetapi belum sampai runtuh.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aditya, A., Zacoeb, A & Wisnumurti., "Dynamic Analysis of Clay Brick Masonry Walls of Two-Storey House in Malang City," *Mhs. Jur. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, hal. 483–490, 2018.

[2] Sitompul, M., "Studi parametrik kinerja dinding pengisi bata merah pada struktur beton bertulang akibat beban gempa," *Rekayasa Strukt. dan Infrastruktur*, vol. 9, no. 2, hal. 40–48, 2015.

[3] Hakas, P & Cahyati, "Gaya Lateral In Plane Struktur Dinding Pasangan Bata ½ Batu Melalui Beban Statik," *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil*, no. 2459–9727, hal. 370–377, 2016.

[4] Hakas, P., Setyawan, E.A & Saleh, F., "Analysis Physical and mechanical attributes of masonry in Yogyakarta," *J. Ris. Rekayasa Sipil*, vol. 1, no. 2, hal. 94–104, 2018.

[5] SNI 15-2094, *Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*. Bandung: BSN, 2000.

[6] Maharjan, A & Parajuli, H. R., "Seismic Performance Evaluation of Brick Masonry Houses Constructed with Reinforced Concrete Bands," *Nepal J. Sci. Technol.*, vol. 19, no. 1, hal. 204–214, 2020, doi: https://doi.org/10.3126/njst.v19i1.29821.

[7] Leksono, R. S., Iranata, D & Kristijanto, H., "Studi Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata Pada Bangunan Bertingkat," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, hal. 30–33, 2012.

[8] Nayak, S & Dutta, S.C., "Failure of masonry structures in earthquake : A few simple cost effective techniques as possible solutions Failure of masonry structures in earthquake : A few simple cost effective techniques as possible solutions," *Eng. Struct.*, vol. 106, no. Oktober, hal. 53–67, 2016, doi: 10.1016/j.engstruct.2015.10.014.

[9] CSI, "ETABS v9.7.4," in *Instructions Manual*, Berkeley, CA: Computer and Structures, Inc, 2011.

[10] Afandi, N. R., "Evaluation of Seismic Performance of Concrete Stuctures With Pushover Analysis Method Using SAP 2000 Program (A Case Study of Hospital Building in Surakarta)," 2010.

[11] Sathiparan, N., Sakurai, K., Numada, M & Meguro, K., "Experimental investigation on the seismic performance of PP-band strengthening brick masonry houses Experimental

Investigation on the Seismic Performance of PP-Band Strengthening Brick Masonry Houses," *Bull. Earthq. Eng.*, no. December, hal. 1–40, 2013, doi: 10.1007/s10518-013-9502-z.

[12] SNI 1726, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN, 2019.

[13] Zieba, J & Skrzypczak, I., "Analysis of reliability of compressed masonry structures," *Open Access*, vol. 10, hal. 462–468, 2020, doi: https://doi.org/10.1515/eng-2020-0055.

[14] Navaratnarajah, S., Meguro, K & Numada, M., "Seismic Evaluation of Earthquake Resistance and Retrofitting Measures for Two Story Masonry Houses," *Bull. Earthq. Eng.*, no. August, hal. 1–42, 2014, doi: 10.1007/s10518-014-9587-z.

[15] Moroni, M.O., Astroza, M & Acevedo, C., "Performance and Seismic Vulnerability of Masonry Housing Types Used in Chile," *J. Perform. Constr. Facil.*, vol. 3828, no. Agustus, hal. 173–179, 2004, doi: 10.1061/(ASCE)0887-3828(2004)18:3(173).

[16] Bothara, J.K., Mander, J.B., Dhakal, R.P., Khare, R.K & Maniyar, M.M., "Seismic performance and financial risk of masonry houses," *ISET J. Earthq. Technol.*, no. September, hal. 1–27, 2007.

P-21

ALAT PENYIRAMAN SAWI HIJAU SECARA OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH DAN SENSOR DHT11 BERBASIS ARDUINO

AUTOMATIC SYSTEM FOR WATERING MUSTARD GREENS USING SOIL MOISTURE SENSOR AND DHT11 SENSOR ARDUINO BASED

Dian Ariyanto [1] , Medilla Kusriyanto [2]

[1,2]Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km. 14,5, Yogyakarta

E-mail: 125202501@uii.ac.id

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 12-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Sayuran memiliki peranan besar untuk kebutuhan konsumsi, salah satunya adalah sawi hijau. Sayuran ini kerap dijadikan olahan masakan mulai dari sup, oseng-oseng dan lainnya. Di pasaran sawi hijau memiliki harga jual yang cukup tinggi dibadingkan sayuran sejenisnya. Selain dari segi ekonomis sawi hijau juga merupakan sayuran yang mampu tumbuh sepanjang tahun dan mempunyai masa tumbuh yang lumayan singkat. Karena hal ini lah penulis ingin membuat alat penyiraman sawi hijau secara otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor DHT11 berbasis arduino. Dalam perancangan alat ini melalui lima tahapan yaitu studi literature, perancangan alat, pembuatan alat, kalibrasi, dan realisai alat. Prinsip kerja alat ini adalah saat sensor kelembapan tanah terbaca 3 maka arduino akan menyalakan pompa sehingga menyirami tanaman sawi, kemudian saat nilai kelembapan terukur 8 maka pompa akan otomatis mati. Selian itu terdapat sensor DHT 11 yang membaca suhu dan kelemebapan udara disekitar tanaman sawi. Saat suhu udara lebih dari 32 °C maka pompa akan menyala. Saat suhu menjadi 27°C maka pompa akan mati. Dari hasil ujicoba alat didapatkan pompa air akan menyala 2 kali sehari pada pukul 07.00-07.30 selama 33 detik dan pukul 16.00-16.33 selama 24 detik. Dalam 1 kali peyiraman jumlah air yang diperlukan kurang lebih 1.6 liter sehingga dalam 1 hari hanya membutuhkan air 3.2 liter untuk penyiraman.

Kata kunci: Sawi hijau, Kelembapan tanah, DHT 11, Arduino

ABSTRACT

Vegetables have a big role for consumption needs, one of which is green mustard. These vegetables are often used as food preparations ranging from soup, stir-stir and others. In the market, mustard greens have a fairly high selling price compared to similar vegetables. Apart from the economic point of view, green mustard is also a vegetable that can grow throughout the year and has a fairly short growing period. Because of this, the author wanted to make an automatic system for watering mustard greens using soil moisture sensor and dht11 sensor arduino based. In designing this tool through five stages, namely literature study, tool design, tool making, calibration, and tool realization. The working principle of this tool is when the soil moisture sensor reads 3, Arduino will turn on the pump so that it wateres the mustard plant, then when the humidity value is measured 8, the pump will automatically shut down. In addition, there is a DHT 11 sensor that reads the temperature and humidity of the air around the mustard plant. When the air temperature is more than 32 ° C, the pump will start. When the temperature becomes 27 ° C, the pump will stop. From the test results, it was found that the water pump would turn on 2 times a day at 07.00-07.30 for 33 seconds and 16.00-16.33 for 24 seconds. In one watering, the required amount of water is approximately 1.6 liters so that in 1 day only 3.2 liters of water are needed for watering.

Key words: Mustard greens, Soil moisture, DHT 11, Arduino

PENDAHULUAN

Sayuran memiliki peranan besar untuk kebutuhan konsumsi salah satunya sebagai penyeimbang sayuran pun kerap dikonsumsi setiap harinya. Indonesia memang memiliki wilayah yang subur berbagai jenis sayuran dapat tumbuh dengan baik, salah satunya adalah sayuran sawi hijau. Sayuran ini kerap dijadikan olahan masakan mulai dari sup, oseng-oseng dan juga kerap di sandingkan dengan sajian kuliner mie. [1] Di pasaran sawi hijau memiliki harga jual yang cukup tinggi dibadingkan sayuran sejenisnya mulai bayam, kacang dan lainnya. Selain dari segi ekonomis sawi hijau juga merupakan sayuran yang mampu tumbuh sepanjang tahun dan mempunyai masa tumbuh yang lumayan singkat dari pembibitan sampai masa panen membutuhkan waktu antara 30-50 hari tergantung dari kondisi tanah dan perawatannya. Ada beberapa literatur yang menyebutkan sawi hijau bermanfaat untuk menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk. Selain itu sayuran ini juga berkhasiat untuk memperbaiki fungsi ginjal, membersihkan darah, menyembuhkan penyakit kepala dan memperlancar pencernaan. [2]

Tanaman sawi hijau sangat toleran terhadap lingkungan, iklim dan cuaca. Sawi hijau juga bisa tumbuh dengan baik di dataran rendah, menengah dan dataran tinggi. Media tanam yang baik untuk sawi adalah tanah yang gembur yang kaya dengan nutrisi dengan Ph ideal tanah adalah 6,0 sampai 7,0. Sawi juga mampu tumbuh saat musim hujan maupun musim kemarau, dengan persyaratan saat musim kemarau kondisi penyiraman terkontrol dengan baik.[3]

Dari pemaparan diatas maka penulis ingin merancang alat yang mampu melakukan penyiraman pada tanaman sawi secara otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu berbasis arduino. Dalam perencanaanya alat ini mampu melakukan penyiraman tanaman sawi yang ditanam pada *polybag* secara otomatis berdasarkan nilai kelembapan tanah dan suhu udara di sekitar sehingga tanaman sawi hijau mampu tumbuh dengan optimal sehingga nilai ekonomis nya akan naik.

Percobaan yang akan dilakukan oleh penulis dilakukan didaerah gunungkidul pada saat musim kemarau. Percobaan ini dilakukan di daerah Gunung Kidul pada saat musim kemarau dikarenakan pada musim kemarau di daerah Gunung Kidul banyak lahan yang tidak digunakan untuk berkebun. Hal ini dikarenakan untuk berkebun masyarakat masih mengandalkan air penghujan. Sehingga penulis ingin mencoba apakah budidaya sawi hijau di daerah Gunung Kidul pada saat musim kemarau dengan alat penyiram otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu mengunakn arduino dapat berhasil.

METODOLOGI

Dalam penelitian ini metodologi yang digunakan adalah eksperimental dengan cara menggali, mendalami merancang alat merealisai alat dan melakukan pengujian alat. Untuk mempermudah maka dilakukan beberapa tahapan yaitu:



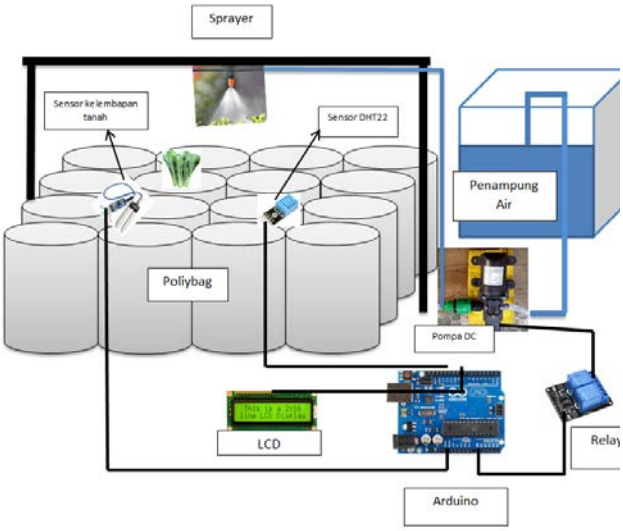
Gambar 1. Metode penelitian

1. Studi literatur

Hal yang pertama dilakukan adalah mencari literature bagaimana tata cara penanaman sawi yang baik. Mulai dari bagaimana media tanam (tanah) yang cocok untuk sawi, bibit sawi yang bagus, penyemaian sawi, pemupukan sawi, suhu udara yang cocok untuk tanaman sawi, dan perawatan sawi hingga siap dipanen. Hal-hal ini digunakan agar nantinya percobaan alat penyiraman sawi hijau secara otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor DHT11 berbasis arduino dapat berjalan dengan baik dan pertumbuhan sawi dapat optimal.

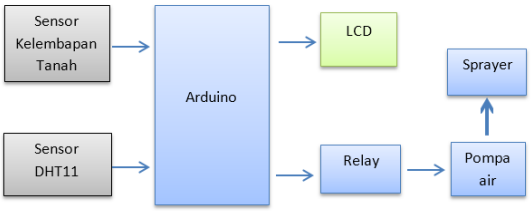
2. Perancangan alat

Berikut ini rancangan alat penyiraman sawi hijau secara otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor DHT 11 berbasis arduino.



Gambar 2. Rencana awal desain alat

Cara kerja penyiraman sawi hijau secara otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor DHT11 berbasis arduino.



Gambar 3. Blok diagram system

Alat ini mempunyai 2 sensor yaitu sensor kelembapan tanah dan senor DHT11 (sensor suhu dan kelembapan udara). Sensor kelembapan tanah akan membaca tingkat kelembapan tanah yang digunakan untuk menanam sawi. Saat nilai kelembapan tanah kurang atau sama dengan 3 maka arduino akan memberikan keluaran sehingga relay akan menyalakan pompa air. Saat nilai kelembapan tanah mencapai 8 maka relay akan mati dan pompa akan mati.

Sensor kedua adalah sensor DHT 11 (sensor suhu dan kelembapan udara) yang akan mengukur suhu udara dan kelembapan udara disekitar tanaman sawi. Saat nilai suhu udara melebihi 30° Celcius dan kelembapan kurang dari 50% maka relay akan menyalakan pompa air. Saat suhu udara kurang atau sama dengan 28°C dan kelembapan lebih 85% maka pompa akan mati. Kemudaian LCD 16x2 akan menampilkan kelembapan tanah, suhu udara dan kelembapan udara di sekitar polybag yang ditanami oleh sawi.

3. Pembuatan alat

a. Sensor Kelembapan tanah(*Soil moisture*)

Soil moisture sensor FC-28 adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini terdiri dari dua probe yang digunakan untuk melewati arus dalam tanah, kemudian membaca hambatan untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (hambatan kecil), sedangkan tanah kering akan sulit menghantarkan listrik (hambatan besar). [4]



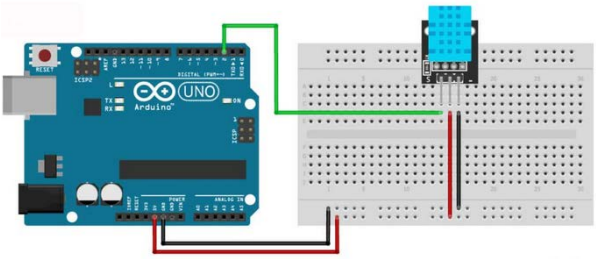
Gambar 4. Pemasangan Sensor kelembapan tanah dengan arduino

Tabel 1. Spesifikasi Sensor Kelembapan tanah

Parameter	***Value***
Tegangan Input	3,3- 5 volt
Tegangan Output	0 – 4,2 Volt
Arus Input	35 mA
Sinyal output	Both analog (A0) and Digital(D0)

b. Sensor DHT 11

Sensor ini memiliki keunikan yaitu dapat membaca suhu (*temperature*) ruangan dan kelembapan udara (*humidity*). Di sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC(*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu dan mikrokontroler 8 bit yang mengolah kedua sensor dan akan mengirimkan hasilnya ke pin output dengan fotmat *single-wire bi-directional*(kabel tunggal dua arah).[5]



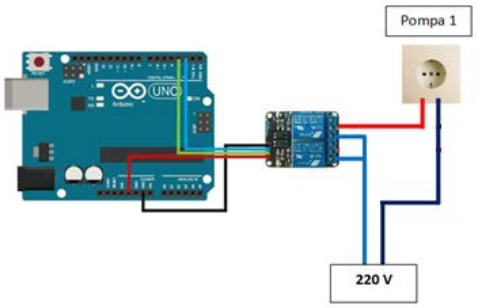
Gambar 5. Pemasangan Sensor DHT11 dengan arduino

Tabel 2. Spesifikasi Sensor DHT11

Parameter	***Value***
Tegangan Operasional	3.3 – 5.5 V
Arus Operasional	0.3 mA, stant by: 60 µA
Kelembapan udara	5 – 95 % RH ± 5 % RH
Pembacaan suhu	-20 – 60 °C ± 2 °C
Periode sampling	> 2 seconds
dimensi	15.5 x 12 x 5.5 mm

c. Relay dan Pompa

Untuk mengendalikan pompa air digunakan module relay 2 chanel. Pada prinsipnya relay merupakan saklar otomatis yang dapat dipicu dengan tegangan 0 volt (*low*) dan 5 volt (*high*). Relay sendiri mampu digunakan untuk mem *switch* tegangan DC maupun AC, sehingga bisa digunakan untuk mengontrol pompa air yang digunakan untuk menyirami tanaman sawi. Berikut pemasangan module relay 2 chanel dengan arduino uno



Gambar 6. Pemasangan Module relay 2 Chanel dengan Arduino

Pompa yang digunakan untuk penyiraman air adalah pompa DC 12 Volt dengan debit air 4liter/menit dengan daya 60-65 watt.

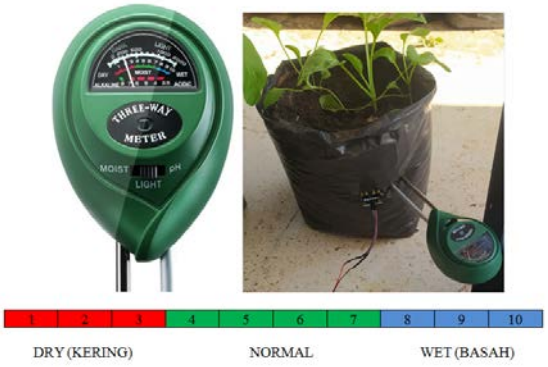


Gambar 7. Pompa DC 12 Volt

4. Kalibrasi alat

a. Sensor Kelembapan tanah

Untuk mendapatkan pengukuran yang akurat terlebih dahulu sensor dikalibrasi, untuk sensor kelembapan tanah dilakukan kalibrasi menggunakan *3-way Soil Tester*. Skala yang digunakan pada pembacaan kelembapan tanah adalah 1 sampai 10 dimana 1 adalah kering dan 10 adalah basah.



Gambar 8. Kalibrasi sensor kelembapan tanah dengan *Three way soil tester* dan skala pengukuran kelembapan

Metode yang digunakan untuk kalibrasi adalah membandingkan nilai pembacaan sensor kelembapan tanah dengan *3-way Soil Tester* pada tanah yang ada di *polybag*. Kalibrasi pertama dimulai saat tanah kering dan pada *3-way Soil Tester* terbaca 0, kemudian dibandingkan dengan hasil pembacaan dari sensor kelembapan tanah kemudian dibaca melalui serial monitor. Setelah itu tanah diberi air sedikit-sedikit dan diamati pembacaan antara pembacaan *3-way Soil Tester* dengan sensor kelembapan tanah. Berikut ini hasil perbandingan pembacaan *3-way Soil Tester* dengan sensor kelembapan tanah.

Tabel 3. Data Kalibrasi sensor kelembapan

Pembacaan *3-way Soil Tester*	Pembacaan Sensor
10	0-170
9	171-260
8	261-350
7	351-440
6	441-530
5	531-620
4	621-710
3	711-800
2	801-890
1	891-980
10	981-1070

Dari data perbandingan antara *3-way Soil Tester* dengan sensor kelembapan digunakan untuk menentukan skala kelembapan tanah pada sensor yang kemudian dimasukan pada program arduino.

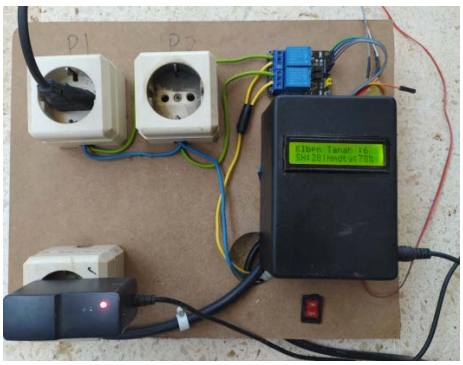
5. Realisasi Alat

Dari rancangan alat penyiraman sawi hijau secara otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu berbasis arduino direalisaikan menjadi seperti gambar dibawah.



Gambar 9. Realisasi alat

Terdapat 16 polybag berukuran diameter 25 cm sehingga ujicoba alat ini menggunakan lahan seluas 1 m^2 . Tinggi tiang penyangga sprayer adalah 1.5 m mengunakan bahan pipa PVC ukuran 3/4" sehingga semprotan air akan mampu membasahi seluruh polybag. Penampung air mengunakan toples plastik yang mampu menampung air sebanyak 15 liter. Untuk control box mengunakan kotak plastic dan terdapat LCD 16x2 yang menampilkan Kelembapan tanah, suhu udara, dan kelembapan udara. Untuk mengontrol pompa air mengunakan module relay 2 chanel, namun yang digunakan hanya 1 chanel yang terhubung dengan pompa.



Gambar 10. Kontrol alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sensor Kelembapan tanah

Berikut ini hasil pembacaan dari sensor kelembapan tanah.

Tabel 4. Hasil pengukuran Sensor kelembapan tanah

Kelembapan tanah	Output AO(Volt)	Analog Read (ADC)
1	4	986
2	3.4	896
3	3.4	810
4	3	715
5	2.7	624
6	2.4	534
7	1.9	448
8	1.3	360
9	1.2	368
10	1	173

Dari data sensor kelembapan tanah mengasilkan range 1-10 dimana 1 adalah kondisi tanah kering dan 10 adalah tanah basah sekali. Dengan nilai pengukuran tegangan didapatkan 1-4 volt dan nilai ADC 170-852.

2. Sensor DHT11

Berikut ini hasil pengukuran Suhu dan kelembapan udara berdasarkan waktu.

Tabel 5. Hasil Pengukuran suhu dan kelembapan DHT11

Waktu pengukuran	Suhu	Kelembapan
04.00	25.2°C	75%
06.00	26.1°C	85%
08.00	27.2°C	85%
10.00	28.5°C	85%
12.00	28.5°C	80%
14.00	28.5°C	80%
16.00	28.5°C	82%
18.00	28.5°C	85%
20.00	25.0°C	85%
22.00	25.0°C	85%

Dari hasil ujicoba sensor DHT11 diperoleh suhu udara disekitar polybag adalah antar 25°C sampai 28.5°C dan kelembapan udara antara 75%-85% .

3. Pengujian Alat secara keseluruhan

Berikut ini Hasil dari pengujian alat penyiraman sawi hijau secara otomatis mengunakan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu berbasis arduino selama 40 hari mulai dari penyemaian benih sampai sawi siap dipanen.

Tabel 6. Hasil Ujicoba alat

Hari ke -	Tinggi sawi	Volume air penyiraman	Durasi penyiraman	Waktu pompa menyala
1-10	0.5cm–2.5cm	1.5 liter	33 detik	Jam 07.14 dan 16.14
11-15	3cm – 6 cm	1.5 liter	33 detik	Jam 07.14 dan 16.14
16-20	7 – 10 cm	1.6 liter	33 detik	Jam 07.30 dan 16.24
21-25	12– 15 cm	1.6 liter	33 detik	Jam 07.30 dan 16.24
26-30	16–18 cm	1.6 liter	33 detik	Jam 07.30 dan 16.24
31-35	19–22 cm	1.6 liter	34 detik	Jam 07.35 dan 16.30
36-40	23–26 cm	1.6 liter	34 detik	Jam 07.35 dan 16.33

KESIMPULAN

Daerah kerja dari sensor kelembapan tanah adalah 1-4 volt atau 170-852 ADC.Suhu udara dan kelembapan yang terukur oleh sensor DHT 11 waktu uji coba alat adalah 25°C sampai 28.5°C dan kelembapan udara antara 75%-85% .Penyiraman secara otomatis akan berlangsung dalam 2 kali sehari pada pukul 07.14-07.35 dan pada pukul 16.14-16.33 dengan durasi penyiraman selama 33 detik. Dalam satu kali penyiraman volume air yang digunakan sebesar 1.6 liter. Sehingga dalam satu hari diperlukan air 3,2 liter untuk penyiraman sawi pada 16 buah polybag.Waktu tumbuh sawi hijau sampai dengan mas panen dengan mengunakan alat penyiraman otomatis ini adalah 40 hari dengan tinggi masimal sawi adalah 26 cm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada unsur pimpinan Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah mengupayakan pendanaan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Eko Susilo. “Peluang Usaha dari Budidaya Sawi”. Yogyakarta: Literindo, (2016) 10-11

[2] Putu Eka Prasmini. “Roduksi Beberapa Tanaman Sayuran Dengan Sistem Vertikultur Di Lahan Pekarangan”, Agrimeta: Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem Vol.7 No. 13 (2017) 76-86

[3] Jeanete A.B. Ngantung, Jenny J. Rondonuwu, Rafli I. Kawulusan. “Respon Tanaman Sawi Hijau (Brassica Juncea L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Dan Anorganik Di Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur”, Jurnal Ilmu Pertanian Eugenia Vol 24. (2018) 44-51

[4] Basamma B. “Interfacing Soil Moisture Sensor with Arduino” Juni 11, 2016. https://electrosome.com/interfacing-soil-moisture-sensor-arduino/, diakses Maret 2020

[5] Benne de Bakker. How to use DHT11 and DHT22 Sensors with Arduino, Januari 12, 2020. https://www.makerguides.com/dht11-dht22-arduino-tutorial/, diakses Maret 2020

P-22

VALUASI SAHAM METODE *DISCOUNTED CASH FLOW* PADA SUB SEKTOR LEMBAGA PEMBIAYAAN DI INDONESIA

DISCOUNTED CASH FLOW METHOD STOCKS VALUATION AT FINANCING SUB-SECTOR FIRM IN INDONESIA

Nurul Wahyu Wijayanti[1*], Aditya Achmad Rakim[2], Saiful Ghozi[3]
[1]Politeknik Negeri Balikpapan, nurulwahyu143@gmail.com, Kota Balikpapan
[2]Politeknik Negeri Balikpapan, aditya.achmad@poltekba.ac.id, Kota Balikpapan
[3]Politeknik Negeri Balikpapan, saiful.ghozi@poltekba.ac.id, Kota Balikpapan
[*]E-mail: aditya.achmad@poltekba.ac.id[2]

Diterima 16-09-2020	Diperbaiki 01-10-2020	Disetujui 11-10-2020

ABSTRAK

Investasi adalah tindakan menyimpan dana dalam jumlah tertentu bertujuan mendapatkan keuntungan atau manfaat lebih besar pada masa mendatang. Instrumen pasar modal berupa saham lebih bersifat kepemilikan.Investor sebelum menanamkan dananya di saham perlu melakukan analisis untuk menentukan apakah perusahaan tersebut layak dibeli atau tidak.Analisis valuasi saham perlu dilakukan oleh investor untuk meminimalisir risiko yang akan timbul. Analisis valuasi wajar saham diperlukan guna menetukan keputusan investasi.Valuasi saham adalah metode yang dapat digunakan untuk menghitung estimasi harga wajar suatu saham yang biasa disebut fair value.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis harga wajar saham subsektor lembaga pembiayaan yang telahlisting pada Bursa Efek Indonesia.Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif.Analisa data dalam melakukan valuasi saham menggunakan metode Discount Cash Flows. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi harga saham subsektor lembaga pembiayaan overvalued. Kondisi yang overvalued pada hasil valuasi menunjukkan bahwa harga saham yang ditawarkan melebihi harga wajarnya, sehingga keputusan investasi yang tepat terhadap kondisi ini adalah tidak menanamkan modal pada perusahaan tersebut.

Kata kunci*:*Discounted Cash Flow(DCF)*, saham, valuasi saham, *overvalued, undervalued.

ABSTRACT

Investment is the act of issuing a certain amount of funds with the aim of obtaining greater profits or benefits in the future. The most popular capital market instrument is shares which are more ownership in nature. Investors before investing at shares need to carry out an analysis to determine whether the companies is worth or did not to bought. This needs by investors to minimize the risks that will arise. A shares fair valuation analysis is needed to make investment decisions. Shares valuation is a method that can be used to calculate the estimated fair value of a share, which is commonly called fair value.

The purpose of this research is to analyze the fair price of shares in the financing sub-sector listed firm on the Indonesian Stock Exchange. This research uses descriptive quantitative method. Data analysis in valuing shares using the Discount Cash Flows methods. Result analysis of the study, it shows that the condition of the share price in the financial institution subsector is in an overvalued condition. This indicates that the price of the shares being offered exceeds the fair price, so the right investment decision for this condition is not to invest in this firm.

Keywords: **Discounted Cash Flow *(DCF)*, shares, stock valuation, overvalued, undervalued.**

PENDAHULUAN

Kegiatan investasi adalah tindakan mengeluarkan sejumlah dana dalam jumlah tertentu dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan atau manfaat yang lebih besar di masa mendatang, baik keuntungan material maupun non material (Rangkuti dalam Yulfita: 2013). Instrumen pasar modal berupa saham

lebih bersifat kepemilikan. Layak atau tidaknya sebuah saham dapat dibeli, investor dapat menggunakan analisis teknikal dan analisis fundamental. Valuasi suatu saham dengan menggunakan analisis fundamental adalah analisa yang memperhitungkan banyak faktor yaitu kinerja perusahaan, analisis persaingan usaha, analisis industri, analisis ekonomi dan pasar makro-mikro. Analisis teknikal merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk menganalisa harga saham dalam rentang waktu tertentu. Selain itu, analisis teknikal juga berdasarkan pergerakan harga menjadikan sebuah pola tertentu dapat terlihat sebagai dasar untuk mengambil keputusan membeli atau menjual saham

Faktor ketidakpastian dalam memprediksi harga saham menjadi permasalahan penting bagi para investor, karena harga saham selalu berubah atau bersifat fluktuatif.Oleh karena itu diperlukan alat untuk meramalkan atau memprediksikan harga saham perusahaan, sehingga dapat mengetahui saham-saham yang layak untuk diinvestasikan oleh investor.Harga saham adalah sebuah cerminan dari kinerja perusahaan.

Investor dapat melakukan investasi berdasarkan pada nilai fundamentalnya. Sehingga dalam memutuskan untuk membeli saham di perusahaan tertentu, investor harus percaya dan yakin pada prospek perusahaan tersebut di masa yang akan datang. Dengan begitu investor dapat memaksimalkan profit dalam jangka panjang. Investor sebelum menanamkan dananya di saham perlu melakukan analisis untuk menentukan apakah perusahaan tersebut layak dibeli atau tidak. Hal ini perlu dilakukan oleh investor untuk meminimalisir risiko yang akan timbul.

Analisis valuasi wajar saham diperlukan guna menetukan keputusan investasi.Wira (2014: 126) mengatakan bahwa valuasi saham adalah metode yang dapat digunakan untuk menghitung estimasi harga wajar suatu saham yang biasa disebut *fair value.*Nilai saham yang benar-benar dianggap telah mewakili performa sebuah perusahaan disebut nilai intrinsiknya.Valuasi ini diperlukan agar investor dapat mengetahui apakah harga saham yang ditawarkan memiliki nilainya wajar (*correctly valued*), murah (*undervalued*), atau mahal (*overvalued*), sehingga dapat menentukan keputusan investasi yang tepat. Harga pasar suatu saham yang berada dibawah harga wajarnya disebut *undervalued* sedangkan harga yang berada diatas harga wajarnya disebut *overvalued.* Jika harga saham *undervalued* maka investor disarankan untuk dapat membeli saham tersebut karena harga yang ditawarkan berada dibawah harga wajarnya. Sedangkan harga saham yang *overvalued* tidak disarankan untuk dibeli karena harga yang ditawarkan oleh perusahaan diatas harga wajarnya atau “mahal”.

Valuasi saham dengan menggunakan metode *Discounted Cash Flow* (DCF) menyatakan metode valuasi saham yang menggunakan konsep *time value of money*. Metode ini memperhitungkan seluruh arus uang yang mengalir di perusahaan yaitu dividend dan laba perusahaan. Konsep *time value of money* dapat di aplikasikan dalam menghitung harga wajar saham dengan cara memproyeksikan harga saham di masa depan atau *future value* dengan mempertimbangkan pertumbuhan pendapatan, dividen, arus kas, dan lain sebagainya. Kemudian future value di diskontokan pada tingkat imbal balik tertentu untuk mendapatkan harga present value atau nilai sekarang yaitu harga wajar saham (Wira, 2014:142).Metode DCF ini memiliki kelebihan yaitu dapat secara luas digunakan pada berbagai saham dan tidak hanya memperhitungukan dividen tetapi juga memperhitungkan pendapatan perusahaan.

Sektor lembaga pembiayaan merupakan bagian dari sektor keuangan.Di Indonesia sektor keuangan merupakan sektor yang menjadi bagian dari tulang punggung pasar saham. Keputusan Menteri Keuangan RI No. 448/KMK.017/2000 menyatakan bahwa lembaga pembiayaan adalah suatu kegiatan pembiayaan yang dilakukan dalam bentuk penyediaan dana untuk pembelian barang yang pembayarannya dilakukan secara berkala atau angsuran oleh konsumen. Lembaga pembiayaan meliputi perusahaan pembiayaan, perusahaan modal ventura dan perusahaan pembiayaan infrastruktur.

Martia, dkk (2018) melakukan valuasi saham menghasilkan kesimpulan bahwa harga saham dari Semen Indonesia (Persero) memiliki kondisi *undervalued*, merupakan keputusan yang tepat adalah membeli saham tersebut untuk investasi, serta tidak menjual saham tersebut dengan harapan dikemudian hari akan naik. Penelitian yang lain adalah Nurhadiman, dkk (2019) melakukan valuasi saham menghasilkan kesimpulan PT Bank Tabungan Negara periode 2013-2017 menghasilkan kesimpulan bahwa harga saham perusahaan ini pada tahun 2013, 2014 dan

2016 bersifat *undervalued* sedangkan pada tahun 2015 dan 2017 harga sahamnya bersifat *overvalued*. Hidayat, dkk (2017) melakukan valuasi saham memperoleh hasil bahwa saham perusahaan Delta Djakarta Tbk, San Miguel Corporation, Multi Bintang Tbk, Heineken N.V., Unilever N.V dan HeidelbergCement AG menunjukan bahwa mengalami *undervalued*. Sedangkan Unilever Indonesia Tbk dan Indocement Tunggal Prakarsa Tbk menunjukan saham yang *overvalued*.

METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian dan bersifat cross section (data yang diamati selama waktu tertentu terhadap objek penelitian). Penelitian ini menggunakan data laporan keuangan yang diambil dari website perusahaan yang dijadikan sampel, website idx.co.id dan Google *Finance*. Metode purposive sampling digunakan dalam penelitian ini, sampel digunakan berasal dari saham-saham subsektor lembaga pembiayaan dalam Indeks Harga Saham Gabungan dengan kriteria:

[1] Sampel penelitian merupakan perusahaan subsektor lembaga pembiayaan terdaftar pada Indeks Harga Saham Gabungan, telah menerbitkan laporan keuangan secara konsisten selama tahun 2010-2019
[2] Perusahaan yang menjadi sampel penelitian memiliki tingkat pertumbuhan rata-rata yang bernilai positif
[3] Perusahaan memiliki informasi data-data yang lengkap dan tersedia diantaranya: dividen, *earning per shares*, harga saham, *dividen payout ratio*

Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut maka perusahaan-perusahaan pada penelitian ini adalah:

Tabel 1. Daftar Perusahaan

No	Kode	Emiten
1	ADMF	PT Adira Dinamika Multifinance Tbk
2	BFIN	PT BFI Finance Indonesia Tbk
3	BPFI	PT Batavia Prosperindo Finance Tbk
4	CFIN	PT Clipan Finance Indonesia Tbk
5	MFIN	PT Mandala Multifinance Tbk TIFA
6	TIFA	PT Tifa Finance Tbk
7	WOMF	PT Wahana Ottomitra Multiartha Tbk

Metode *Discount Cash Flow* adalah metode valuasi saham yang menggunakan konsep *time value of money*.Metode ini memperhitungkan seluruh arus uang yang mengalir di perusahaan, yaitu dividen dan laba perusahaan. Tahap-tahap melakukan valuasi saham metode *Discount Cash Flow* pada penelitian ini mengadopsi teknik Mizrahi (2007) dalam buku*Getting Started in Value Investing*, dengan sedikit modifikasi (Wira: 2014):

[1] Peroleh data *Earning Per Shares* (EPS), *Dividen Payout Ratio* (DPR) dan *Price Earning Ratio* (PER) perusahaan selama 10 tahun terakhir.
[2] Hitung EPS *Growth* perusahaan selama 10 tahun terakhir
EPS *Growth* merupakan rata-rata tingkat pertumbuhan yang dimiliki oleh masing-masing perusahaan.EPS *Growth* pada penelitian ini menggunakan rata-rata pertubuhan majemuk atau *Compound Annual Growth Rate* (CAGR).CAGR adalah rata-rata pertumbuhan majemuk tahunan yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan investasi dan bisnis secara rata-rata dalam setiap tahunnya. Adapun rumus untuk menghitung CAGR adalah sebagai berikut:

$$CAGR = \left(\frac{EPS_{akhir}}{EPS_{awal}}\right)^{\frac{1}{n-1}} - 1$$

[3] Hitung *future value* EPS dan proyeksikan EPS (*earning per share*) 10 tahun ke depan.
Future value EPS atau nilai uang di masa mendatang, menunjukan manfaat dari investasi.Sedangkan proyeksi EPS digunakan untuk mengetahui murah atau mahalnya suatu saham dilihat dari fundamentalnya.*Future value* dan proyeksi EPS didapatkan dengan mengalikan EPS tahun terakhir dengan CAGR.
[4] Hitung *Future Value* Harga Saham
Future value harga saham dapat dihitung mengalikan EPS dengan PER terendah.PER terendah menandakan bahwa harga saham dari perusahaan berada pada kondisi yang murah, selain itu dapat juga mengurangi risiko atas investasi dari fluktuasi harga.
[5] Hitung Akumulasi Dividen
Langkah berikutnya adalah menghitung akumulasi dividen yang diterima selama 10 tahun kedepan.Nilai akumulasi dividen didapatkan dengan mengalikan EPS dan DPR tahun terakhir.
[6] Hitung *Future Value* Total
Future value harga saham total diperoleh dengan menjumlahkan harga saham diakhir tahun kesepuluh dengan akumulasi dividen selama 10 tahun di masa depan.

[7] Tentukan tingkat imbal hasil/diskonto
Guna menentukan tingkat imbal hasil yang diharapkan, digunakan asumsi tingkat imbal hasil (*required rate of return*). Tingkat imbal hasil tertentu didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Wira, 2014:148)

$$r = r\ risk\ free\ rate + r\ risk$$

Keterangan:

r	=	Tingkat imbal hasil yang diharapkan
r *risk free rate*	=	Imbal hasil instrument investasi bebas risiko, misalkan Sertifikat Bank Indonesia (SBI) atau tingkat kupon obligasi negara.
r *risk premium*	=	*Risk premium* adalah tambahan tingkat imbal hasil jika berinvestasi di negara berkembang yang memiliki risiko lebih besar, termasuk Indonesia.

[8] Hitung *Present Value* (Harga Wajar)
present value (harga wajar) saham perusahaan dengan menghitung *present value* dari harga saham total di masa depan dengan menggunakan rumus:

$$PV = \frac{FV}{(1+r)^n}$$

Keterangan:
PV : *Present Value*
FV : *Future Value*
r : Tingkat Imbal Hasil
n : Tahun ke n

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Statistik Deskriptif

Tabel 2. Descriptive Statistics

	N	Min.	Max	Mean	Std. Deviation
eps	70	3.00	2109.00	271.1576	532.23028
harga	70	80.00	12700.00	1605.7571	3079.30637
PER	70	1.91	77.00	9.6114	10.69640
dividen	70	.00	2700.00	127.1609	383.02077
Valid N (listwise)	70				

[1] EPS memiliki rata-rata Rp271.15. Hal ini menunjukan adanya perubahan atas laba per lembar saham dibandingkan periode sebelumnya. Nilai minimum sebesar Rp3 menunjukan perubahan EPS terendah pada perusahaan Wahana Ottomitra Multiartha Tbk.. Sedangkan nilai maksimum sebesar Rp2,109 menunjukan perubahan EPS tertinggi pada perusahaan Adira Dinamika Multifinance Tbk. Semakin besar tingkat EPS yang dihasilkan perusahaan menunjukan semakin optimal perusahaan memaksimalkan kekayaan bagi pemegang saham.

[2] Harga saham memiliki rata-rata Rp1,605.75. Hal ini menunjukan adanya perubahan atas harga saham dibandingkan periode sebelumnya. Nilai minimum sebesar Rp80 menunjukan perubahan harga saham terendah pada perusahaanWahana Ottomitra Multiartha Tbk. Sedangkan nilai maksimum sebesar Rp12,700 menunjukan perubahan harga saham tertinggi pada perusahaanAdira Dinamika Multifinance Tbk. Semakin besar harga saham perusahaan menunjukan semakin besar minat investor dalam memiliki saham perusahaan serta memaksimalkan kekayaan bagi pemegang saham.

[3] PER memiliki rata-rata 9.61 kali. Hal ini menunjukan adanya perubahan atas laba per lembar saham dibandingkan periode sebelumnya. Nilai minimum sebesar 1.91 kali menunjukan perubahan PER terendahAdira Dinamika MultifinanceTbk pada perusahaan. Sedangkan nilai maksimum sebesar 77 kali menunjukan perubahan PER tertinggi pada perusahaan Wahana Ottomitra Multiartha Tbk. Semakin besar tingkat PER menunjukan semakin mahal valuasi saham perusahaan dipasar.

[4] Dividen memiliki rata-rata Rp127.16. Hal ini menunjukan adanya perubahan atas dividen yang dibagikan dibandingkan periode sebelumnya. Nilai minimum sebesar Rp0 menunjukan pembagian dividen terendah pada perusahaan Clipan Finance Tbk. Sedangkan nilai maksimum sebesar Rp2,700 menunjukan pembagian dividen saham tertinggi pada perusahaan Adira Dinamika Multifinance Tbk. Semakin besar pembagian dividen perusahaan menunjukan semakin optimal perusahaan memaksimalkan kekayaan bagi pemegang saham.

4.2 Analisis Kinerja Keuangan

a. Adira Dinamika Multi Finance Tbk

Tabel 3. Rasio Fundamental ADMF

Tahun	EPS	DPS	PER	DPR (%)
2010	1468	242	8,2	16
2011	1583	954	8,0	60
2012	1419	792	6,9	56
2013	1707	709	4,7	42
2014	792	2700	9,1	341
2015	1815	396	1,9	22

2016	1009	333	6,7	33
2017	1409	505	5,1	36
2018	1815	704	5,0	39
2019	2109	908	4,9	43

b. BFI Finance Indonesia Tbk

Tabel 4. Rasio Fundamental ADMF

Tahun	EPS	DPS	PER	DPR (%)
2010	47,6	16	39,1	34
2011	55,9	21	51,0	38
2012	32,3	-	62,7	-
2013	33,3	-	75,1	-
2014	39	13	64,4	35
2015	41,7	12	67,1	30
2016	36	15	97,2	42
2017	56	26	12,1	46
2018	73	39	9,1	43
2019	48	49	11,7	102

c. Batavia Prosperindo Finance Tbk

Tabel 5. Rasio Fundamental ADMF

Tahun	EPS	DPS	PER	DPR (%)
2010	25,95	-	6,9	-
2011	23,28	-	8,7	-
2012	29,26	-	5,8	10
2013	35,33	2.8	11,2	8
2014	40,25	2.8	13,7	17
2015	30,68	-	19,6	-
2016	24,92	16.83	20,1	68
2017	32,06	16,83	12,0	52
2018	39,24	-	16,6	-
2019	41,99	16.83	31,2	40

d. Clipan Finance Indonesia Tbk

Tabel 6. Rasio Fundamental ADMF

Tahun	EPS	DPS	PER	DPR (%)
2010	77,1	-	8,4	-
2011	97,14	-	4,4	-
2012	88,13	-	5,1	-
2013	101,43	-	3,9	-
2014	103,92	-	4,2	-
2015	71,87	-	3,8	-
2016	51,54	-	4,7	-
2017	59,3	-	4,7	-
2018	76,58	-	4,1	-
2019	90,75	-	3,2	-

e. Mandala Multifinance Tbk

Tabel 7. Rasio Fundamental ADMF

Tahun	EPS	DPS	PER	DPR (%)
2010	18	-	29,4	-
2011	136	-	6,5	-
2012	165	-	3,6	-
2013	195	8,25	3,5	4
2014	228	9,75	4,3	4
2015	186	11,5	4,7	6
2016	193	9.5	3,9	5
2017	251	95	5,8	30
2018	126	95	7,0	60
2019	142	50	9,2	35

f. Wahana Ottomitra Multiartha Tbk

Tabel 8. Rasio Fundamental ADMF

Tahun	EPS	DPS	PER	DPR (%)
2010	69	-	8,3	-
2011	2,7	-	85,6	-
2012	3,81	14.00	44,9	367
2013	33,18	-	6,5	-
2014	18,6	-	10,2	-
2015	4,67	15.5	17,1	332
2016	17,42	-	8,0	-
2017	51,89	-	3,8	-
2018	61,81	15,5	5,0	25
2019	74,59	18.5	3,7	25

g. Tifa Finance Tbk

Tabel 9. Rasio Fundamental ADMF

Tahun	EPS	DPS	PER	DPR (%)
2010	27,57	45,90	7,1	166
2011	37,39	9,77	5,3	26
2012	40,13	9.00	6,0	22
2013	29,25	10.00	10,3	34
2014	33,62	9.00	6,6	27
2015	12,28	10.00	11,3	81
2016	16,3	7,00	9,2	43
2017	21,31	6.00	9,0	28
2018	25,78	6.00	6,1	23
2019	31	7.00	7,7	23

4.3 Penilaian Harga Wajar Saham

a. Adira Dinamika Multifinance Tbk

Valuasi saham pada perusahaan Adira Dinamika Multifinance Tbk selama tahun 2010 hingga 2019 memiliki rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 4%. Estimasi pembagian besaran dividen yang dibagikan perusahaan pada tahun 2020, serta akan dianggap konstan besaran pembagian dividen pada tahun-tahun mendatang sebesar 43%. Tingkat imbal hasil diskonto investor sebesar 14,13%, harga wajar saham ADMF sebesar Rp. 4,589.60, sehingga harga pasar perusahaan mengalami *overvalued*.

b. BFI Finance Tbk

Valuasi saham pada perusahaan BFI Finance Tbk selama tahun 2010 hingga 2019 memiliki rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 0,09%. Estimasi pembagian besaran dividen yang dibagikan perusahaan pada tahun 2020, serta akandianggap konstan besaran pembagian dividen pada tahun-tahun mendatang sebesar 100%. Tingkat imbal hasil diskonto investor sebesar 14,13%, harga wajar saham BFIN sebesar Rp. 245.54, sehingga harga pasar perusahaan mengalami *overvalued*.

c. Batavia Prosperindo Finance Tbk

Valuasi saham pada perusahaan Batavia Prosperindo Finance Tbk selama tahun 2010 hingga 2019 memiliki rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 5%. Estimasi pembagian besaran dividen yang dibagikan perusahaan pada tahun 2020, serta akandianggap konstan besaran pembagian dividen pada tahun-tahun mendatang sebesar 40%. Tingkat imbal hasil diskonto investor sebesar 14,13%, harga wajar saham sebesar Rp. 153.60, sehingga harga pasar perusahaan mengalami *overvalued*

d. Clipan Finance Tbk

Valuasi saham pada perusahaan Clipan Finance Tbk selama tahun 2010 hingga 2019 memiliki rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 1%. Estimasi pembagian besaran dividen yang dibagikan perusahaan pada tahun 2020, serta akandianggap konstan besaran pembagian dividen pada tahun-tahun mendatang sebesar 0%. Tingkat imbal hasil diskonto investor sebesar 14,13%, harga wajar saham sebesar Rp. 85.32, sehingga harga pasar perusahaan mengalami *overvalued.*

e. Mandala Multifinance Tbk

Valuasi saham pada perusahaan Mandala Multifinance Tbk selama tahun 2010 hingga 2019 memiliki rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 25%. Estimasi pembagian besaran dividen yang dibagikan perusahaan pada tahun 2020, serta akan dianggap konstan besaran pembagian dividen pada tahun-tahun mendatang sebesar 35%. Tingkat imbal hasil diskonto investor sebesar 14,13%, harga wajar saham sebesar Rp. 720.00, sehingga harga pasar perusahaan mengalami *overvalued.*

f. Wahana Ottomitra Multiartha Tbk

Valuasi saham pada perusahaan Wahana Ottomitra Multiartha Tbkselama tahun 2010 hingga 2019 memiliki rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 0,86%. Estimasi pembagian besaran dividen yang dibagikan perusahaan pada tahun 2020, serta akan dianggap konstan besaran pembagian dividen pada tahun-tahun mendatang sebesar 25%. Tingkat imbal hasil diskonto investor sebesar 14,13%, harga wajar saham sebesar Rp. 131.98, sehingga harga pasar perusahaan mengalami *overvalued.*

g. Tifa Finance Tbk

Valuasi saham pada perusahaanTifa Finance Tbkselama tahun 2010 hingga 2019 memiliki rata-rata tingkat pertumbuhan sebesar 1%. Estimasi pembagian besaran dividen yang dibagikan perusahaan pada tahun 2020, serta akandianggap konstan besaran pembagian dividen pada tahun-tahun mendatang sebesar 23%. Tingkat imbal hasil diskonto investor sebesar 14,13%, harga wajar saham sebesarRp. 68,31, sehingga harga pasar perusahaan mengalami *overvalued.*

4.4 Hasil Penilaian Harga Wajar Saham

Tabel 10. Kondisi Harga Wajar Saham Perusahaan

Kode	Nama Perusahaan	*Intrinsic Valued (2019)*	*Market Price (2019)*	Kondisi
ADMF	Adira Dinamika Multifinance Tbk	4.589,60	10.400,00	*overvalued*
BFIN	BFI Finance Indonesia Tbk	245,54	560,00	*overvalued*
BPFI	PT Batavia Prosperindo Finance Tbk	153,60	1.310,00	*overvalued*
CFIN	Clipan Finance Indonesia Tbk	85,32	290,00	*overvalued*
MFIN	Mandala Multifinance Tbk	720,00	1.300,00	*overvalued*
TIFA	Tifa Finance Tbk	68,31	240,00	*overvalued*
WOMF	Wahana Ottomitra Multiartha Tbk	131,98	276,00	*overvalued*

Berdasarkan tabel diatas menjelaskan kondisi harga wajar saham perusahaan, terdapat 7 perusahaan yang divaluasi pada sub sektor lembaga pembiayaan yaitu:

[1] Harga wajar saham PT Adira Dinamika Multifinance Tbk berada dalam kondisi yang *overvalued*. Kondisi *overvalued* menjelaskan bahwa harga saham yang ditawarkan oleh perusahaan ini diatas harga wajarnya. Nilai wajar dari perusahaan ini sebesar Rp 4.589,60.

[2] Harga wajar saham PT BFI Finance Indonesia Tbk berada dalam kondisi yang

overvalued. Kondisi *overvalued* menjelaskan bahwa harga saham yang ditawarkan oleh perusahaan ini diatas harga wajarnya. Nilai wajar dari perusahaan ini sebesar Rp 245,54.

[3] Harga wajar saham PT Batavia Prosperindo Finance Tbk berada dalam kondisi yang *overvalued*. Kondisi *overvalued* menjelaskan bahwa harga saham yang ditawarkan oleh perusahaan ini diatas harga wajarnya. Nilai wajar dari perusahaan ini sebesar Rp 153,60.

[4] Harga wajar saham PT Clipan Finance Indonesia Tbk berada dalam kondisi yang *overvalued*. Kondisi *overvalued* menjelaskan bahwa harga saham yang ditawarkan oleh perusahaan ini diatas harga wajarnya. Nilai wajar dari perusahaan ini sebesar Rp 85,32.

[5] Harga wajar saham PT Mandala Multifinance Tbk berada dalam kondisi yang *overvalued*. Kondisi *overvalued* menjelaskan bahwa harga saham yang ditawarkan oleh perusahaan ini diatas harga wajarnya. Nilai wajar dari perusahaan ini sebesar Rp 720,00.

[6] Harga wajar saham PT Tifa Finance Tbk berada dalam kondisi yang *overvalued*. Kondisi *overvalued* menjelaskan bahwa harga saham yang ditawarkan oleh perusahaan ini diatas harga wajarnya. Nilai wajar dari perusahaan ini sebesar Rp 68,31.

[7] Harga wajar saham PT Wahana Ottomitra Multiartha Tbk berada dalam kondisi yang *overvalued*. Kondisi *overvalued* menjelaskan bahwa harga saham yang ditawarkan oleh perusahaan ini diatas harga wajarnya. Nilai wajar dari perusahaan ini sebesar Rp 131,98

KESIMPULAN

Analisa data dalam melakukan valuasi saham menggunakan metode *Discount Cash Flows*pada subsektor lembaga pembiayaan berada dalam kondisi yang *undervalued, overvalued*, atau *fair valued*), sehingga dapat menentukan keputusan investasi yang tepat. Berdasarkan hasil penelitian bahwa kondisi harga saham subsektor lembaga pembiayaan berada pada kondisi yang *overvalued*. Kondisi yang *overvalued*pada hasil valuasi menunjukkan bahwa harga saham yang ditawarkan melebihi harga wajarnya, sehingga keputusan investasi yang tepat terhadap kondisi ini adalah tidak menanamkan modal pada perusahaan tersebut.

SARAN

Penelitian valuasi saham menggunakan metode *Discount Cash Flows* untuk mengetahui apakah harga saham sub sektor lembaga pembiayaan berada dalam kondisi yang *undervalued, overvalued,* atau *fair valued* memiliki banyak kekurangan, penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan valuasi pada sektor selain subsektor lembaga pembiayaan, selain itu diharapkan dapat melakukan valuasi saham dengan menggunakan metode selain *discounted cash flow.*

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan sebesar-besarnya kepadakeluarga yang senantiasa mendukung dan mendoakan, Bapak Saiful Ghozi,S.Pd.,M.Pd dan Bapak Aditya Achmad Rakim, SE., ME selaku dosen pembimbing I dan II yang telah memberikan arahan, nasihat, dan masukan yang sangat bermanfaat sehingga tersusunnya penelitian ini, serta teman-teman program studi D3 Perbankan dan Keuangan angkatan 2017 yang tidak mungkin disebutkan satu per satu, terima kasih telah memberikan dukungan dan motivasi

DAFTAR PUSTAKA

[1] Aprilia, A. A., Handayani, S. R., & Hidayat, R. R. (Maret 2016). Analisis Keputusan Investasi Berdasarkan Penilaian Harga Saham (Studi Menggunakan Analisis Fundamental Dengan Pendekatan Price Earning Ratio (PER) Pada Saham Sub Sektor Lembaga Pembiayaan Yang Listing di BEI Periode 2012-2014). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB) Vol.32 No.1*, 58.

[2] Buchari, S. S. (2015). Pengaruh ROA, ROE, dan EPS Terhadap Harga Saham PT Unilever Indonesia Tbk (Periode 2007-2014). *SKRIPSI*, Hal 20.

[3] Darmawan, M., & Mumpuni, H. (2017). *Panduan Berinvestasi Saham Untuk Pemula*. PT Solusi Finansialku Indonesia.

[4] Fakhruddin, H. M. (2008). *Istilah Pasar Modal A-Z*. Jakarta: Gramedia.

[5] Hidayat, T. (2017). Penerapan Analisis Fundamental Menggunakan Discounted Cash Flow Dan Price Earning Ratio Untuk Menilai Kewajaran Harga Saham (Studi Pada Perusahaan Multinasional

Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2011-2016 Dan Induk Perusahaannya. . Skripsi tidak dipublikasikan.

[6] Kasmir. (2013). *Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya*. Jakarta: Rajawali Press.

[7] Martia, D. Y., Setyawati, W., Khaerunisa, F., & Hastuti, Y. (November 2018). Analisis Valuasi Saham PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan Metode Discounted Cash Flow (DCF) . *Jurnal Akuntansi Keuangan Bisnis Terapan Vol.1 No.2*.

[8] Neaxie, L. V., & Hendrawan, R. (2017). Valuasi Saham Menggunakan Metode Discounted Cash Flow dan Relative Valuation Pada Perusahaan Telekomunikasi Yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Untuk Proyeksi Tahun 2017. *e-Proceeding of Management Vol.4 No. 2*.

[9] Nourmasari, V. D., Kertahadi, & Darminto. (2012). *Analisis Fundamental Internal Untuk Menilai Kewajaran Harga Saham Dengan Pendekatan Price Earning Ratio (PER) (Studi Pada Perusahaan Semen Yang Terdaftar Di BEI Periode 2009-2011)*. Diakses melalui https://media.neliti.co

[10] Nurhadiman, R., & Septriani, D. (Desember 2019). Analisis Harga Wajar Saham Dengan Metode Discounted Cash Flow. *Sosio e-kons*.

[11] Pearce, J. A., & Robinson, R. B. (2008). *Manajemen Strategis Formulasi, Implementasi, dan Pengendalian*. Jakarta: Salemba Empat.

[12] Situmorang, J., Lau, E. A., & Masithoh, R. (2020, 5 Januari). *Faktor Penentu Harga Saham Pertambangan Sub Sektor Batu Bara Yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia*. Diakses melalui https://media.neliti.com

[13] Sujarweni, V. W. (2014). *Metode Penelitian Lengkap, mudah, dan praktis.* Yogyakarta: Pustakabarupress.

[14] Wahyuningsih, S. (Juli 2018). Analisis Fundamental Saham di Sektor Asuransi (Studi Kasus di Bursa Efek Indonesia 2014-2017). *Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan Vol.1 No.2*, 2.

[15] Wira, D. (2014). *Analisis Fundamental Saham.* Jakarta: Exceed.

[16] Wisudana, P. (2011). Penilaian Harga Wajar Saham dengan Menggunakan Model Discounted Cash Flow dan Relative Valuation (Studi Kasus Saham PT Bukit Asam Tbk dan PT Adaro Tbk Periode 2005-2010). *Tesis*, 22-28.

[17] Veitzhal Rivai, d. (2013). *Financial Institution Management (Manajemen Kelembagaan Keuangan) Disajikan Secara Lengkap Dari Teori Hingga Aplikasi.* Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.

[18] Yulfita, U. (September 2013). Penilaian Harga Saham Sektor Manufaktur Yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia (Periode 2009-2011). *Jurnal EMBA Vol. 1 No 3*, 1090.

[19] Apa itu leasing. Diakses 8 Januari 2020. https://cpssoft.com.

[20] Harga Saham Perusahaan. Diakses pada 20 Januari 2020. https://duniainvestasi.com.

[21] Lembaga Pembiayaan. Diakses 21 Januari 2020. https://ojk.go.id.

[22] Nilai Wajar. Diakses pada 5 Februari 2020. https://economy.okezone.com.

[23] Pengertian Perusahaan Pembiayaan. diakses pada 7 Januari 2020.SahamOK.com.

[24] Teori Pembangunan Dunia ke-3 dalam Teori Modernisasi Sub Teori Harrod-Dommar (Tabungan Dan Investasi) oleh Teguh Imam Rahayu. Diakses pada 7 Februari 2020. https://media.neliti.com.

P-23

KEKAKUAN PELAT BETON BERTULANG BERONGGA DUA ARAH DENGAN PEMANFAATAN PIPA PVC SEBAGAI PEMBENTUK RONGGA

THE STIFFNESS OF HOLLOW REINFORCEMENT CONCRETE IN TWO-WAY DIRECTION USING PVC PIPE AS A CAVITY

Wahyu Mahendra Trias Atmadja[1], Herman Parung[2], Rita Irmawaty[3] dan A. Arwin Amiruddin[4]

[1,2,3,4]*Civil Engineering Departement of Hasanuddin Univercity. St. Poros Malino KM 06 Bontomarannu, Gowa*

E-mail: mahendrawahyu1975@gmail.com

Diterima : 21-09-2020	Diperbaiki: 24-09-2020	Disetujui: 07-12-2020

ABSTRAK

Peningkatan kuat lentur pada pelat beton bertulang dapat dilakukan dengan menambah tebal efektif pelat (d) atau tebal pelat. Namun penambahan ini akan membuat pelat menjadi lebih berat. Berat pelat dapat dikurangi dengan mengganti sejumlah beton pada daerah tarik dengan membuat rongga dari modifikasi pipa PVC tanpa mengurangi kuat lenturnya, dikarenakan kelemahan alami beton terhadap kuat tarik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh adanya rongga pada pelat beton bertulang terhadap kekakuan pelat, dilakukan di laboratorium dengan 3 varian benda uji yaitu pelat pejal (PP) dengan tebal 14 cm, pelat berongga (PB-1) dengan tebal yang sama dengan PP yaitu 14 cm serta pelat berongga (PB-2) memiliki volume yang sama dengan pelat PP dengan tebal 15,9 cm. Pelat PP, PB-1 dan PB-2 masing-masing memiliki panjang 275 cm dan lebar 180 cm dan di cor dengan beton cast in-situ dengan ukuran dan jarak tulangan yang sama. Pola pembebanan yang digunakan adalah pola pembebanan merata dengan analisa dua arah, pelat tertumpu sederhana pada keeampat sisinya. Penentuan kekakuan pelat dipengaruhi oleh nilai beban dan lendutan pada retak awal. Dimana kekakuan hasil analisa pelat PP 16,32 kN, PB-1 sebesar 14,79 kN dan PB-2 sebesar 23,94 kN, sedangkan nilai eksperimen kekakuan pada pelat PP sebesar 14,26 kN, pelat PB-1 sebesar 12,37 kN dan pelat PB-2 sebesar 22,35 kN.

Kata kunci** : **Pelat Berongga PVC, Retak Awal dan Kekakuan

ABSTRACT

Increasing the flexural strength of reinforced concrete slabs can be done by increasing the effective thickness of the plates (d) or the thickness of the plates. However, this addition will make the plate heavier. The plate weight can be reduced by replacing the amount of concrete in the tensile area by creating a cavity from modified PVC pipe without reducing its flexural strength, due to the natural weakness of concrete in tensile strength. This research was conducted to determine the effect of cavities on reinforced concrete slabs on plate stiffness, carried out in a laboratory with 3 variants of test objects, namely solid plates (PP) with a thickness of 14 cm, hollow plates (PB-1) with the same thickness as PP and the hollow plate (PB-2) has the same volume as the PP plate with a thickness of 15.9 cm. PP, PB-1 and PB-2 plates each have a length of 275 cm and a width of 180 cm and are cast with in-situ cast concrete with the same size and reinforcement distance. The loading pattern used is a uniform loading pattern with a two-way analysis, the plate is supported simply on the sides. The determination of the plate stiffness is influenced by the load value and the deflection in the initial crack. Where the stiffness of the PP plate analysis results is 16.32 kN, PB-1 is 14.79 kN and PB-2 is 23.94 kN, while the experimental value of the stiffness on the PP plate is 14.26 kN, PB-1 plate is 12.37 kN and PB-2 plates of 22.35 kN.

Keywords** : **Hollow Reinforcement Concrete, Initial Crack, Stiffness

PENDAHULUAN

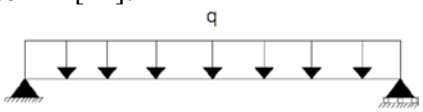
Dengan semakin mahalnya harga material dan upah tukang menyebabkan biaya konsstruksi yang semakin mahal pula,hal tersebut mendorong munculnya berbagai inovasi teknologi yang lebih murah dan mudah dalam pelaksanaannya [1] serta pemanfaatan penggunaan material yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif inovasi teknologi ini diantaranya adalah penelitian tentang pemanfaatan limbah plastik botol bekas kemasan air minum untuk balok *girder* tipe T untuk jembatan [2] dengan teori bahwa pengurangan penampang tarik dibawah garis netral dapat mengurangi penggunaan beton.

Penelitian ekperimen tentang penempatan bekas kemasan air minum pada daerah Tarik balok konstruksi bangunan menyatakan bahwa rongga yang terbentuk ternyata tidak mengurangi kekuatan lentur dari balok [3] serta penelitian tentang momen retak balok beton bertulang berongga bola[4] tidak terjadi perbedaan yang *significan* dengan balok beton tanpa rongga. Inovasi penelitian pada pelat lantai beton bertulang untuk mendapatkan pelat lantai yang lebih tipis dan ringan tetapi dapat memikul beban dengan aman diantaranya diawali dengan penemuan pelat beton bertulang berlubang memanjang (*hollow core slab*)[5], dan *Biaxial Hollow Slab* [6]. Kedua jenis pelat tersebut memiliki rongga pada beton didaerah tarik yang bertujuan untuk mengurangi berat sendiri pelat [7].

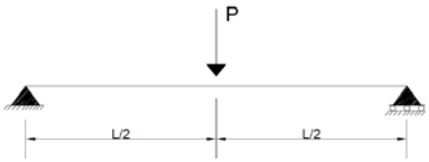
Pelat berongga bola mempunyai kelebihan dimana pelat dapat digunakan untuk sistem satu arah maupun sistem dua arah. Analisa pengujian dan numerik dengan menggunakan pemodelan elemen hingga non linier pada pelat beton bertulang berongga satu arah menghasilkan nilai kuat lentur, daktalitas dan kekakuan yang tidak terlalu jauh dengan pelat beton bertulangnya [8] demikian pula penelitian pelat berongga sebagai diagfragma struktur [9] dan sambungannya pada pelat bangunan bertingkat tinggi memperlihatkan kinerja yang baik sebagai bagian dari struktur bangunan [10].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan dan menganalisis nilai kekakuan pelat pejal (PP) jika dibandingkan dengan Pelat Berongga (PB-1) dan Pelat Berongga (PB-2). Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini adalah simulasi pembebanan merata dengan menggunakan pengujian pelat dua arah yang ditumpu dengan tumpuan sendi pada keempat sisinya yang mengacu pada ASTM E2322 [11].

Suatu struktur pelat lantai beton bertulang harus dapat menahan lendutan tanpa menimbulkan kerusakan elemen non struktural seperti keramik lantai maupun ketidaknyamanan karena terjadinya getaran akibat orang berjalan. Lendutan elastis yang terjadi di tengah bentang pelat akibat beban merata digambarkan pada gambar 1 sedangkan beban terpusat digambarkan pada gambar 2 dibawah ini[12].



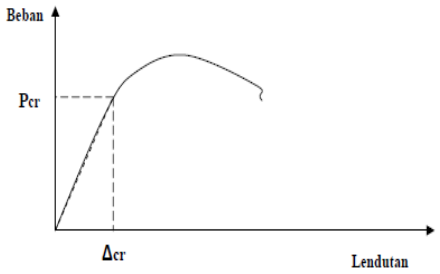
Gambar 1. Kurva Lendutan Akibat Beban Merata



Gambar 2. Kurva lendutan akibat gaya terpusat di tengah bentang

Pengendalian terhadap lendutan dapat dilakukan dengan cara menggunakan langsung kriteria tebal minimum pelat atau menghitung lendutan yang terjadi dan kemudian membandingkan dengan lendutan ijin maksimum sesuai dengan SKSI 2847:2019 sub pasal 24.2.2 tentang batas ledutan untuk pelat dengan beberapa kondisi [13].

Kekakuan didefinisikan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu lendutan sebesar satu satuan sehingga kekakuan elastis pada pelat beton bertulang metode secan dapat dihitung sesuai gambar 3 berikut ini[12] :



Gambar 3. Kurva beban terhadap lendutan

METODOLOGI

Perancangan benda uji dilakukan setelah diketahui data peralatan laboratorium dan data material yang dapat digunakan untuk

pembuatan benda uji. Selanjutnya dilakukan perancangan benda uji sesuai dengan data yang diperlukan dan sesuai dengan tujuan penelitian. Perancangan meliputi desain dimensi benda uji dan metode pengujian benda uji serta material yang dipilih untuk pembuatan benda uji apakah sudah memenuhi syarat untuk pembuatan benda uji sesuai dengan kondisi atau mutu yang telah direncanakan. Kuat tekan yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 29 Mpa, berdasarkan SNI 7394-2008 proporsi campuran beton untuk 1 m3 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi beton

Komposisi Beton	Nilai	Satuan
Semen OPC	3,275	kN/m3
Abu Batu	1,402	kN/m3
Air	185	Lt/m3
Super Plasticizer	2	Lt/m3
Agregat Kasar	8,728	kN/m3
Agregat Halus	7,55	kN/m3

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 28 hari, analisa data hasil pengujian kuat tekan beton normal dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Uji kuat tekan beton silinder normal

Benda Uji	Berat	Beban Pembacaan	Fc'=P/A	fcr	fc
	(N)	(N)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	121,70	582610	32,96	31,19	28,51
2	120,82	567970	32,13		
3	120,82	520000	29,41		
4	121,99	535000	30,26		

Hasil analisa kuat tekan beton silinder normal pada umur 28 hari adalah 28,51 Mpa.

Pengujian modulus elastisitas dilakukan pada saat umur beton 28 hari, hasil pengujiannya dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Pengujian modulus elastisitas beton normal

Benda Uji	Dimensi (mm)	Beban (N)	S1 (Mpa)	S2 (Mpa)	ε2 (μ)	Ec (Mpa)
1	100 x 200	32090	0,513	12,84	586,48	22970,56
2	100 x 200	32760	1,408	13,10	624,28	20367,86
3	100 x 200	23800	1,339	9,52	447,89	20559,06
					Rata-rata	21299,16
				Empirir (Ec=4700 √fc)		25104,34

Analisa data hasil pengujian kuat tarik besi dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini:

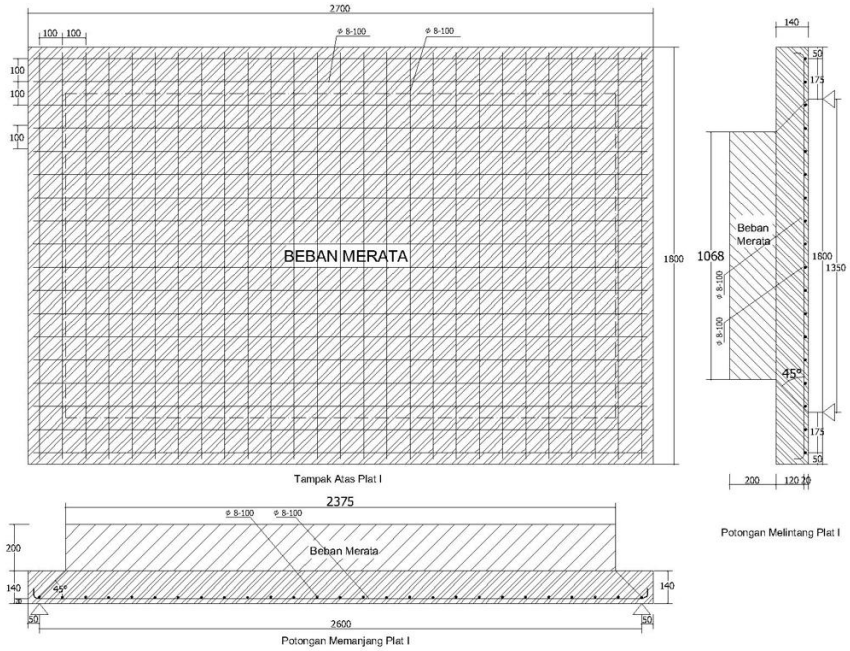
Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik besi

Diameter Besi (mm)	Luas Penampang (mm^2)	Beban		Tegangan	
		Leleh (kN)	Putus (kN)	Leleh (Mpa)	Ultimate (Mpa)
Besi Diameter 8 mm	50,26	20,22	27,75	402,31	552,13
	50,26	20.21	27,77	402,11	552,53
	50,26	20,22	27,78	402,31	552,73
		Rata-rata		402,4	552,46

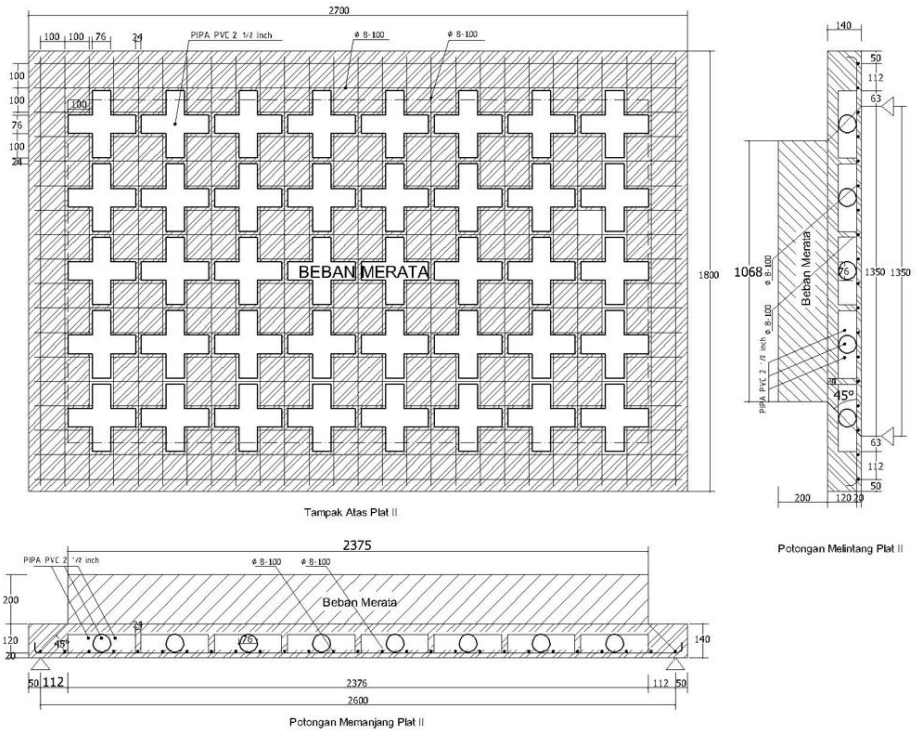
Ketiga pelat memiliki dimensi panjang dan lebar yang sama yaitu 2750 mm dan 1800 mm. Pelat Pejal (PP) memeliki tebal yang sama dengan pelat berongga (PB-1) 14 cm sedangkan Pelat Berongga (PB-2) memiliki volume yang sama dengan pelat Pejal (PP) dengan ketebalan Pelat Berongga (PB-2) sebesar 159 mm. Rongga dibentuk dari modifikasi pipa PVC 3 dimensi yang mempunyai diameter 76mm, sedangkan pembesian arah memanjang dan melintang digunakan besi diameter 8 mm dengan jarak antar tulangan 100 mm. Detail benda uji dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 4, gambar 5 dan gambar 6 dibawah ini :

Tabel 5. Komposisi pelat uji

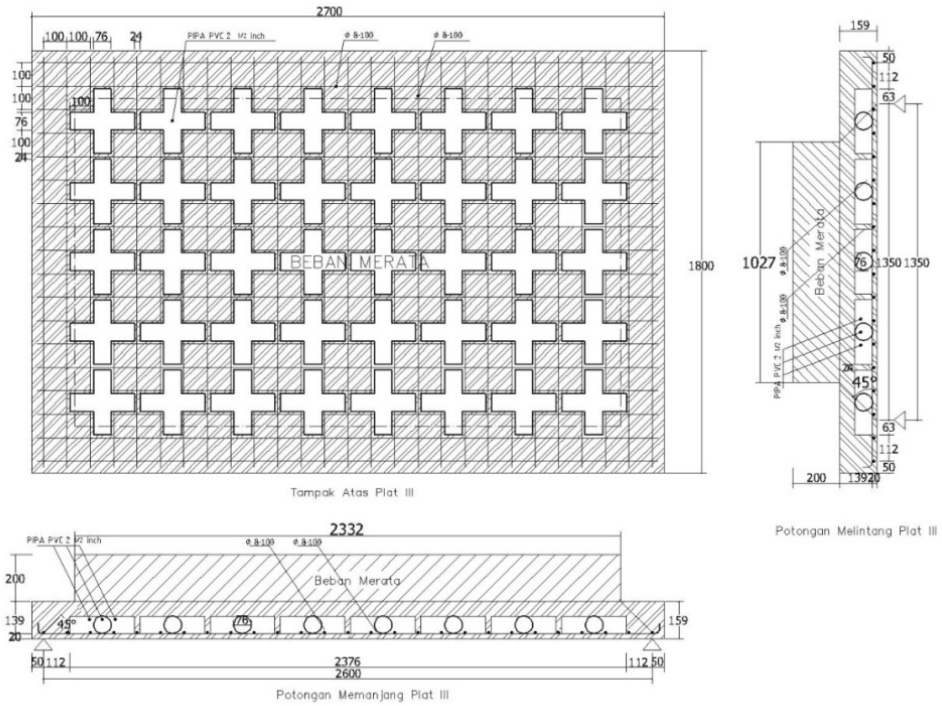
Pelat	Dimensi Pelat (mm)	∅ rongga (mm)	Jarak antar bola (mm)	Berat mati tiap 1 m^2	ρ (%)	d (mm)	Volume beton
PP	2750x1800x140	-	-	315,663	0,403	112,4	100 %
PB-1	2750x1800x140	76	24	273,54	0,403	112,4	86,33%
PB-2	2750x1800x159	76	24	315,663	0,345	131,4	100%



Gambar 4. Pelat pejal (PP)



Gambar 5. Pelat berongga tebal 14 cm (PB-1)



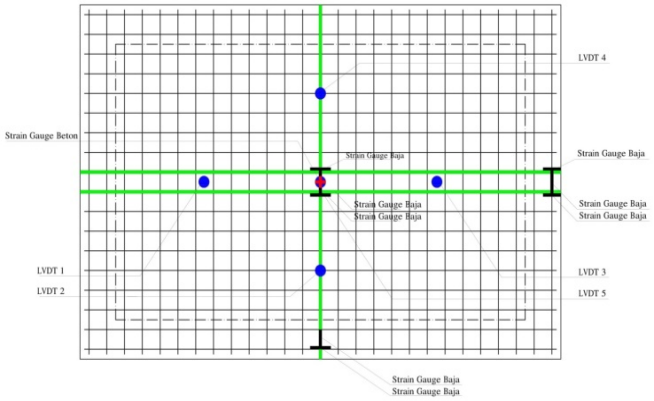
Gambar 6. Pelat berongga tebal 15,9 cm (PB-2)

Benda uji akan diuji minimal setelah berumur 28 hari. Selama menunggu benda uji berumur 28 hari dilakukan kegiatan setting alat pengujian. Dalam penelitian ini benda uji ditumpu dengan tumpuan sendi sepanjang keempat sisinya. Setting alat pengujian mengacu pada ASTM E2322 yaitu pengujian pelat dua arah dengan simulasi beban merata. Pola pembebanan merata dilakukan dengan pemberian beban berupa karung-karung pasir, selanjutnya diatas karung-karung pasir diberi pelat pelat beton kemudian dipasang dudukan dari baja untuk menyalurkan beban dari *hydraulic jack* ke pelat beton. Diharapkan dengan pola pembebanan ini dapat menyerupai pembebanan dengan beban merata. Pembebanan dilakukan secara bertahap hingga mencapai kapasitas pelat.

Data yang diambil dalam pengujian ini antara lain, data beban yang didapat dari pencatatan beban setiap penambahan karung pasir, beton dan baja, data lendutan pelat, didapat dari LVDT yang dipasang di beberapa titik yang kemudian dibaca melalui data logger, data pola retak, setiap terjadi retak dilakukan pencatatan nomor terjadinya retak dan penandaan pada data beban sehingga dapat diketahui terjadinya retak, data regangan baja tulangan didapat dari pembacaan strain gauge dengan data logger.



Gambar 7. Setting sendi dan frame load



Gambar 8. Perletakan strain gauge dan LVDT

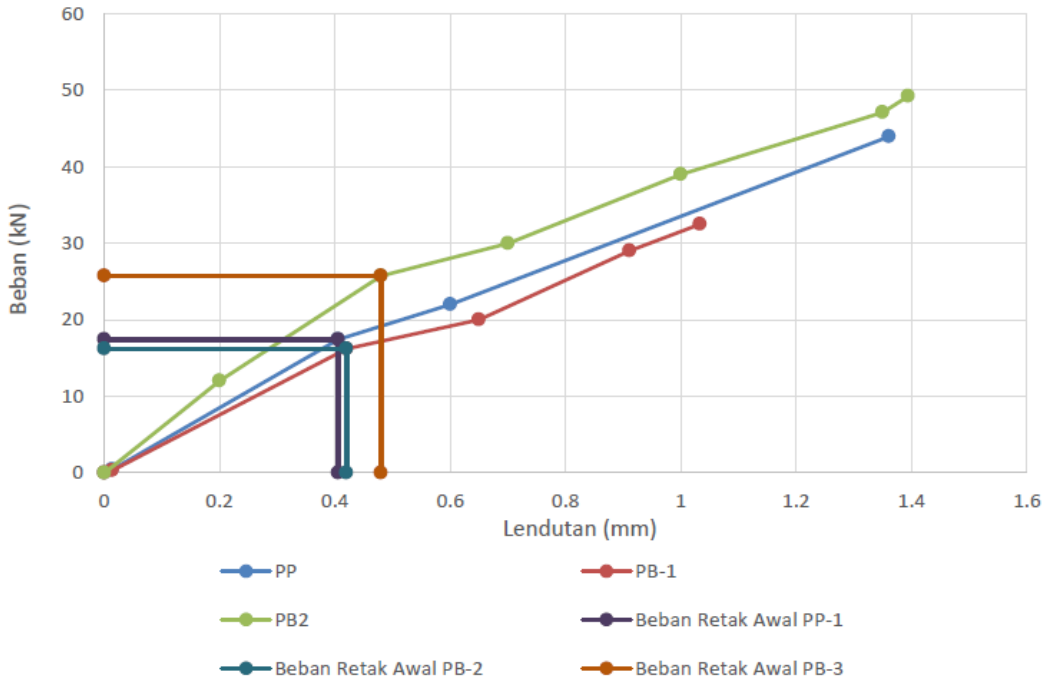
Data yang dicatat dari pengujian meliputi data beban, lendutan dan regangan baja tulangan. Untuk pengamatan retak pada pelat dilakukan secara visual dan diikuti dengan memberikan tanda dan nilai pada pelatnya.



Gambar 9. Pembebanan benda uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian direkap dan kemudian digambarkan dalam bentuk diagram hubungan beban dan lendutan. Sedangkan secara analitis perhitungan beban pada saat retak awal menggunakan SNI 2847-2019 pasal 26.12.5 tentang modulus runtuh dan rumus momen retak pada pasal 24.2.3.9. Kondisi retak awal dalam penelitian ini sangat sulit didapatkan, oleh karena itu data yang mewakili kondisi retak awal adalah satu data sebelum terjadi retak pertama. Pada pelat pejal (PP) beban pada retak awal adalah 17,4 kN dengan lendutan 0,406 mm, pelat berongga (PB-2) beban pada retak awal 16,2 kN dengan lendutan 0,42 mm dan pada pelat berongga (PB-3) beban pada retak awal 25,7 kN dengan lendutan 0,48 mm. Pembebanan dan lendutan pelat benda uji hasil eksperimen ditengah bentang pada kondisi retak awal dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Hubungan beban dan lendutan pada retak awal

Perhitungan analisa pelat uji disajikan pada tabel 6 dibawah ini,

Tabel 6. Perhitungan Rekapitulasi Daktalias Pelat.

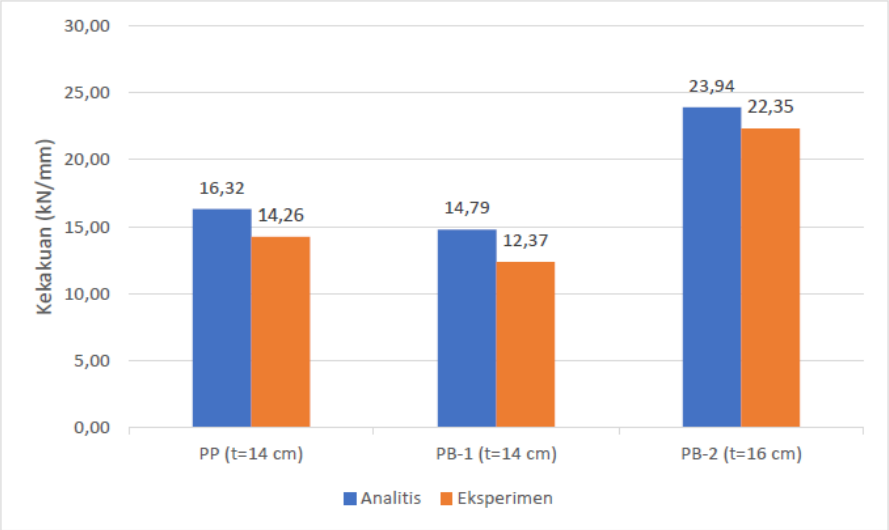
Pelat	Titik Berat Y (mm)	Inersia Pcr (kN)	Beban Retak Δcr (mm)	Lendutan (mm)
PP	67,578	331625724,70	28,878	1,402
PB-1	67,334	297759477,77	20,700	1,4
PB-2	76,970	467449196,20	28,818	1,204

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kekakuan pelat beton PB-2 (t=16 cm) lebih besar dari PP dan PB-1 (t=14 cm), dimana beton berongga PB-1 sebesar 87% dari pelat PP dan beton berongga PB-2 157% dari pelat pejal (PP). Hal ini bila dibandingkan dengan hasil hitungan analitis kondisinya berbanding lurus dimana kekakuan pelat beton PP (t=14 cm) dan PB-1 (t=14 cm) lebih kecil dari beton berongga PB-2 (t=16cm), dimana beton berongga PB-1 sebesar 91% dari pelat PP dan beton berongga PB-2 147% dari pelat pejal (PP) sebagaimana disajikan pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Kekakuan eksperimen dan kekakuan analisis

Pelat	Tebal	Kekakuan Analitis		Kekakuan Eksperimen	
	(mm)	(kN/mm)	(%)	(kN/mm)	(%)
PP	140	16,32	100	14,26	100
PB-1	140	14,79	91	12,37	87
PB-2	15,9	23,94	147	22,35	157

Kekakuan untuk masing- masing benda uji pada kondisi retak awal disajikan pada histogram gambar 11 dibawah ini.



Gambar 11. Kekakuan Eksperimen dan Analisa pada PP,PB-1 dan PB2

KESIMPULAN

Kekakuan pelat pada Pelat Berongga (PB-2) dengan volume beton yang sama dengan Pelat Pejal (PP) mempunyai nilai yang lebih tinggi, sedangkan pada pelat berongga (PB-1) dengan tebal yang sama dengan pela pejal (PP) mempunyai nilai kekakuan yang sedikit lebih rendah, sedangkan penempatan rongga dengan modifikasi pipa PVC pada daerah tarik pelat beton efektif meningkatan kekakuan pada pelat dengan menggunakan volume yang sama jika dibandingkan dengan pelat tanpa rongga.

SARAN

Perlu dilakukan eksperimen dengan benda uji yang lebih banyak lagi dengan variasi volume beton dan variasi rongga sehingga akan didapatkan nilai kekakuan yang optimum terhadap beban yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Firdaus, S. Sangadji, and W. Hartono, "Analisis Perbandingan Efisiensi Penggunaan Hollow Core Slab (HCS) Dibandingkan Dengan Pelat Konvensonal In Situ Pada Proyek Pembangunan Gudang Ciwastra Bandung," vol. i, pp. 1418–1426, 2017.

[2] S. Sariman and A. R. Nurdin, "Perilaku Lentur Balok T Beton Tulang Berlapis Rongga Limbah," *Semin. Ilm. Nas. Tek. Sipil Univ. Bosowa*, pp. 77–91, 2017.

[3] T. Sipil, F. Teknik, and U. Indonesia, "Studi eksperimental balok berongga dengan pemanfaatan limbah botol pet," 2013.

[4] M. Maskimi, S. Murtiadi, and A. Akmaluddin, "Perilaku Struktur Balok Beton Berongga Bola," *Spektrum Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 129–137, 2018.

[5] M. Aldejohann, "Zum Querkrafttragverhalten von Hohlkörperdecken mit zweiachsiger Lastabtragung," 2008.

[6] A. Churakov, "Biaxial hollow slab with innovative types of voids," *Constr. Unique Build. Struct.*, vol. 6, no. 21, pp. 70–88, 2014.

[7] P. C. J. Hoogenboom, "Analysis of hollow-core slab floors," *Heron*, vol. 50, no. 3, pp. 173–185, 2005.

[8] D. G. Jati, "Pemodelan Elemen Hingga Non Linier Pelat Satu Arah Beton Bertulang Berongga Bola," *J. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 4, pp. 233–240, 2016, doi: 10.24002/jts.v12i4.631.

[9] A. L. Angkiriwang, P. Studi, T. Sipil, and F. Teknik, "Pengembangan Pelat Hollow Core Slab (HCS) sebagai Diafragma Struktur," 2002.

[10] J.-Y. Song, E. Kim S, H. Lee, and H.-G. Kwak, "Load Distribution Factors for Hollow Core Slabs with In-situ Reinforced Concrete Joints," *Int. J. Concr. Struct. Mater.*, vol. 3, no. 1, pp. 63–69, 2009, doi: 10.4334/ijcsm.2009.3.1.063.

[11] ASTM E2322-032015."Standart Test Method for Conducting Tranverse and Concentrated Load Test on Panels Used in Floor and Roof Construction .

[12] Gere dan Timoshenko, 2000, "Mekanika Bahan 1", Penerbit Erlangga, Jakarta

[13] SK SNI 03-2847, 2019, "Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung", Departemen Pekerjaan Umum Indonesia.

P-25

PENGARUH JARAK REAKTOR TERHADAP PENURUNAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH TAHU DI KOTA SAMARINDA

THE EFFECT OF REACTOR DISTANCE ON COD AND TSS REDUCTION IN KNOW WASTE IN SAMARINDA CITY

Wahyudi[1], Baso Cante[2], Mustafa[3], Sitti Sahraeni[4]

[1,3,4]Program Studi S1 Terapan Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Samarinda
[2]Program Studi D3 Teknik Perawatan dan Perbaikan Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Samarinda

**Email : mustafa@polnes.ac.id*

Diterima 21-09-2020	Diperbaiki 18-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Limbah cair industri tahu memiliki nilai COD dan TSS yang melebihi baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Tingginya nilai COD dan TSS limbah cair industri tahu disebabkan oleh kandungan organic yang tinggi. Kandungan organic dalam limbah cair industry tahu dapat diturunkan dengan proses fermentasi menggunakan reaktor. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh panjang reaktor terhadap penurunan kadar COD dan TSS limbah cair industri tahu menggunakan metode fermentasi menggunakan starter usus sapi. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan jarak sampling pada reaktor alir pipa yaitu 20 cm, 40 cm, 60 cm, dan 80 cm. Proses dilakukan dengan waktu 45 hari dan loading rate 0,8 L/5 hari. Berdasarkan hasil penelitian waktu dan jarak sampling berpengaruh terhadap % penurunan kadar COD dan TSS. Proses fermentasi dengan menggunakan reaktor alir pipa mampu menurunkan COD hingga 98,57% dengan nilai COD 196 mg/L pada jarak sampling 80 cm di hari ke 45, sedangkan TSS dapat diturunkan hingga 77,38% dengan nilai TSS 38 mg/L pada jarak sampling 80 cm di hari ke 45. Nilai COD dan TSS tersebut telah mencapai baku mutu lingkungan berdasarkan peraturan daerah provinsi Kalimantan Timur nomor 02 tahun 2011.

Kata kunci: COD, Limbah cair tahu, Panjang, Reaktor, TSS.

ABSTRACT

Tofu industry liquid waste has COD and TSS values that exceed established environmental quality standards. The high value of COD and TSS of tofu industry wastewater is caused by high organic content. Organic content in tofu industry liquid waste can be reduced by the fermentation process using a reactor. This research was conducted to determine the effect of reactor length on reducing levels of COD and TSS of tofu industrial wastewater using fermentation method using cow intestinal starter. This research was conducted by varying the sampling distance in the pipeline flow reactor, namely 20 cm, 40 cm, 60 cm, and 80 cm. The process is carried out with 45 days and a loading rate of 0.8 L / 5 days. Based on the results of the study the time and distance of the sampling effect on% decrease in COD and TSS levels. The fermentation process using a pipeline reactor can reduce COD up to 98.57% with a COD value of 196 mg / L at a sampling distance of 80 cm on the 45th day, whereas TSS can be reduced to 77.38% with a TSS value of 38 mg / L at a distance sampling 80 cm on day 45. The COD and TSS values have reached the environmental quality standard based on the East Kalimantan provincial regulation number 02 of 2011.

Keywords: COD, Tofu liquid waste, Length, Reactor, TSS.

PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu makanan Indonesia yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Saat ini produksi tahu di daerah Samarinda masih diproduksi dalam skala rumah tangga dengan produksi sebesar 10 ton kedelai/bulan. Terdapat kurang lebih 80 industri rumahan yang memproduksi tahu dan tersebar di beberapa kecamatan yang ada di Kota Samarinda. Satu industri tahu rumahan dapat menghasilkan 20 m3/hari limbah cair (Ananda. R.E., dkk., 2018). Selama ini limbah tahu belum dimanfaatkan dengan maksimal, sehingga dapat merusak lingkungan karena kandungan organiknya yang lebih tinggi dari baku mutu lingkungan seperti COD dan TSS.

Limbah tahu dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi (Rossiana, 2006). Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD yang cukup tinggi pula, jika langsung dibuang ke badan air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada (Kaswinarni, 2007).

Limbah tahu mengandung BOD5 (6.000- 8.000 mg/L), COD (7.500-14.000 mg/L), TSS (535-585) dan Suhu (37-45℃). Kandungan organik yang ada pada limbah tahu tersebut dapat diolah dengan metode fermentasi untuk menghasilkan biogas. Pengolahan limbah tahu, dapat juga menghasilkan produk samping berupa pupuk organik dan dapat menjadi salah satu metode pengolahan limbah organik yang baik untuk mengurangi pencemaran lingkungan (Kaswinarni, 2007).

Sumber pencemar yang terkandung dalam limbah tahu mengandung bahan organik yang tinggi seperti TSS (Total Suspended Solid) dan COD (Chemical Oxygen Demand). Jika limbah tahu tersebut dibiarkan mengalir ke badan air secara terus menerus maka akan mengganggu lingkungan yaitu timbulnya bau busuk dan kematian terhadap organisme air sehingga perlu adanya pengolahan limbah cair tahu untuk menurunkan beban pencemaran yang ada.

Pada penelitian ini, sistem yang akan digunakan untuk mengolah limbah tahu adalah sistem batch menggunakan reaktor alir pipa. Sistem Batch merupakan fermentasi dengan cara memasukan media dan inokulum secara bersamaan ke dalam reaktor dan pengambilan produk samping berupa biogas dilakukan pada akhir fermentasi. Akan tetapi dalam penelitian ini fokusnya adalah pengolahan limbah bukan pada biogasnya. Pada sistem batch bahan media dan inokulum dalam waktu yang hampir bersamaan dimasukan ke dalam bioreactor, dan pada saat proses berlangsung akan terjadi perubahan kondisi di dalam bioreactor (Mayasari, 2010).

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan sampel limbah air tahu. Penelitian pertama menggunakan bahan baku limbah tahu dan starter kotoran sapi dengan sistem batch, serta dengan variabel berubahnya yaitu volume starter, dengan kondisi terbaik adalah perbandingan limbah cair tahu dengan starter yaitu 15 liter limbah cair tahu dan 2,5 L starter dengan waktu selama 30 hari yang mendapatkan hasil yang penurunan COD 78% dan TSS 50%, (Anggraini dkk, 2009).

Pada penelitian kedua dengan menggunakan bahan baku limbah tahu dan starter isi dalam usus sapi dengan sistem reaktor alir pipa, dengan variabel berubah loading rate, kondisi terbaik diperoleh pada loading rate 0,930 L/hari limbah tahu pada hari ke 30 dengan nilai COD sebesar 272 mg/L, (Allo, 2015).

Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan limbah tahu menggunakan reaktor alir pipa dan starter menggunakan isi dalam usus sapi, karena didalam isi usus sapi, hidup beberapa jenis mikroba seperti bakteri, fungi, yeast dan protozoa, (Putri & Tsani, 2015). Penelitian ini ada kesamaan dengan penelitian kedua namun terdapat perbedaan yaitu variabel. Variabel yang divariasikan adalah jarak sampling pada reaktor. Sedangkan pada penelitian sebelumnya memvariasikan loading rate.

Pada Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan COD dan TSS limbah cair industri tahu pada reaktor alir pipa dengan variasi jarak sampling, untuk mengurangi limbah cair tahu yang berpotensi merusak lingkungan dan untuk mengetahui karakteristik limbah cair industri tahu dengan menggunakan reaktor alir pipa.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi pada masyarakat, mahasiswa, peneliti dan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknologi dalam menanggulangi limbah cair industri tahu. Dan juga diharapkan dapat memberikan informasi

tentang bagaimana limbah cair industri tahu menggunakan reaktor alir pipa.

METODOLOGI

JALAN PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Dasar Politeknik Negeri Samarinda. Tempat pengambilan sampel bahan baku berupa Limbah Cair Tahu dilakukan di Loa Janan Samarinda Seberang dan starter diambil pada tempat pemotongan hewan kota Samarinda.

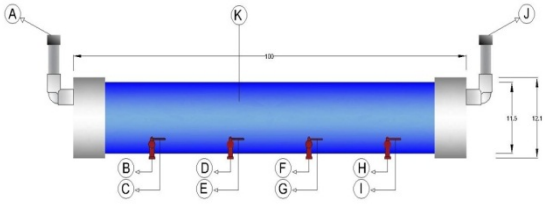
RANCANGAN PENELITIAN

Rancangan penelitian terdiri variable berubah, variabel tetap dan variabel respon.

Variabel berubah pada penelitian ini adalah jarak sampling yaitu, 20 cm, 40 cm, 60 cm, dan 80 cm, pada reaktor alir pipa dan variabel tetap pada penelitian ini adalah waktu fermentasi anaerob yaitu 20 hari dengan volume sampel 8 liter dan penambahan sampel 0,8 L/5hari dihari ke 20 sampai hari ke 45 serta variabel respon pada penelitian ini adalah COD sesuai dengan (SNI 06-6989.15-2004) dan TSS sesuai dengan (SNI 06-6989.27-2005).

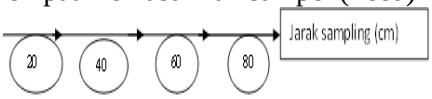
ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah sebagai berikut: erlenmeyer asa 250 ml, erlenmeyer vakum 250 ml, alat refluks, desikator, pipet volume 5 ml, 10 ml, dan 15 ml, buret tingkat ketelitian 0,05 ml, hot plete, timbangan, alat pompa vakum dan reaktor alir pipa dengan volume (8,1 L), (dengan gambar 1. Reaktor Alir Pipa) sebagai berikut :



Gambar 1. Reaktor Alir Pipa

Keterangan gambar:
A > Tempat memasukkan sampel (Feed)

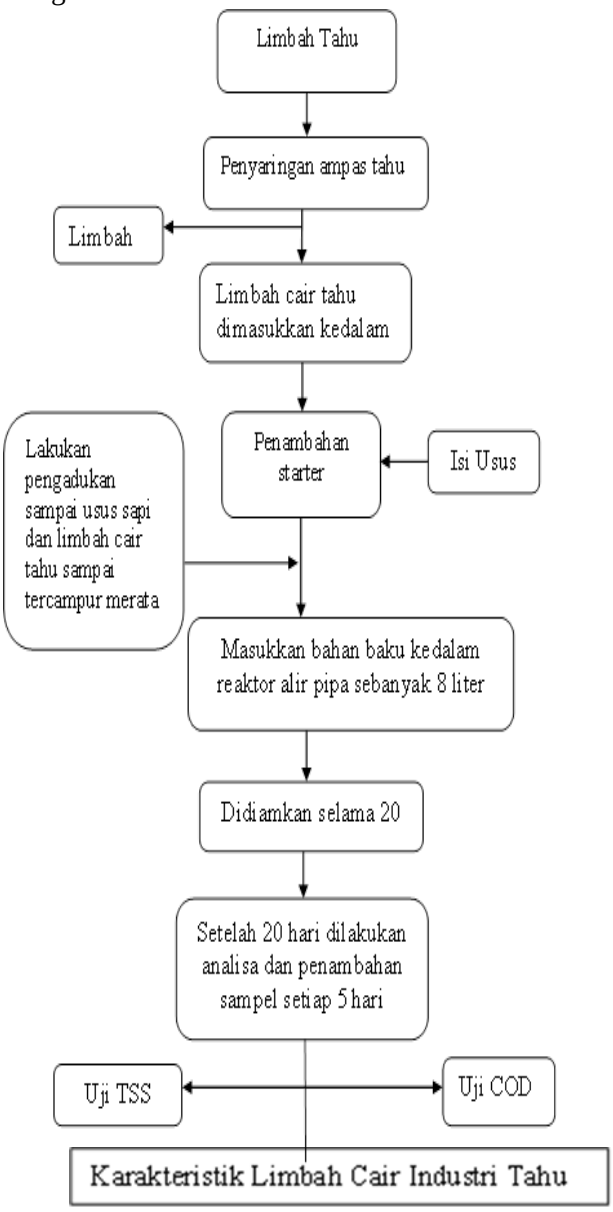


B > Tempat pengambilan/saluran pengambilan sampel (jarak sampling 20cm)
C > Keran jarak sampling 20cm.
D > Tempat pengambilan/saluran pengambilan sampel (jarak sampling 40cm)
E > Keran jarak sampling 40cm
F > Tempat pengambilan/saluran pengambilan sampel (jarak sampling 60cm)
G > Keran jarak sampling 60cm.
H > Tempat pengambilan/saluran pengambilan sampel (jarak sampling 80cm)
I > Keran jarak sampling 80cm.
J > Tempat Keluar produk, berupa gas.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut: limbah tahu, aquadest, K2Cr2O7, AgSO4xH2SO4, indikator ferroin, FAS (Ferro Aluminium Sulfat), jeroan usus sapi dan kertas Saring wathman No. 42

PROSEDUR PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

PROSEDUR KERJA

Preparasi Bahan Baku

Melakukan pengayakan bahan baku kemudian pisahkan antara padat dengan limbah cair tahu yang akan digunakan.

Prosedur Utama

Melakukan penyaringan pada limbah tahu kemudian dipisahkan dari limbah cairnya yang akan digunakan sebagai bahan baku kemudian memasukkan bahan baku kedalam bak berkapasitas 10 liter lalu menambahkan starter bagian dalam isi usus sapi sebanyak 1,8 L kedalam bak serta melakukan pengadukan sampai isi usus sapi sehingga limbah tahu tercampur merata. Setelah tercampur merata, memasukkan kedalam alat reaktor alir pipa sebanyak 8 liter lalu mendiamkan selama 20 hari. Setelah 20 hari, melakukan analisa COD dan TSS dan menambahkan limbah cair tahu sebanyak 0,8 L/5 hari. Kemudian melakukan analisa COD dan TSS dihari ke 25, 30, 35, 40, dan 45.

Prosedur analisa

Analisa COD (SNI 06-6989.15-2004)

a) Memipet 10 ml contoh uji, masukkan kedalam Erlenmeyer 250 ml
b) Menambahkan 0,2 g serbuk HgSO4 dan beberapa batu didih.
c) Setelah itu, memipet 10 ml contoh uji kedalam erlenmeyer 250 ml
d) Menambahkan 5 ml K2Cr2O7 0,25 N ke masing-masing Erlenmeyer.
e) Menambahkan 15 ml pereaksi AgSO4xH2SO4 perlahan - lahan sambil mendinginkan di dalam air pendingin
f) Kemudian menghubungkan dengan pendingin liebig dan mendidihkan diatas hot plate dengan suhu 150℃ selama 2 jam.
g) Mendinginkan dan mencuci bagian dalam dari pendingin dengan air suling hingga volume contoh uji menjadi lebih kurang 70 ml kemudian memipet 10 ml aquadest kedalam erlenmeyer 250 ml,
h) Kemudian melakukan langkah (a) sampai (g), (sebagai blanko)
i) Mendinginkan sampai temperatur kamar, kemudian menambahkan indikator ferroin 2 sampai 3 tetes,lalu menitrasi dengan larutan FAS 0,1 N sampai warna merah kecoklatan, kemudian mencatat kebutuhan larutan FAS.

Rumus :

COD =((A-B)x C x 8000)/(V .sampel)

A = Volume larutan FAS yang dibutuhkan blanko, mL;
B = Volume larutan FAS yang dibutuhkan sampel, mL;
C = Normalitas larutan FAS
V = Volume Sampel, ml;

Analisa TSS (SNI 06-6989.27-2005)

a) Timbang kertas saring kosong dan mencatat berat kertas saring kosong
b) Pipet 50 ml sampel untuk disaring dengan alat pompa vakum.
c) Bilas kertas saring dengan 10 ml aquades sebanyak 3 kali,
d) Letakkan kertas saring diatas wadah kemudian dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan dengan suhu 105℃ selama 1 jam,
e) Kemudian dinginkan kertas saring menggunakan desikator dan timbang kertas saring yang telah digunakan untuk menyaring sampel, catat berat kertas saring setelah penyaringan.
f) Dimasukkan lagi kertas saring ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 105℃ selama setiap 5 menit, sampai berat kertas saring konstan.

Rumus : TSS =((A-B)x ⟦10⟧^6)/(V .sampel)

A = Berat kertas saring + residu , gr;
B = Berat kertas saring mula-mula, gr;
V = Volume sampel, mL

Standarisasi larutan Fero Amonium Sulfat (FAS)

a) Memipet 10 ml larutan K2Cr2O7 0,25 N kedalam erlenmeyer 250 ml
b) Menambahkan aquadest 100 ml
c) Menambahkan 30 ml H2SO4 pekat, kemudian dinginkan
d) Setelah dingin, lalu menambahkan indikator ferroin 2-3 tetes
e) Menitrasi dengan FAS sampai warna larutan berubah dari hijau kebiru-biruan menjadi orange kemerah-merahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Hasil analisa TSS

Jarak Sampling	Waktu fermentasi anaerob					
	20 hari	25 hari	30 hari	35 hari	40 hari	45 hari
20	110	76	28	92,2	62	58
40	104	26	28	52	58	52
60	98	86	24	52	48	40
80	90	30	22	48	46	38

Tabel 2. Hasil analisa COD

Jarak Sampling	Waktu Fermentasi anaerob					
	20 hari	25 hari	30 hari	35 hari	40 hari	45 hari
20	9.643,20	9.604	4.704	5.096	3.136	2.352
40	8.036	7.644	4.704	5.488	1.176	1.176
60	7.448	9.604	6.272	6.664	588	392
80	6.742,40	5.096	4.704	4.312	196	196

PEMBAHASAN

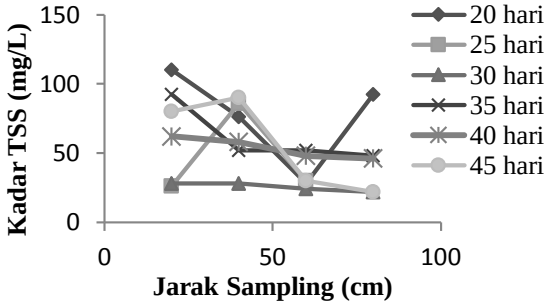
Penelitian ini dilakukan dengan mengolah limbah cair tahu secara anaerobik dengan menggunakan reaktor alir pipa, yang bertujuan untuk mengetahui penurunan COD dan TSS limbah cair tahu pada reaktor alir pipa dengan variasi jarak pengambilan sampel. Pengolahan limbah cair tahu menggunakan starter bagian dalam isi usus sapi. pada bagian dalam isi usus sapi hidup beberapa jenis mikroba seperti bakteri, fungi, dan protozoa. Kelompok bakteri merupakan jenis mikroba yang jumlahnya paling banyak terdapat pada bagian dalam usus sapi. Bakteri yang hidup pada bagian dalam usus sapi tersebut dapat merombak zat organik yang terkandung dalam limbah.

Penurunan Kadar TSS dengan Variasi Jarak Sampling

Total padatan tersuspensi atau *Total Suspended Solid* (TSS) adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimal 2,0 µm dan dapat mengendap (Prasetiyo, dkk, dalam Standard Methods, 2005). Kekeruhan air erat sekali hubungannya dengan nilai TSS karena kekeruhan pada air salah satunya disebabkan oleh adanya kandungan zat padat tersuspensi. Zat lain yang tersuspensi dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, tanah liat dan lumpur alami yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang dalam air. Bahan-bahan organik yang merupakan zat tersuspensi terdiri dari berbagai jenis senyawa seperti selulosa, lemak, protein yang melayang-layang dalam air atau dapat juga berupa mikroorganisme seperti algae, dan sebagainya (Prasetiyo, dkk, dalam Alaert & Santika, 1984).

Analisa Total Suspended Solid ini bertujuan untuk mendapatkan hasil residu dari padatan total yang tertahan oleh kertas saring 42 atau lebih besar dari ukuran partikel koloidnya. Metode Analisa yang digunakan dalam contoh uji sampel air limbah ini secara gravimetri. Pada prinsipnya analisa TSS ini yaitu contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang terlebih dahulu. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103 ˚C sampai dengan 105 ˚C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Untuk memperoleh estimasi TSS dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total.

Hasil penelitian untuk parameter TSS disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan jarak sampling terhadap nilai TSS berdasarkan fariasi jarak pengambilan sampel

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa pengaruh reaktor alir pipa terhadap penurunan TSS limbah cair tahu disebabkan karena penurunan TSS dipengaruhi oleh luas kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang menempel di permukaan reaktor sehingga oksigen dari raerator yang di alirkan menyebar sesuai dengan luas permukaan media reaktor.

Reaktor alir pipa yang berbentuk horizontal baik dalam penyisihan TSS ini di sebabkan karena semakin luas bidang kontak maka semakin besar penurunan TSS nya

(Herlambang dkk,2002). Semakin panjang lintasan substrat mulai dari limbah masuk hingga keluar dari reaktor, sehingga kontak limbah dengan mikroorganisme lebih lama, dengan adanya distribusi substrat yang merata akan dapat mengoptimalkan kontak antara substrat dengan mikroorganisme yang ada sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses degradasi limbah.

Data yang didapatkan telah mencapai baku mutu Air Limbah Tahu Provinsi Kalimantan Timur nomer 02 Tahun 2011 yaitu penurunan TSS tertinggi terdapat pada jarak sampling 80 cm dihari ke 30 dengan kandungan TSS 22 mg/L (86,9%) dari kadar limbah awal sebesar 168 mg/L. Penggunaan reaktor alir pipa dengan panjang 100 cm dan diameter pipa 4 in menghasilkan penurunan kadar TSS yang rendah karena didalam reaktor alir pipa kecepatan reaksi berlangsung secara cepat sehingga reaksi pengendapan bakteri dengan limbah dimana terjadi proses koagulasi secara perlahan-lahan dan partikel partikel terkecil dalam limbah tersebut turun ke bawah menjadi endapan. Bakteri pengurai dapat merombak padatan pada limbah dan mendegradasi senyawa-senyawa organik hasil perombakan.

Penurunan Kadar COD dengan Variasi Jarak Sampling

Menurut Sato.B, dkk(2015) Analisa *Chemical Oxygen Demand* ini dilakukan untuk mengetahui jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi CO_2 dan H_2O yang ada dalam sampel air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Uji analisa COD ini dilakukan dengan menggunakan metode SNI 06-6989.15-2004 yaitu dengan reflux terbuka secara titrimetri. Prinsip analisanya zat organik yang dioksidasi dengan campuran mendidih asam sulfat dan kalium dikromat yang diketahui normalitasnya dalam suatu reflux selama 2 jam. Kelebihan kalium kromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan menggunakan larutan FAS (Ferro Ammonium Sulfat).

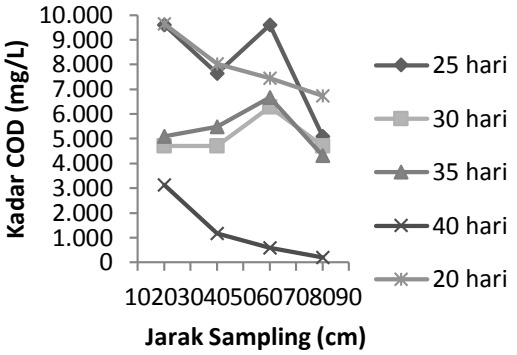
COD (*Chemical Oxygen Demand)* adalah jumlah oksidan $Cr_2O_7^{-2}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai (mg O_2) untuk tiap 1000 mL contoh uji. Senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $Cr_2O_7^{-2}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+}. Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalent oksigen (O_2 mg/L). pada contoh uji dengan nilai COD yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian.

Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7^{-2}$ dalam keadaan asam yang mendidih.selama reaksi yang berlangsung selama ± 2 jam ini dalam tabung tertutup, agar zat orgaik volatil tidak hilang keluar. Perak sulfat di tambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi. Sedangkan merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang ada pada umumnya ada di dalam air buangan.

Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi $K_2Cr_2O_7^{-2}$ masih harus tersisa sesudah direfluks. $K_2Cr_2O_7^{2}$ yang tersisa di dalam larutan tersebut digunakan untuk menentukan berapa oksigen yang telah terpakai. Sisa $K_2Cr_2O_7^{-2}$ tersebut ditentukan melalui titrasi dengan fero amonium sulfat (FAS).

Indikator feroin digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu warna hijau-biru larutan berubah menjadi coklat-merah, sisa $K_2Cr_2O_7^{-2}$ dalam larutan blanko adalah $K_2Cr_2O_7^{-2}$ awal, karena diharapkan blanko tidak mengandung zat organik yang dapat dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7^{-2}$. Gangguan pada penentuan kadar COD, yaitu clorida (CI^-) dapat dihilangkan dengan penambahan merkuri sulfat pada sampel, sebelum penambahan *reagen* lainnya, ion merkuri bergabung dengan ion klorida membentuk merkuri klorida. Dengan adanya ion Hg^+ ini, konsentrasi ion CI^- menjadi sangat kecil dan tidak mengganggu oksidasi zat organik dalam penentuan kadar COD.

Nilai COD biasanya akan selalu lebih besar daripad BOD, pengukuran COD membutuhkan waktu yang jauh lebih cepat yakni dapat dilakukan selama 3 jam. Sedangkan pengukuran BOD paling tidak memerlukan waktu lima hari dan gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD (Menurut Siregar, 2005) jika korelasi antara BOD dan COD sudah diketahui, kondisi air limbah dapat diketahui.



Gambar 4. Hubungan jarak sampling terhadap nilai COD berdasarkan fariasi jarak sampel

Grafik diatas menunjukkan bahwa reaktor alir pipa dapat menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu, dengan jarak sampling yang berbeda-beda. Penurunan COD menunjukkan semakin jauh jarak sampling maka nilai COD semakin menurun, ini disebabkan karena bakteri anaerob yang ada didalam reaktor akan mengoksidasi zat organik pada limbah sejak awal limbah tersebut di masukkan, sehingga zat organik di dalam limbah yang mengalir akan semakin banyak yang teroksidasi ini menyebabkan semakin besar berkurangnya COD. Namun pada panjang pipa reaktor tertentu maka nilai COD akan mengalami posisi konstan. panjang pipa reaktor yang digunakan belum maksimal sehingga masi mengalami penurunan COD.

Penurunan COD pada hari ke 45 dengan jarak sampling 80 cm telah mencapai baku mutu Air Limbah Tahu Daerah Provinsi Kalimantan Timir nomer 02 Tahun 2011 yaitu sebesar 196 mg/L (98,57%) dari kadar COD awal limbah cair tahu yaitu 13.720 mg/L. Penurunan ini menunjukkan bahwa didalam reaktor alir pipa kedap udara yang berdiameter 4 in dengan panjang 100 cm terjadi proses fermentasi secara anaerob dimana proses terjadi karena aktivitas mikroba yang dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Fermentasi ini terjadi proses asitogenesis dimana Sekitar 70% dari COD semula diubah menjadi asam asetat yang akan di konversi oleh bakteri metanogen menjadi metan.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak sampling dapat menurunkan kadar COD dan TSS. Semakin panjang reaktor maka nilai COD dan TSS akan konstan. Nilai COD dan TSS limbah cair tahu yaitu dari nilai COD limbah awal 13.720 mg/L menjadi 196 mg/L(98,57%) dan TSS limbah awal 168 mg/L menjadi 22 mg/L(86,9%).

SARAN

Waktu fermentasi dilakukan lebih lama, agar penurunan COD lebih maksimal lagi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda **(P2M POLNES)** yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti, dan mendapatkan dana penelitian dengan skema : prototype penelitian dan pengembangan serta segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

[1] Allo, T.A.,. Pengaruh Loading Rate Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS Limbah Tahu. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda. (2015)

[2] Ananda R. E, Irawan D, Wahyuni D.S., Kusuma. A.D., Buadiarto. J, Hidayat R.,. Pembuatan Alat Pengolah Limbah Cair Dengan Metode Elektrokoagulasi Untuk Industri Tahu Kota Samarinda. Jurnal Teknologi Terapan, Vo. 6 No. 1. 2018, pp. 54 – 59

[3] Angraini., Sutisna, M., & Pratama, Y., Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Anaerob Menggunakan Sistem Batch. Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Bandung. (2009).

[4] http://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/lingkungan/article/view/384

[5] Dewajani, H. Pembuatan Biodiesel dari minyak Sawit secara Kontinyu dalam Model Reaktor Berisian. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", 2011.ISSN 1693-4393.

[6] Kaswinarni, F., Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu, Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang. (2007).

https://core.ac.uk/download/files/379/11717127.pdf

[7] Mayasari, D.H., Pembuatan Biodigester Dengan Uji Coba Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. (2010).

[8] Peratutan Daerah Kalimantan Timur No. 2 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air DanPengendalian Pencemaran Air., 2011.

[9] Putri, Rr. D.A., & Tsani, S.T ., Pengaruh suhu Dan Konsentrasi Rumen Sapi Terhadap Produksi Biogas Dari Vinasse. Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Kampus Unnes Sekaran Gunung Pati, Semarang. (2015).

[10] Ratnawati, B., (2010). Penurunan COD Limbah Tahu Dengan Biofilter Media Kerikil, Jurusan Teknologi Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang. http://eprints.undip.ac.id/40912/

[11] Rossiana, Nia ., Uji Toksisitas Limbah Cair Tahu Sumedang Terhadap Reproduksi Daphnia carinata KING. Jurnal Biologi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran, (2006).

[12] Sani, Y.E.,. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat Dan Aerob, Megister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang,(2006). http://prosiding.upgrismg.ac.id/index.php/pangan/pangan/paper/viewFile/672/626

[13] Siregar, A.S ., Instalasi Pengolahan Air Limbah (vol. 1). Yogyakarta (2005).

[14] Kasinius.Simamora, Suhut, Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar dan Gas dari Kotoran Ternak. PT. Agro Media Pustaka, Jakarta. (2006).

[15] Standar Nasional Indonesia, 06-6989.27 2005, Air dan Air Limbah-Bagian 27: Cara uji kadar padatan terlarut total secara gravimetric, (2005).

[16] Sunarto, Pangastuti, A., & Mahajoeno, E. Karakteristik Metanogen Selama Proses Fermentasi Anaerob Biomassa Limbah Makanan, jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UniversitasSebelas Maret, (2013).. http://jurnal.pasca.uns.ac.id/index.php/ekosains/article/view/280

[17] Wahyuni, MP. S., Biogas (vol. 3). Jakarta, Penebar Swadaya. (2011).

[18] Yenni, Dewilda Y., Sari., S.M Uji Pembentukan Biogas dari Substrat Sampah Sayur dan Buah dengan Ko-Substrat Limbah Isi Rumen Sapi. Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Andalas,(2012). http://lingkungan.ft.unand.ac.id/images/fileTL/Dampak9-1/3-YEN.pdf

P-26

PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KUALITAS GELATIN DARI TULANG IKAN TENGGIRI DENGAN BERBANTUKAN ULTRASONIK

THE EFFECT OF EXTRACTION TIME ON GELATIN QUALITY OF TENGGIRI FISH BONE WITH ULTRASONIC ASSISTANCE

Mustafa[1*], Masing[2], Ramli[3], Muh.Irwan[4]

[1,2,3,4]Politeknik Negeri Samarinda, Jalan Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda

[*]Email: mustafa@polnes.ac.id

Diterima 05-10-2020	Diperbaiki 14-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Kalimantan Timur khususnya Samarinda terkenal dengan makanan olahan yang berasal dari ikan, seperti Kerupuk (amplang). Ikan yang banyak digunakan dalam makanan olahan tersebut ialah ikan tenggiri di samping ikan pipih, ikan haruan (ikan gabus) dan ikan bandeng. Umumnya, sebagian besar yang digunakan adalah dagingnya sedangkan bagian lain seperti kepala, jeroan, sisik, kulit dan tulang hanya sebagai limbah saja. Ikan tenggiri ini berpotensi untuk digunakan dalam pembuatan gelatin karena ikan tenggiri jenis ikan bertulang keras yang mengandung kolagen kurang lebih 49,8%. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu ekstraksi terhadap kualitas gelatin dari tulang ikan tenggiri, mengetahui jumlah rendemen tertinggi terhadap kualitas gelatin dari tulang ikan tenggiri dan mengetahui perbandingan karakteristik gelatin yang diperoleh dari tulang ikan tenggiri dengan standar gelatin komersial. Pembuatan gelatin dimulai dengan membersihkan dan merebus 100 g tulang ikan tenggiri pada suhu 60 ºC selama 30 menit dengan memotong tulang ikan dengan ukuran 2-4 cm. Kemudian merendam tulang dengan larutan HCl 5% selama 2 hari sampai terbentuk ossein lalu mencuci ossein dengan menggunakan air sampai pH nya netral (6-7) setelah itu mengEkstraksi ossein pada suhu 60 ºC dalam variasi 2, 4, 6, 8, 10 dan 12 jam dengan bantuan gelombang ultrasonik 20 kHz, 700 watt dan kemudian mengeringkan gelatin dalam oven pada suhu 50 ºC selama 24 jam. Pada penelitian ini didapatkan gelatin optimum pada konsentrasi HCl 5% dan waktu ekstraksi 5 jam dengan rendemen 10,35%. Gelatin optimum memiliki hasil analisa warna kuning pucat, bau normal, pH 5,59, kadar air 11,18%, dan kadar abu 1,08% yang masih sesuai standar gelatin komersial.

Kata Kunci: Gelatin, HCl, ekstraksi, tulang, ikan tenggiri.

ABSTRACT

East Kalimantan, especially Samarinda, is famous for processed foods derived from fish, such as crackers (amplangles). Fish that are widely used in processed foods are tenggiri fish in addition to flat fish, haruan fish (cork fish) and milk fish. Generally, most of the meat is used while other parts such as heads, viscera, scales, skin and bones are just waste. This tenggiri has the potential to be used in the manufacture of gelatin because tenggiri fish species of hard-boned fish containing collagen is approximately 49.8%. The purpose of this study was to determine the effect of extraction time variations on the quality of gelatin from tenggiri fish bones, determine the highest amount of yield on the quality of gelatin from tenggiri fish bones and determine the comparison of gelatin characteristics obtained from tenggiri fish bones with commercial gelatin standards. Making gelatin begins with cleaning and boiling 100 g of tenggiri fish bones at a temperature of 60 ºC for 30 minutes by cutting fish bones with a size of 2-4 cm. Then soak the bones with 5% HCl solution for 2 days to form ossein then wash ossein using water until the pH is neutral (6-7) after that extract ossein at 60 ºC in variations of 2, 4, 6, 8, 10 and 12 hour with the help of 20 kHz ultrasonic waves, 700 watts and then drying the gelatin in the oven at 50 ºC for 24 hours. In this study the optimum gelatin was obtained at a 5% HCl concentration and 5 hours extraction time with a yield of 10.35%. The optimum gelatin has the results of an analysis of pale yellow color,

normal odor, pH 5.59, water content of 11.18%, and ash content of 1.08% which is still according to commercial gelatin standards.

Keywords: Gelatin, HCl, extraction, bone, tenggiri fish.

PENDAHULUAN

Ikan tenggiri (Scomberomorus commersonii) merupakan salah satu jenis ikan yang banyak dijumpai di pasar tradisional di kota Samarinda, dan biasanya diolah menjadi berbagai macam produk makanan. Ikan tenggiri merupakan salah satu jenis ikan laut. Berdasarkan data BPS Samarinda, produksi ikan laut pada tahun 2018 sebesar 15.550,3 ton/tahun. [10].

Kalimantan Timur khususnya Samarinda terkenal dengan makanan olahan yang berasal dari ikan, seperti Kerupuk (amplang). Ikan yang banyak digunakan dalam makanan olahan tersebut ialah ikan tenggiri di samping ikan pipih, ikan haruan (ikan gabus) daniIkan bandeng. Umumnya, sebagian besar yang digunakan adalah dagingnya sedangkan bagian lain seperti kepala, jeroan, sisik, kulit dan tulang hanya sebagai limbah saja. Ikan tenggiri ini berpotensi untuk digunakan dalam pembuatan gelatin karena ikan tenggiri jenis ikan bertulang keras yang mengandung kolagen kurang lebih 49,8%.

Berdasarkan hasil wawancara salah satu pengusaha UMKM dari 30 pengusaha UMKM kerupuk Amplang di daerah Karang Asam kepada beberapa penjual amplang rumahan di Samarinda, kebutuhan satu penjual amplang mengolah ikan tenggiri menjadi kerupuk amplang mencapai 3 kg/hari atau setara dengan 1,08 Ton/tahunnya. Volume produksi amplang yang besar memberikan jumlah limbah tulang ikan yang cukup banyak sehingga jadi salah satu masalah di lingkungan sekitar. Sejauh ini kebanyakan masyarakat awam belum banyak yang mampu memanfaatkan limbah tulang ikan. Limbah tulang ikan yang tidak diatasi akan mengotori lingkungan serta menimbulkan bau yang tidak sedap sehingga mengurangi nilai estetika pada lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut diatas maka dilakukanlah penelitian yang bersumber dari bahan baku tulang ikan yakni tulang ikan tenggiri.

Tulang ikan tenggiri memiliki kandungan kolagen yang berpotensi sebagai pembuatan gelatin. Kandungan kimia dalam tulang ikan tenggiri terdiri dari 31,92% protein, 1,41% lemak, 54,63% abu, 5,29% air, 0,92% fosfor, 3,39% kalsium [12]. Gelatin merupakan salah satu produk turunan protein yang diperoleh dari hasil hidrolisis kolagen hewan. Protein tersebut akan diekstrak menjadi gelatin dimana metode yang digunakan adalah metode ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik Gelatin umumnya digunakan sebagai. Penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel (*gelling agent*), pengikat (*binder*), pengental (*thickener*), dan pengemulsi (*emulsifier*) serta perekat *(adhesive*).

Penelitian mengenai pembuatan gelatin dari tulang ikan tenggiri sebelumnya telah pernah dilakukan oleh [1], dengan memvariasikan konsentrasi asam sitrat, dengan hasil terbaik yang diperoleh pada konsentrasi asam sitrat 6%, dimana pada analisa kadar abu 2,3%, kadar lemak 1,47%, pH 5, kandungan logam berat kurang dari 0,005 kg/mg, serta kandungan arsen kurang dari 0,003 mg/kg telah memenuhi SNI.

Selain itu, penelitian pembuatan gelatin dari tulang ikan tenggiri juga dilakukan oleh [11], dengan memvariasikan rasio tulang ikan dan asam, dengan hasil terbaik yang diperoleh pada rasio 1:3, dimana rendemen yang di dapat tersebesar yakni 2,4643%.

Pada kedua penelitian yang sudah dijelaskan di atas, memiliki kelemahan pada produk terbaiknya yakni pada penelitian pertama untuk analisa kadar air didapatkan sebesar 13,66% dengan batas maksimal 16% serta kandungan protein yang didapat sebesar 58,83% dengan batas 84%-90% sehingga belum memenuhi SNI. Sedangkan pada penelitia kedua untuk analisa kadar airnya didapatkan hasil 24,20% dengan batas maksimal 16% sehingga juga belum memenuhi SNI.

Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki kelemahan dari kedua penelitian tersebut. Perbaikan dilakukan dengan cara memvariasikan waktu ekstraksi. Semakin lama waktu ekstraksi, rendemen semakin meningkat karena jumlah ion H+ yang menghidrolisis kolagen lebih banyak, sementara semakin lama ekstraksi menyebabkan kolagen terurai lebih banyak menjadi gelatin [5]. Pada penelitian [2] dengan berbantukan gelombang ultrasonik 750 watt, 20 kHz didapatkan waktu ekstrasksi terbaik selama 6 jam.

Oleh karena itu perlu dilihat mengenai pengaruh waktu ekstraksi terhadap kualitas gelatin tulang ikan tenggiri dengan

berbantukan gelombang ultrasonik. Pada penelitian ini juga diharapkan gelatin dari gelatin tulang ikan tenggiri mampu memenuhi standar gelatin komersial.

METODOLOGI

Jalan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Dasar Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda.bahan baku berupa tulang ikan tenggiri diperoleh dari 3 penjual amplang di Samarinda.

Rancangan Penelitian

Adapun variabel dari penelitian ini adalah :variabel berubah adalah waktu ekstraksi yakni : 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 jam dan variabel tetap adalah konsentrasi HCl : 5%, waktu hidrolisis : 2 hari, suhu ekstraksi : 60 ºC, massa bahan baku : 200 g, frekuensi / daya: 20 kHz / 700 watt serta variabel respon adalah rendemen, kadar air , kadar abu, Analisa AAS, Uji kualitatif

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : gelas beker 500 mL, labu ukur 500 mL, pisau, batang pengaduk, alat ultrasonik , oven, tanur, cawan porselin, termometer, timbangan digital dan labu Kjeldahl. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : Aquadest, tulang ikan tenggiri 1,2 kg, Na2SO4 10 g, CuSO4 0,2 g, H_2SO_4 pekat 25 mL, Logam Zn, Indikator PP, NaOH 45% , HCl 0,1 N, NaOH 0,1 N, Indikator MO, indikator universal, Larutan HCl 5% dan Kertas saring.

Prosedur Penelitian

Degreasing

Membersihkan tulang ikan tenggiri, setelah itu merebus tulang ikan tenggiri pada air bersuhu 60 ºC selama 30 menit dan kemudian meniriskan dan memootong kecil-kecil tulang dengan ukuran 2-4 cm untuk memperluas permukaan.

Demineralisasi

Merendam tulang yang telah bersih dengan larutan HCl 5% dalam gelas beker selama 2 hari sampai terbentuk ossein. Kemudian mencuci ossein dengan menggunakan air sampai pH nya netral (6-7)

Ekstraksi

Memasukkan aquades ke dalam gelas beker 1 L dan lalu memasukkan ossein ber-pH netral tersebut ke dalam ultrasound serta mengekstraksi ossein pada suhu 60 ºC dengan air destilat berbantukan gelombang ultrasonik frekuensi 20 kHz dan daya 700 W pada variasi waktu 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 jam kemudian saring hasil ekstrak tersebut.

Pengeringan

Mengeringkan cairan pekat dalam oven pada suhu 50 ºC selama 24 jam dan mengecilkan ukuran ekstrak.

Analisa Karakteristik Gelatin

Rendemen

Rendemen diperoleh dari perbandingan antara berat padatan gelatin yang dihasilkan dengan berat bahan segar (kulit yang telah dicuci bersih). Besarnya rendemen dapat diperoleh dengan rumus :

"Rendemen = ("Berat padatan gelatin")/"Berat tulang ikan segar" "x 100%"

Warna dan Bau

Untuk analisa warna terlebih dahulu padatan gelatin sebanyak 0,2 gram dilarutkan ke dalam 20 mL aquades pada suhu 80^0C kemudian dilihat warna yang ditunjukkan.

Untuk analisa bau dapat langsung mencium bau pada padatan gelatin dengan indera penciuman.

pH

Sampel sebanyak 0,2 gr didispersi dalam 20 ml aquades pada suhu 80 ºC. Sampel dihomogenkan dengan magnetic stirer. Kemudian diukur derajat keasamannya (pH) pada suhu kamar dengan pH meter.

Kadar Air

Prosedur penentuan kadar air dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gr contoh dan diletakkan dalam cawan kosong yang sudah ditimbang beratnya, cawan serta tutupnya sebelumnya sudah dikeringkan di dalam oven serta didinginkan di dalam desikator. Cawan yang berisi contoh kemudian ditutup dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100-102 ºC selama 3 jam. Cawan tersebut lalu didinginkan di dalam desikator dan setelah dingin cawan ditimbang.

Kadar air dapat ditimbang dengan rumus :
"Kadar air = " "W1-W2" /"Berat sampel" "x 100%"
Keterangan : W1 = berat (sampel + cawan) sebelum dikeringkan
W2 = berat (sampel + cawan) setelah dikeringkan

Kadar Abu

Prosedur penentuan kadar abu dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 1 gr contoh dan dimasukkan ke dalam cawan pengabuan yang telah ditimbang dan dibakar di dalam tanur dengan suhu 600 ºC selama 3 jam serta didinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang.

Kadar abu dihitung dengan rumus :
"Kadar abu = "Berat abu"/"Berat sampel" "x 100%"

Analisa AAS

Sebanyak 0,2 gram padatan gelatin dianalisa dengan menggunakan instrumen AAS merk Shimadzu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi HCl (%)	Waktu Ekstraksi (Jam)	Warna	Bau	pH	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)
5	2	Kuning Kecoklatan	Bau masam	5,41	11,57	2,81
	3	Kuning Pucat	Sedikit berbau amis	5,68	11,49	2,05
	4	Kuning pucat	Sedikit berbau	5,63	11,73	1,34
	5	Kuning Pucat	Normal	5,59	11,18	1,08
	6	Kuning Kecoklatan	Sedikit berbau	5,56	13,04	1,17
	7	Kuning Kecoklatan	Bau asam	5,51	14,10	1,15
Standar Gelatin (SNI 1995)		Bening-Kuning pucat	Normal	3,6-6,0	maks. 16%	maks. 3,25%

Gambar 1. Karakteristik gelatin hasil penelitian

Dari Gambar 1 diatas dapat diketahui bahwa hanya ada beberapa sampel gelatin yang memenuhi standar gelatin komersial gelatin. Pada variasi konsentrasi HCl 5% waktu hidrolisa 2 jam dan waktu ekstraksi 5 jam adalah variasi yang terbaik. Ini dapat dilihat pada keseluruhan karakteristik yang memang ada beberapa variasi yang kecenderungan bagus pada satu karakteristik namun pada karakteristik berikutnya tidak memenuhi standar. Pada varibel dengan nilai rendemen tertinggi karakteristiknya masih memenuhi standar ini menunjukkan bahwa variabel konsentrasi 5% dan waktu ekstraksi 5 jam adalah variabel terbaik.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa terjadi kecenderungan semakin besar konsentrasi HCl dan semakin lama waktu ekstraksi maka warna gelatin yang dihasilkan akan menjadi lebih gelap begitu pula sebaliknya. Warna gelap yang dihasilkan diakibatkan oleh degdagrasi gelatin menjadi semiglutin yang mempunyai warna lebih gelap karena lebih banyak mengandung asam amino rantai pendek seperti glisina . Proses degdagrasi ke semiglutin akan terjadi apabila ada ion H+ berlebih pada proses hidrolisa sehingga berlebihnya H+ memicu terjadinya reaksi hidrolisis lanjutan pada gelatin. Pada waktu hidrolisa lamanya kontak ion H+ dan bahan baku membuat ion H+ yang telah menghidrolisis kolagen kembali aktif memicu reaksi berkelanjutan yang membuat munculnya reaksi hidrolisis pada gelatin menjadi semiglutin.

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa hanya ada berberapa variasi yang menunjukkan sudah memenuhi standar bau gelatin komersial. Ini membuktikan bahwa sulit mendapatkan gelatin yang bebas bau asam dari katalis dan bau amis dari bahan baku. Gambar 1 membuktikan bahwa ada kecendrungan semakin lama waktu bau amis ikan yang dihasilkan bahan baku akan semakin hilang, namun bau masam yang ditimbulkan akibat proses hirolisa pada larutan HCl semakin kentara, begitu pula sebaliknya. Menurut [6], bau dapat dipengaruhi kelarutan dan kereaktifan kimia. deMan menambahkan bahwa pada kelarutan ada istilah konsentrasi ambang bau, konsentrasi yang tidak lebih besar dari konsentrasi ambang bau membuat bau tidak tercium. Bau amis dari ikan diuraikan berasal dari senyawa asam 5-inosinat dan belerang atsiri seperti hidrogen sulfida, metal-merkaptan, atau dimetilsulfida. Kandungan-kandungan ini kemungkinan yang masih terdapat dalam gelatin, yang menyebabkan bau gelatin menjadi amis ikan. Larutan HCl selain

sebagai katalis berfungsi juga sebagai dimineraliser yang baik.

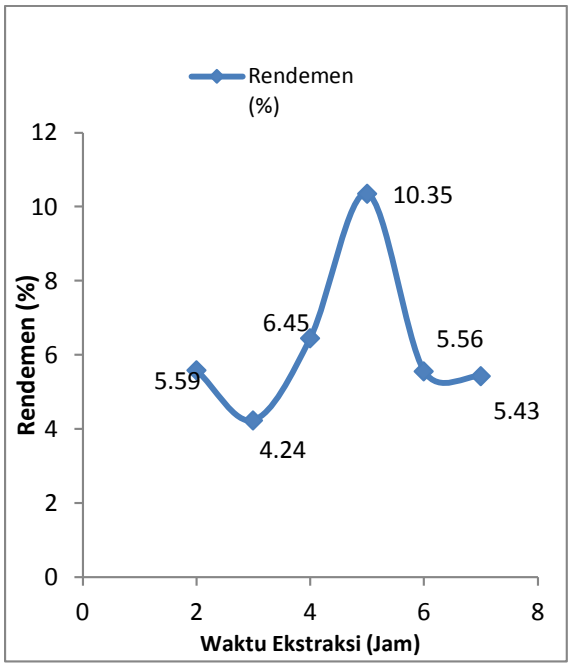
Bertambahnya konsentrasi HCl memungkinkan konsentrasi belerang sulfida pada gelatin menjadi kecil dan melewati konsentrasi ambang bau karena sudah terdegdagrasi pada saat proses dimeneraliser. Bau asam yang terjadi semakin kentara disebabkan karena jumlah ion H+ melekat susah dihilangkan pada saat proses pencucian menjadi lebih banyak akibat konsentrasi yang bertambah pula. Begitu pula pada lama perendaman, waktu kontak yang lebih lama membuat jumlah ion H+ yang melekat pada gelatin bertambah banyak. Proses pencucian pada perlakuan yang sama membuat ada beberapa gelatin yang masih berbau masam.

Gambar 1 menunjukkan nilai pH pada gelatin semakin kecil apabila konsentrasi HCl yang digunakan semakin besar pula. Pada dasarnya semakin banyak ion H+ yang terdispersi dalam larutan maka tingkat keasaman makin tinggi dan pH semakin rendah . Jumlah Ion H+ yang lebih banyak pada saat perendaman memungkinkan akan banyak ion H+ yang melekat dan terikut pada larutan gelatin sehingga membuat pH gelatin semakin rendah akibat meningkatnya derajat keasaman. Pada waktu ekstraksi, perubahan nilai pH tidak terlalu signifikan seperti yang terlihat pada Gambar 1. Namun, walau pengaruh waktu hidrolisa tidak terlalu besar dibandingkan konsentrasi HCl data yang didapatkan tetap menunjukkan kecenderungan yang sama. Kecenderungan ini hampir sama karena dengan waktu kontak yang lebih lama, akan menyebabkan lebih banyak ion H+ yang mudah melekat dan terlarut dalam larutan. Ion H+ dengan waktu kontak yang lebih lama akan lebih sukar dijernihkan dari gelatin sehingga memungkinkan masih tetap terikut pada gelatin.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa kadar air gelatin yang didapatkan mamiliki kecenderungan semakin besar bila konsentrasi HCl semakin tinggi. Hal ini dapat dijelaskan karena pada konsentrasi yang lebih tinggi akan lebih banyak ion H+. Ion H+ yang lebih banyak membuat gelatin menjadi lebih encer dan semakin cair karena kemampuan H+ untuk mengikat air menjadi ion $H3O^{+}$

Pada Gambar 1 menunjukkan kecenderungan yang terjadi adalah kadar air akan semakin kecil bila waktu ekstraski semakin lama. Hal ini dapat dijelaskan karena pada waktu ekstraskri yang lebih lama akan terjadi kontak yang lebih lama antara ion H+ dan ossein. Kontak ion H+ yang lebih lama membuat gelatin yang mengandung gugus guanidinin dan arginin dipecah kembali oleh ion H+ menjadi gugus yang memiliki rantai lebih pendek. Gugus guanidinin dan arginin adalah gugus yang membuat sifat higroskopis pada gelatin [6]. Apabiila gugus ini semakin sedikit kandungannya dalam gelatin maka sifat higroskopis gelatin akan menjadi lebih kecil dan kadar air yang kerkandung semakin kecil pula.

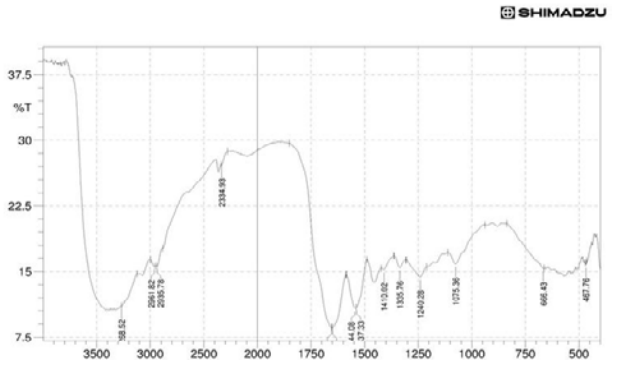
Gambar 1 juga memuat bahwa konsentrasi HCl memiliki pengaruh yang erat dengan kadar abu, namun waktu ekstrasksi tidak memiliki pengaruh yang berarti pada kadar abu karena data cenderung naik – turun dan perbedaaanya tidak terlalu signifikan. Kadar abu memiliki kecenderungan semakin menurun bila konsentrasi HCl meningkat. Keterkaitan kadar abu dengan kandungan mineral dan bahan organik yang tidak habis terbakar, membuat proses demineralisasi menjadi patokan pada kadar abu. HCl yang semakin meningkat konsentrasinya dalam larutan membuat larutan asam yang digunakan mampu meningkatkan kelarutan mineral yang ada sehingga mineral yang tinggal pada ossein kulit nilainya menjadi lebih kecil. Kelarutan mineral inilah yang membuat waktu perendaman tidak terlalu mempengaruhi kadar abu gelatin.



Gambar 2. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen pada konsentrasi HCl 5%

Pada Gambar 2 dapat dilihat bagaimana pengaruh waktu ekstraski terhadap rendemen (hasil) yang didapatkan. Pada variasi waktu ekstraksi menimbulkan kecendrungan adanya titik optimum hasil yang didapatkan. Titik optimum pada waktu ekstraksi selama 5 jam. Kecenderungan meningkatnya rendemen akibat semakin lamanya kontak yang dilakukan ion H+ untuk menghidrolisis kolagen dari rantai triple heliks menjadi rantai tunggal membuat hasil gelatin yang didapatkan lebih banyak pula. Namun pada waktu ekstraksi yang telah melewati batas optimumnya dalam hal ini tidak ada lagi kolagen yang akan dihidrolisis, ion H+ akan membuat terjadinya hidrolisis lanjutan yang membuat gelatin terhidrolisis lagi menjadi semiglutin dan hemokilin sehingga gelatin yang didapatkan menjadi berkurang.

Analisa AAS



	Peak	Height	Corr. Height	Base (+)	Base (-)	Area	Corr. Area
1	467.76	15.803	98.192	470.65	463.9	5.376	0.023
2	666.43	15.34	99.069	836.18	662.58	130.36	0.184
3	1075.36	15.879	88.977	1112.01	908.41	129.207	2.998
4	1240.28	14.395	91.189	1305.86	1210.38	78.117	1.935
5	1355.76	15.485	93.288	1362.77	1306.83	44.438	0.762
6	1410.02	15.233	97.256	1421.6	1363.73	46.724	0.245
7	1537.33	10.913	98.351	1539.26	1490.07	43.491	0.647
8	1544.08	10.805	95.981	1585.55	1539.26	42.057	0.512
9	1649.21	8.598	97.427	1652.1	1586.52	63.392	1.353
10	1655	8.593	98.434	1850.78	1653.07	144.826	0.418
11	2334.93	27.178	99.492	2338.79	2278.99	53.03	0.05
12	2935.78	15.642	99.034	2939.64	2883.7	43.511	0.13
13	2961.82	15.585	99.221	2999.44	2957	53.895	0.128
14	3268.52	11.04	99.725	3269.48	3124.82	130.3	1.117

KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin meningkatnya waktu ekstraksi maka rendemen didapatkan akan semakin besar pula tetapi akan semakin kecil bila melebihi konsentrasi optimum, warna gelatin semakin gelap, bau gelatin akan paparan bau amis ikan semakin tidak kentara tetapi membuat bau asam klorida semakin kentara dalam gelatin, kadar air pada gelatin semakin meningkat dan Kadar abu yang didapatkan semakin kecil.
2. Semakin lama waktu ekstraksi maka rendemen yang didapatkan akan semakin besar pula akan tetapi semakin kecil bila melewati waktu optimum, warna gelatin semakin gelap, bau gelatin akan paparan bau amis ikan semakin tidak kentara tetapi membuat bau asam klorida semakin kentara dalam gelatin, kadar air pada gelatin semakin kecil.
3. Rendemen tertinggi pada penelitian ini yaitu 10,1% pada variabel konsenterasi HCl 5% dan waktu ekstraksi 5 Jam.
4. Berdasarkan Standar gelatin (SNI 1995), gelatin yang dihasilkan pada rendemen tertinggi memenuhi syarat.

SARAN

- Penggunaan suhu ekstraksi untuk penelitian selanjutnya sebaiknya diperkecil karena pada suhu 60 ^{o}C pelarut aquades akan banyak yang menguap dalam waktu 2 jam dan menyebabkan terjadinya hidrolisa berkelanjutan.
- Untuk analisa warna dan bau dapat mengguanakan alat instrumen warna dan bau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti, dan mendapatkan dana penelitian dengan skema : prototype penelitian dan pengembangan serta segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

[1] Adiningsih, Y., & Purwanti, T. Karakterisasi Mutu Gelatin Ikan Tenggiri (Scomberomorus commersonii) dengan Perendaman Menggunakan Asam Sitrat dan Asam Sulfat. Jurnal Riset Teknologi Industri, 9(2), (2015). 149–156.

[2] Ali, A. M. M., Kishimura, H., & Benjakul, S. (2018). Physicochemical and molecular properties of gelatin from skin of golden carp (Probarbus Jullieni) as influenced by acid pretreatment and prior-ultrasonication. Food Hydrocolloids, 82,

164–
172. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.052

[3] Amiruldin, M. Pembuatan dan Analisis Karakteristik Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (Thumnus albacares). Bogor. (2007).

[4] Anugrah, N. Ekstraksi Gelatin dari Limbah Tulang Ikan. Bandung. (2017).

[5] Ayudiarti, D. L., & Paranginangin, R. Optimasi Pembuatan Gelatin dari Tulang Ikan Kaci-kaci (Plectorhynchus chaetodonoides Lac) Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam dan Waktu Ekstraksi. Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan, 2(1), (2007), 35–43.

[6] deMan, M John,. "Kimia Makanan",. Bandung : ITB, (1997).

[7] https://samarindakota.bps.go.id/statictable/2019/09/16/286/produksi-perikanan-tangkap-menurut-kecamatan-dan-subsektor-di-kota-samarinda-ton-2018.html

[8] Kusumawati, R., Wawasto, A., & Tazwir, T., "Pengaruh Perendaman dalam Asam Klorida Terhadap Kualitas Gelatin Tulang Kakap Merah (Lutjanus sp.)". Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan, 3(1).,(2008), 63–68.

[9] Mugi, M., & Ritonga, L. Kamus Akuakultur Budidaya Perikanan. Jakarta. (2019).

[10] Permata, Y., Widiasari, F., Sudaryanto, Y., & Anteng, A. Gelatin dari Tulang Ikan Lele (Clarias batrachus): Pembuatan dengan Metode Asam, Karakterisasi dan Aplikasinya sebagai Thickener pada Industri Sirup. Jurnal Ilmiah Teknik, 15, (2016), 146–152.

[11] Rodiah, S., Ahsanunnisa, R., Erviana, D., & Rahman, F. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tenggiri Sebagai Sumber Gelatin Halal Melalui Hidrolisis Larutan Asam Dengan Variasi Rasio Asam. Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan, 2(1), (2018), 34–42.

[12] Septiarini, T. Karakteristik Mutu Ikan Tenggiri (Scomberomorus Commersonii) Di Kecamatan Manggar, Kabupaten Belitung Timur. Bogor. (2008).

[13] Sulistiawati, E., & Swastika, P. (2017). Ekstraksi Zat Warna Alami dari Daun Jati Muda (Tectona grandis) dan Kayu Secang (Caesalpinia sappan) dengan Metode Ultrasound Assisted Extraction Untuk Aplikasi Produk Tekstil. In Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

[14] Yosafat, H. D. Pembuatan gelatin dari tulang ikan tawar (anabantidae). (2010).

[15] Zulkifli, M., Naiu, A. S., & Yusuf, N. Rendemen , Titik Gel dan Titik Leleh Gelatin Tulang Ikan Tuna yang Diproses dengan Cuka Aren. Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan, 2(2), (2014), 73–77.E.

P-27

RANCANG BANGUN *WIRELESS BATTERY MONITORING SYSTEM* BERBASIS ESP32

DESIGN AND CONSTRUCTION OF WIRELESS BATTERY MONITORING SYSTEM BASED ON ESP32

Hilmansyah, S.T., M.T.[1*], Ir. Restu Mukti Utomo, M.T.[2], Angga Wahyu Saputra, S.T., M.T.[3], Reva Fauzan Alif[4]

[1,2,3,4] Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno-Hatta Km. 8, Balikpapan.

[*]E-mail: hilmansyah@poltekba.ac.id

Diterima 03-10-2020	Diperbaiki 06-11-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi yang semakin maju memberi banyak dampak pada sektor-sektor kehidupan manusia, salah satunya adalah kemajuan pesat pada sektor industri yang telah memasuki era industri 4.0. Kemudahan akses dan proses menjadi pilar utama dalam industri di era modern saat ini, dengan berkembangnya gadget-gadget canggih memberikan kemudahan bagi manusia untuk dapat mengolah informasi, mengambil dan mengontrol data, serta kegiatan yang serba digital lainnya yang membuat kegiatan industri bisa dilakukan secara mobile dan praktis. Dalam kegiatan industri monitoring diperlukan konsep untuk mempermudah pembacaan data pada suatu objek industri. Konsep yang digunakan untuk sistem monitoring yang dibangun dan diterapkan untuk penggunaan baterai. Penggunaan sensor-sensor yang diantaranya ada sensor tegangan, sensor arus ACS758 dan sensor suhu RTD PT100 untuk membaca data-data yang terdapat pada baterai dan akan diolah oleh mikrokontroler ESP32, mengubah data-data tersebut menjadi nilai yang bisa dibaca oleh manusia dan kemudian akan dikirimkan ke media penyimpanan database menggunakan layanan internet. Kelebihan ESP32 yang dapat mengolah data-data menggunakan pemrograman dan dengan teknologi IoT (modul wifi dan bluetooth) yang tersemat padanya membuat mikrokontroler ini menjadi salah satu komponen IoT yang mendukung industri masa kini. Penggunaan layanan Google Firebase dipilih guna membuat proses kerja pengiriman data ini menjadi lebih praktis dengan fitur-fitur pendukung yang dimilikinya. Mit App Inventor merupakan software pendukung penampilan data pada sistem ini, yang dimana data akan diolah menjadi sebuah bentuk tampilan aplikasi tatap muka yang menampilkan data-data dari firebase serta add-ons dari ThingSpeak, sehingga hasil akhirnya data akan sangat mudah untuk dikolektif.

***Kata kunci**: Baterai, Internet of Things, ESP32DevKit, MIT App Inventor, ThingSpeak.*

ABSTRACT

The development of increasingly advanced information technology has had many impacts on sectors of human life, one of which is the rapid progress in the industrial sector which has entered the industrial era 4.0. Ease of access and process are the main pillars in the industry in today's modern era, with the development of sophisticated gadgets making it easy for humans to be able to process information, retrieve and control data, as well as other all-digital activities that make industrial activities can be carried out via mobile and practical. In industrial monitoring activities, a concept is needed to facilitate reading data on an industrial object. The concept used for a monitoring system that is built and applied to battery usage. The use of sensors including a voltage sensor, ACS758 current sensor and PT100 RTD temperature sensor to read the data contained in the battery and will be processed by the ESP32 microcontroller, converting the data into values that can be read by humans and then sent to the database storage media using internet services. The advantage of ESP32 is that it can process data using programming and with IoT technology (wifi and bluetooth modules) embedded in it, making this microcontroller one of the IoT components that support today's industry. The use of Google Firebase services was chosen to make the work process of sending this data more practical with the supporting features it has. Mit App Inventor is software that supports data display on this system, where the data will be processed into a face-to-face application display that displays data from Firebase and add-ons from ThingSpeak, so that the final data will be very easy to collect.

Keywords: Battery, Internet of Things, ESP32DevKit, MIT App Inventor, ThingSpeak.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat dewasa ini memungkinkan banyaknya perkembangan serta dirancangnya alat-alat yang semakin baik dan efisien untuk membantu mempermudah pekerjaan manusia. Salah satunya terdapat di bidang elektronika dan instrumenisasi, yang biasanya berupa alat-alat sistem elektronik yang terdiri dari sensor-sensor elektronik, pengontrol, dan penampil hasil ukur. Salah satu sistem instrumenisasi yang banyak sekali diterapkan adalah sistem pemantauan baterai (*battery monitoring*). Pemantauan baterai dalam dunia industri dapat dikatakan masih dilakukan secara manual dengan melakukan pengecekan menggunakan alat ukur dengan mendatangi lokasi tempat baterai digunakan. Kondisi ini memungkinkan untuk terjadinya keterlambatan penanganan ketika baterai sedang mengalami gangguan ataupun perlu perbaikan yang dapat menurunkan kuantitas hidup umur baterai.

Teknologi IoT (*Internet of Things*) telah berkembang pesat dan banyak digunakan di berbagai aplikasi untuk mempermudah kebutuhan manusia. IoT merupakan kumpulan dari benda-benda yang dilengkapi dengan sensor-sensor yang sesuai dengan fungsinya dan terhubung melalui jaringan internet dan sering disebut dengan jaringan di dalam jaringan. Sistem IoT berfungsi dengan mengumpulkan data-data yang dihasilkan oleh masing-masing benda yang terhubung ke internet untuk dapat diolah dan dianalisis menjadi informasi yang berguna, sehingga nantinya dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitor benda tersebut [1]. Perangkat-perangkat *online* pendukung IoT saat ini, telah banyak bermunculan diantaranya ada Firebase, MIT App Inventor, ThingSpeak, dsb. Firebase merupakan layanan *Backend as a Service* (BaaS) yang saat ini dimiliki oleh *Google*. Firebase merupakaan solusi yang ditawarkan oleh *Google* untuk mempermudah pengembangan aplikasi *mobile* dengan Dua fitur menarik yang ditawarkan olehnya yaitu *Firebase Remote Config* dan *Firebase Real Time Database*. Selain itu terdapat juga fitur pendukung untuk aplikasi yang memerlukan *push notification* yaitu *Firebase Notification Console*. Ketika data berubah, maka aplikasi yang terhubung dengan Firebase akan meng-*update* secara langsung melalui setiap *device* (perangkat) baik *website* ataupun *mobile* [2]. MIT App Inventor merupakan sebuah platform pengembangan *online* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pembuatan aplikasi suatu sistem. Platform ini menyediakan editor dengan prinsip "*What You See is What You Get*". Dalam pembuatan aplikasi dengan MIT App, Dikerjakan secara *online* didalam *website* mereka dengan aplikasi yang menjalankan sistem operasi Android dan iOS. *Platform* ini menggunakan bahasa pemrograman berbasis blok yang dibangun di *Google Blockly* (Fraser, 2013) dan terinspirasi oleh bahasa seperti *StarLogo* TNG (Begel & Klopfer, 2007) dan *Scratch*, mempermudahkan siapa saja untuk dapat membangun aplikasi ponsel yang dapat memenuhi kebutuhan *project* mereka [3]. ThingSpeak merupakan sebuah layanan internet berbasis *website* yang menyediakan layanan untuk pengaplikasian IoT. Thingspeak merupakan *website* dengan layanan yang berisi aplikasi dan API yang bersifat *open source* untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai perangkat yang menggunakan HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) melalui jaringan internet [4].

Terdapat banyak sekali dari penelitian-penelitian sebelumnya yang merancang sistem untuk monitoring baterai ini. Sistem monitoring yang dibangun dan dirancang dengan menggunakan komponen mikrokontroler dan lcd [5], menggunakan mikrokontroler dan *bluetooth* [6], jua menggunakan protokol *zigbee* dan *point-to-point* dalam pengiriman datanya [7]. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, maka diperlukan konsep lebih lanjut untuk sistem monitoring ini, yaitu dengan memanfaatkan konsep IoT. Konsep IoT memberikan beberapa kemudahan bagi pengguna dalam mengakses suatu informasi seperti jumlah rata-rata pengunjung dan *review* suatu tempat wisata [8], dan pemantauan *online* kualitas air waduk [9]. Oleh karenanya, dengan penelitian ini akan dirancang suatu perangkat serta sistem untuk memonitoring tegangan/daya, arus, serta suhu baterai pada mobil listrik secara *real-time* dengan konsep IoT agar perolehan informasi menjadi lebih efektif dan efisien.

METODOLOGI

Metode yang digunakan untuk merancang sistem ini meliputi proses perencanaan, perancangan, implementasi, pengujian alat, pengambilan data, dan analisis. Metode penilitian jenis ini sangat sering digunakan sebagai sistem metodologi dalam bidang penelitian teknik. Alat yang dibangun memiliki fungsi untuk memantau dan

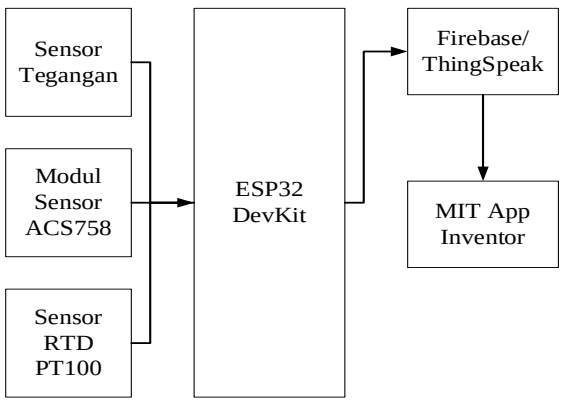
memberikan informasi penggunaan baterai pada mobil listrik dengan parameter daya tegangan pada baterai, arus pada baterai, serta suhu pada baterai berbasis *database* dan tampilan aplikasi *smartphone*.

Penggunaan resistor kotak sebagai sensor pembagi tegangan, modul sensor ACS758 sebagai pengukur arus dan sensor RTD PT100 sebagai pengukur suhu dikategorikan sebagai *input* pada sistem untuk memberikan data pembacaan sensor. Sementara itu, penggunaan Firebase, ThingSpeak dan MIT App Inventor dikategorikan sebagai output untuk menampilkan data pembacaan dari sensor-sensor secara *real time*. Desain rancangan untuk sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan pada gambar, dapat dilihat bahwa sensor tegangan, modul sensor arus ACS758, dan sensor suhu RTD PT100 digunakan sebagai *input*. Untuk proses kontrol, menggunakan *board* ESP32 DevKit. Data-data yang diperoleh dari pembacaan sensor-sensor tersebut akan dikirimkan ke Firebase dan ThingSpeak menggunakan modul WiFi yang tersemat pada *board* ESP32 DevKit.

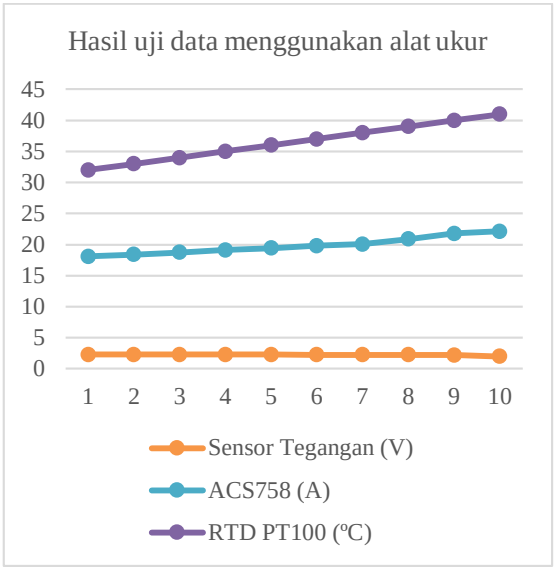
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

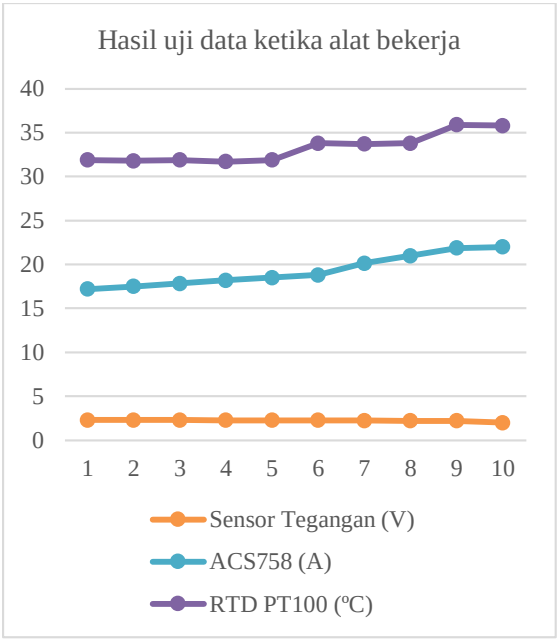
Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah sensor-sensor yang telah terpasang bekerja dengan sangat baik. Dilakukan dengan cara mengukur nilai keluaran sensor ketika alat sedang bekerja, yaitu ketika kondisi motor berubah-ubah kondisinya. Keluaran nilai dari sensor-sensor tersebut diukur dengan menggunakan alat ukur yang diantaranya ada multimeter dan termometer. Untuk data keluaran hasil ukur menggunakan alat ukur, dapat dilihat pada Gambar 2. Dan untuk data keluaran ketika alat sedang bekerja dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Blok Diagram perancangan alat



Gambar 2. Hasil uji data menggunakan alat ukur

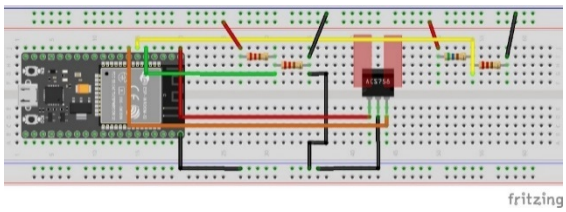


Gambar 3. Hasil uji data ketika alat bekerja

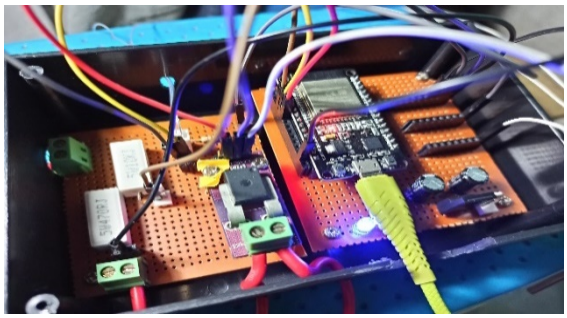
Pengujian dilakukan dengan maksud sebagai pembanding atau menjadi standar nilai keluaran dari sensor agar mencapai nilai keluaran alat yang diinginkan. Pada data hasil uji rangkaian tegangan, nilai tegangan yang dihasilkan sebesar di bawah kurang dari 5V yang dimana hasil nilai ini merupakan hasil konversi dari nilai tegangan pada baterai yang sebenarnya dengan nilai tegangan sebesar 51V, pengkonversian dilakukan dengan menggunakan rumus Vout = Vin x (R1 / (R1+R2)). Dalam pengujian ini, sensor-sensor yang telah terhubung dan terintegrasi satu sama lain, dengan masing-masing keluaran nilai data masuk kedalam *board* ESP32 DevKit yang kemudian, data-data tersebut diolah

menggunakan program yang sesuai dengan parameter-parameter ukurnya sehingga menghasilkan nilai keluaran yang sesuai dengan nilai yang didapat menggunakan alat ukur. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukan alur rangkaiannya.

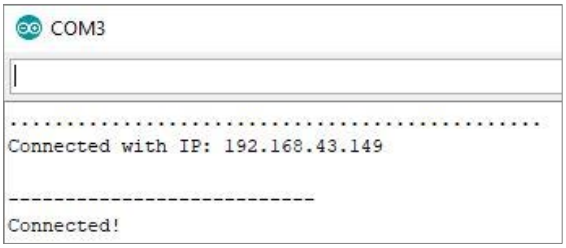
Untuk pemrograman pada *board* ESP32 DevKit, dapat dilakukan dengan bantuan *software* Arduino IDE yang diinstal pada komputer dengan menggunakan kabel USB sebagai media komunikasinya. Untuk penyesuaian program-program dengan desain alat yang dirancang, dilakukan dengan menggunakan *library-library* yang mendukung dan sesuai dengan sistem kinerja alat. Salah satu *library* yang digunakan adalah *library* WiFi, yang membantu komunikasi antara *board* ESP32 DevKit dengan Akses Poin yang digunakan. Gambar 6 adalah ketika *board* telah terkoneksi dengan Akses Poin.



Gambar 4. Skematik rangkaian sensor-sensor pada alat



Gambar 5. Rangkaian sistem alat



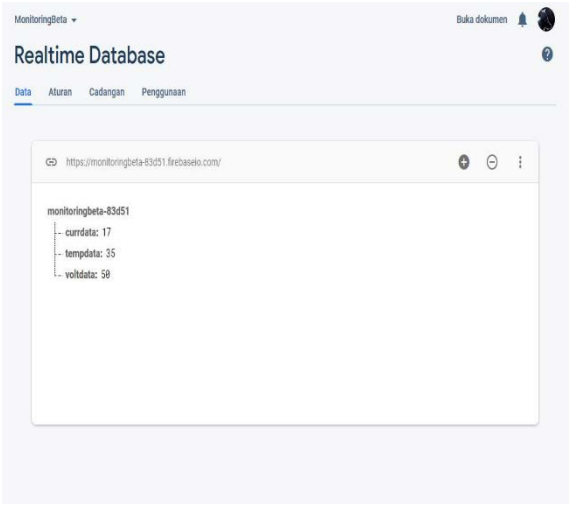
Gambar 6. Tampilan ketika board telah terhubung dengan Akses Poin

B. Pengujian Pengiriman Data ke Firebase dan ThingSpeak

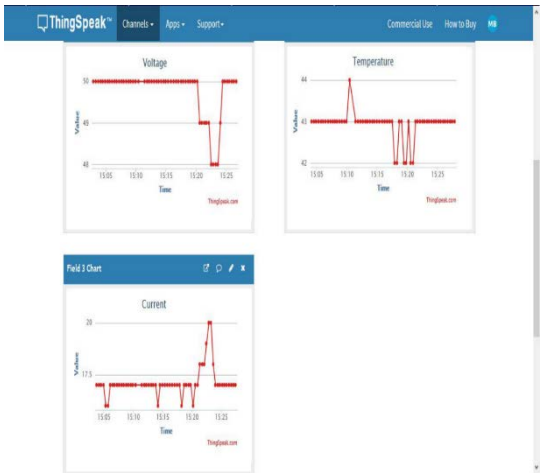
Dengan menggunakan fitur *real time databse* dari Firebase serta tampilan *real time channel* dari ThingSpeak yang telah dibuat, dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8, terlihat bahwa data tertampil dengan baik dan sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Pengujian *cloud system* yang dimiliki oleh Firebase dan ThingSpeak dilakukan dengan cara menghubungkan alat ke jaringan internet dengan bantuan Akses Poin, sehingga membuat data-data sensor dapat dipantau jarak jauh. Pengujian *cloud system* ini juga bertujuan untuk meninjau pembacaan data-data pada sensor terhadap objek uji coba. Data-data yang telah terkirim sebelumnya, akan disimpan pada *database* Firebase dan *webserver* ThingSpeak, yang selanjutnya data-data tersebut akan diambil oleh aplikasi Android melalui koneksi internet. Dengan demikian, hasil akhirnya adalah data pada aplikasi Android sama dengan data yang terdapat pada Firebase dan ThingSpeak.

C. Pengujian Aplikasi dari MIT App Inventor

Dalam pembuatan aplikasi yang telah dibangun menggunakan MIT App Inventor, perlu disematkannya beberapa blok program guna sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah ditentukan, salah satunya blok sistem untuk komunikasi antara Firebase dan ThingSpeak ke aplikasi yang dibangun. Hasil dari aplikasi yang telah dibangun pada penelitian ini berfungsi sebagai media untuk memonitor data yang ditampilkan dalam bentuk angka dan juga grafik. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui kondisi terakhir dari objek uji coba dengan menampilkan data secara real time ke smartphone Android pengguna. Membuat pengguna dapat memantau riwayat penggunaan baterai dari segi penggunaan daya, arus dan suhu.



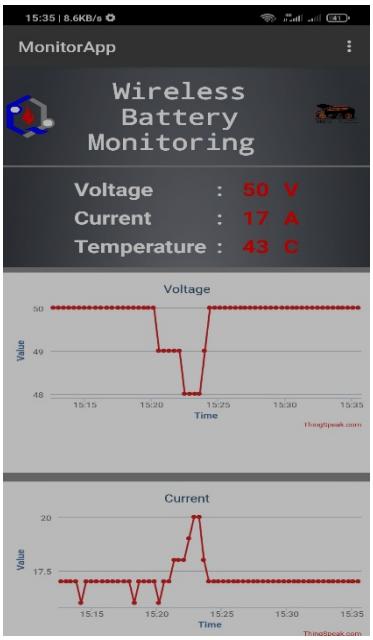
Gambar 7. Tampilan data secara *real time* di Firebase



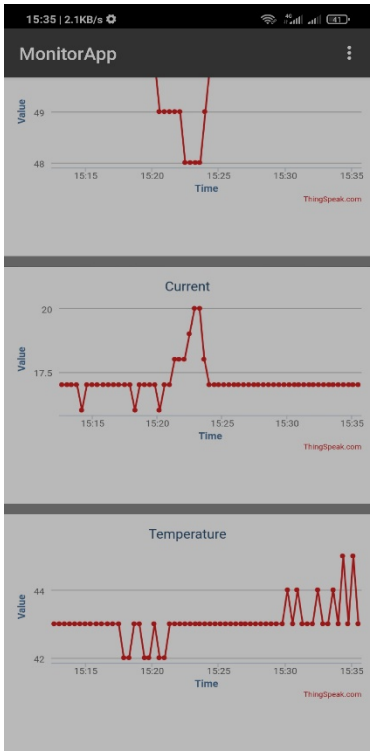
Gambar 8. Tampilan grafik secara *real time* di ThingSpeak

Pada Gambar 9 merupakan tampilan dari desain aplikasi Android yang dibangun menggunakan *software* MIT App Inventor. Pada Gambar 9 terlihat bahwa data-data yang berupa angka pada tampilan aplikasi, merupakan data-data yang diambil oleh aplikasi dari *database* yang terdapat di Firebase melalui jaringan internet, dengan bantuan blok program komunikasi antara aplikasi dan Firebase membuat data yang diperoleh sesuai dengan data yang terdapat pada *database* Firebase.

Pada aplikasi Android sistem ini juga terdapat tampilan grafik yang ditunjukkan Gambar 10 dari data-data sensor yang diambil dari *channel* yang terdapat pada *webservice* ThingSpeak. Tampilan grafik yang diambil oleh aplikasi Android sinkron dengan tampilan grafik yang terdapat pada *channel webservice* ThingSpeak sesuai dengan yang telah diprogram.



Gambar 9. Tampilan data & grafik aplikasi



Gambar 10. Tampilan grafik aplikasi

KESIMPULAN

Firebase dan ThingSpeak pada sistem monitoring ini dirancang agar proses pemantauan sumber daya baterai dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja melalui *smartphone* yang terhubung ke jaringan internet. Alat ini didesain dan dirancang menggunakan *board* mikrokontroler ESP32 DevKit yang dapat mengirimkan data melalui jaringan internet menggunakan modul WiFi yang terhubung dengan sebuah Akses Poin.

Penggunaan Firebase dan ThingSpeak sebagai tempat penyimpanan data dan juga aplikasi dari MIT App Inventor sebagai *interface* data pada *smartphone* Android.

SARAN

Masih terdapat banyak hal-hal yang perlu dikembangkan dari penilitian sistem ini, sehingga diharapkan agar penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem pembaruan yang dapat mengontrol penggunaan daripada baterai agar sistem dapat menjadi lebih sempurna dan membuat hasil olah data menjadi lebih efisien daripada sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti ucapkan sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya yang membuat peneliti mampu menyelesaikan penelitian ini secara baik, serta ucapan terima kasih kepada kerabat-kerabat dekat yang senantiasa memberikan dukungan selama proses pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] G. C. H., “Internet of Things,” vol. 06, no. 3, pp. 35–41.

[2] C. Khawas, “Application of Firebase in Android App Development-A Study,” no. June, (2018).

[3] S. Kong and H. Abelson, *Computational Thinking Education*.

[4] M. Chwalisz, “ThingSpeak Documentation,” *SL Thingspeak*, 2016.

[5] B. S. Putra, A. Rusdinar, and E. Kurniawan, “Desain Dan Implementasi Sistem Monitoring Dan Manajemen Baterai Mobil Listrik,” *eProceedings Eng.*, vol. 2, no. 2, (2015).

[6] A. Jamaluddin, F. A. Perdana, A. Supriyanto, A. Purwanto, and M. Nizam, “Development of Wireless Battery Monitoring for Electric Vehicle,” in *2014 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICEECS)*, (2014), pp. 147–151.

[7] A. Rahman, M. Rahman, and M. Rashid, “Wireless Battery Management System of Electric Transport,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (2017), vol. 260, no. 1, p. 12029.

[8] G. R. Payara and R. Tanone, “Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 3, 2018.: pp. 397–406,

[9] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, and A. Yudhana, “Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak,” *Transmisi*, vol. 21, no. 4, pp. 109–115.

P-28

EVALUASI KERUSAKAN PIPA BAWAH LAUT DAN METODE PERBAIKANNYA

SUBMARINE PIPELINE DAMAGED AND REPAIR METHOD

Sulardi
Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas (STT Migas), Balikpapan
Jl. Soekarno - Hatta KM.8, Transad, Karang Joang Balikpapan 76126, Kalimantan Timur, Indonesia

**E-mail: Sulardikm61@yahoo.com*

Diterima 27-09-2020	Diperbaiki 15-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Aplikasi suplai crude oil dengan pipa bawah laut adalah pilihan yang tepat dan efisien untuk menjamin kelancaran suplai feed intake sehingga unit proses dapat beroperasi dengan lancar. Permasalahan yang dihadapi adalah kesulitan perbaikan pipa bawah laut yang mengalami kerusakan dan putus didasar laut. Tujuan penelitian adalah memberikan gambaran penyebab kerusakan dan putusnya pipa bawah serta metode perbaikan yang paling sesuai dan cocok digunakan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian terpakai dengan pendekatan kasus kerusakan dan putusnya pipa suplai material Crude oil di Teluk Balikpapan. Hasil penelitian menunjukan penyebab permasalahan adalah pipa bawah laut rusak dan putus akibat terseret jangkar kapal. Penggantian pipa bawah laut menggunakan metode Lay Barge terbukti sesuai, cocok dan aman digunakan. Hasil penelitian ini juga merekomendasikan agar metode kerja ini dapat direplikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di unit kerja lain.

Kata kunci**: **pipa bawah laut, metode lay barge.

ABSTRACT

The application of submarine pipeline for crude oil supply is perfect and efficient to ensure supply of feed intake to other process unit can operate smoothly. The problem faced is the difficulty of repairing submarine pipes that have been damaged and have broken off the seabed. The research objective is to provide an overview of the causes of damage and breakdown of the down pipe and the most suitable and suitable repair method for use. This study uses a used research method with a case approach of damage and breaking of the Crude oil material supply pipe in Balikpapan Bay. The results showed that the cause of the problem was the underwater pipe was damaged and broke due to being dragged along the ship's anchor. Submarine pipe replacement using the Lay Barge method is proven to be suitable, suitable and safe to use. The results of this study also recommend that this work method be replicated to solve similar problems in other work units.

Keywords**: **submarine pipe line, lay barge method.

PENDAHULUAN

Pipa bawah laut (*subsea marine pipe line*) adalah instalasi perpipaan yang pada umumnya digunakan untuk mengalirkan fluida air, minyak, gas melalui instalasi perpipaan yang ditempatkan didasar laut (*seabed)* [3,11,12]. Dengan menggunakan instalasi pipa bawah laut ini maka fluida dapat ditransfer dari satu tempat ke tempat lain, dari unit produksi ke unit produksi yang lain, dari unit penampungan ke unit proses, dan dari unit proses ditransfer ke unit penyimpanan. Intalasi pipa bawah laut juga digunakan untuk kegiatan suplai bahan baku crude oil dari pusat

penimbunan crude oil (*centralized crude oil*) ke unit proses kilang crude distillation unit. Pipa bawah laut digelar didasar laut dengan sistim pengamanan tertentu sehingga tidak bergeser dari lokasinya akibat tekanan gelombang, akibat arus pasang surut dan akibat gerakan tanah di dasar laut [2,3,6]. Pasangan pipa bawah laut dipasang konfigurasi sedemikian rupa mengikuti kontur dasar laut dengan panjang terpasang mencapai puluhan kilometer yang secara rutin mengalirkan feed intake dan material proses lain sehingga keberadaan pipa bawah laut ini sangat penting. Seperti halnya pipa bawah laut penunjang operasilang PT. Pertamina RU V Balikpapan. Pipa bawah laut ini memiliki fungsi vital mensuplai feed intake Crude oil dan bahan bakar fuel gas dari terminal Pertamina Lawi-lawi ke kilang Balikpapan [12]. Dengan fungsinya yang demikian vital maka pipa bawah laut ini dijaga selalu dalam kondisi siap pakai dana man dari gangguan.

Permasalahan yang dihadapi dalam pengoperasian pipa bawah laut milik PT. Pertamina RU V adalah terjadinya kerusakan pipa bawah laut akibat bergeser dan tertekuk, pipa terbentur jangkar kapal, dan pipa terseret jangkar kapal sehingga rusak dan putus [12]. Insiden rusak dan putusnya pipa bawah laut yang terjadi di Teluk Balikpapan ini mengakibatkan terganggu dan terhentinya suplai bahan baku crude oil dari terminal crude oil Lawe-lawe ke Kilang Pertamina Balikpapan. Kerusakan dan putusnya instalasi pipa bawah laut ini diduga akibat terseret oleh jangkar kapal yang berlabuh diarea Teluk Balikpapan. Dengan terjadinya insiden tersebut berdampak kepada kerugian (*loss*) suplai crude oil dan terhentinya suplai *crude oil*, kesulitan perbaikan instalasi pipa bawah laut yang rusak, dan potensi flash dan kebakaran. Terhadap permasalahan tersebut telah dilakukan investigasi lebih lanjut untuk mengetahui faktor dan penyebab permasalahan dan metode penanganan permasalahan dengan baik dan tepat guna.

Penelitian ini adalah upaya tidak terpisahkan dalam percepatan penanganan permasalahan dengan solusi yang dianggap paling cocok, tepat dan sesuai dalam penanganan masalah pipa bawah laut yang rusak dan putus akibat terseret jangkar kapal. Penelitian ini sangat penting untuk dilakukan dalam menentukan perbaikan yang dianggap paling cocok dan paling sesuai digunakan. Jika tidak ditemukan cara perbaikan cocok dan dapat diaplikasikan maka permasalahan kesulitan perbaikan pipa bawah laut tidak akan terselesaikan.

Permasalahan yang muncul yaitu pipa bawah laut (submarine pipe line) adalah peralatan yang digunakan untuk mensuplai *crude oil* dengan debit aliran yang cukup besar dan dengan tekanan tinggi sehingga memungkinkan pipa bergeser dan berpindah dari posisinya ke permukaan dasar laut sehingga jika pipa bawah laut dipasang sesuai standar dan ketentuan regulasi maka pipa bawah laut tidak ada bergeser atau berpindah dari posisinya kepermukaan dasar laut.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor dan penyebab masalah terjadinya kerusakan pipa bawah laut serta memberikan gambaran cara perbaikan bawah laut yang dianggap paling cocok, sesuai dan aman digunakan.

Tinjauan Pustaka

Merujuk kepada hasil penelitian terkait instalasi pipa bawah laut yang telah dilakukan oleh B. Rachmat, C.Purwanto dan P. Raharjo (2011) [2], potensi resiko penggelaran pipa bawah laut adalah tidak sesuai standard an aturan yang berlaku. Beberapa potensi kegagalan struktur pipa migas bawah laut diantaranya adalah pipa tertimpa jangkar, terseret jangkar kapal, terjadi bentang bebas (freespan), kegagalan akibat lelah (fatique), terjadi pembengkokan (buckling) dan terjadi pergeseran pipa secara vertikal dan lateral.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ika Puspita Nuraini (2016) [6], berdasarkan hasil perhitungan dengan kecepatan kapal 7-9 knot,

besarnya gaya tarik jangkar mengakibatkan pengaruh pada saat kapal menarik adalah 1164,89 - 2323,71 kN. Dengan pemodelan *ANSYS* menggunakan bentang pipa 20,32-30,48 meter diketahui bahwa saat terseret jangkar kapal maka pipa bawah laut berada pada kondisi *unacceptable risk* [6].

Perbedaaan penelitian ini dengan kedua penelitian diatas terdapat perbedaan bahwa kedua penelitian diatas fokus pada potensi kerusakan struktural pasangan pipa bawah laut yang sub standard akibat pemasangan dan kondisi unsafe condition pipa bawah laut. Sedangkan penelitian ini fokus pada metode perbaikan pipa bawah laut yang mengalami kerusakan dan putus akibat terseret jangkar kapal. Dengan data dan fakta sebagaimana diuraikan diatas maka penelitian ini layak penting untuk dilakukan guna mengatasi masalah kesulitan perbaikan pipa bawah laut (*subsea marine pipe line*) yang rusak dan putus akibat terseret jangkar kapal di area Teluk Balikpapan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Balikpapan, tepatnya dilingkungan daerah operasi PT. Kilang Pertamina Balikpapan (KPB), khususnya diarea Teluk Balikpapan dimana terdapat lintasan pipa bawah laut (Submarine pipe line) untuk suplai bahan baku crude oil dan natural gas dari Terminal Lawe-lawe (*Centralized crude oil*) menuju ke kilang Pertamina Balikpapan (KPB).



Gambar. 1 Lokasi pasangan SPL Dia. 20 inch

Metode Pendekatan Masalah

Penelitian ini menggunakan metode penelitian aplikasi atau metode penelitian terpakai dengan metode pendekatan studi kasus. Metode penelitian ini aplikasi dalam mengatasi permasalahan kerusakan dan putusnya pipa bawah laut (SPL) diameter 20 inch sesuai standar DNV GL-RP-F114 [4] dan DNV GL RP-F107[5] dengan mempertimbang kan ukuran jangkar dan kedalaman seabed [7,10,11].

Material Penelitian

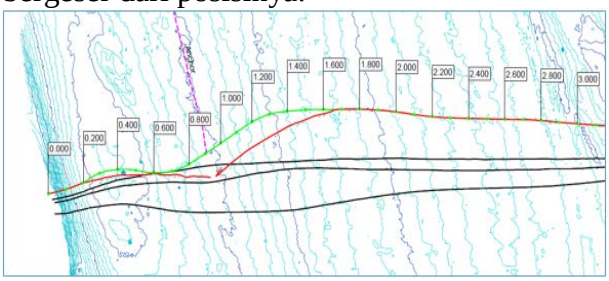
Spesifikasi material pipa bawah laut (SPL) adalah *Carbon Steel (CS*), *Standar API 5L Grade X52* [1,4,5] dengan panjang penggantian pipa sepanjang 399 meter. Data tanah dasar (sebed) adalah tanah *soft clay* sepanjang lokasi rencana instalasi pipa [12].

Tabel. 1 Spesifikasi pipa bawah laut (SPL)

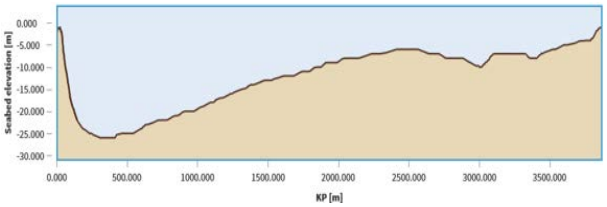
Properties	Unit	Value
NPS	[inch]	20"
Outside Diameter	[mm]	508
Carbon Steel (CS) Grade	[-]	API 5 L Grade X52
Linepipe Manufacturing	-	ERW
Steel Wall Thickness (offshore)	[mm]	12.7
SMYS(1)	[MPa]	358.5
SMTS(1)	[MPa]	455.1
Carbon Steel Density	[kg/m^3]	7850
CS Poisson Ratio	-	0.3
Steel Thermal Expansion Coefficient α_{steel}	1/°C	1.17x10^{-5}

Route dan Peta Bathymetric SPL

Profil dasar laut berdasarkan dari bathymetric data sepanjang jalur pipa bawah laut setelah terjadi kerusakan. Jalur ini akan digunakan kembali untuk pemasangan pipa pengganti dan reposisi pipa bawah laut yang bergeser dari posisinya.



Gambar. 2 Data bathymetric seabed



Gambar. 3 Data profil seabed

Peralatan Kerja

Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah meliputi semua peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan inspeksi teknik, pekerjaan pengangkatan dan pemindahan pipa, pembenaman dan pemasangan proteksi ACBM yang meliputi:

a. Ponton/ barge dengan crane angkat kapasitas. 15 ton
b. Alat penggelaran pipa SPL
c. Alat pemotong pipa dan alat pengelasan
d. Alat pengelasan otomatis dan alat pengelasan bawah air
e. Alat gali bawah laut, berupa clamp shell
f. Alat pemeriksaan inspeksi dan alat monitor bawah air
g. Alat kelengkapan dan keselamatan kerja bawah air
h. Alat pelindung diri dan alat bantu pernafasan bawah air
i. Alat komunikasi, alat pemberi isyarat dilaut dan alat isyarat bawah air lainnya
j. Peralatan lain sesuai kebutuhan disite.

Metode Kerja

a. Persiapan

Persiapan yang dilakukan check dan recheck sebelum berangkat ke lokasi kerja:

1) Ijin kerja pergerakan kapal dan alat penggalian bawah laut
2) Ijin kerja dan job safety analysis pekerjaan logam, pengelasan dan pekerjaan bawah air
3) Lingkungan diatas perairan dalam, rawan tercebur dan tenggelam, dipersyaratkan semua pekerja bisa berenang dan selalu memakai life jacket
4) Bahan konsumsi, akomodasi dan transport tasi material, peralatan, obat-obatan anti mabuk dan P3K
5) Mematuhi penggunaan alat-alat keselamat an kerja dan alat pelindung diri.

b. Pemasangan instalasi pipa bawah laut (submarine pipe line)

Pekerjaan penggantian instalasi pipa bawah laut yang mengalami kerusakan dilakukan dengan Metode Lay Large:

1) Pemindahan pipa dari barge pengangkut menuju pipe lay barge (lay vessel)
2) Setting peralatan pengelasan pipa berupa pre-heating, gerinda, dan buffing
3) Fit up posisi pipa dengan pipa lain yang akan disambungkan dan dilakukan tig weld
4) Pengelasan otomatis dengan mesin las otomatis.
5) Visual inspection dan perapihan detail construction
6) Uji NDT (non destructive test) dan Radiografphic test (RT)
7) Proteksi joint sambungan dengan coating dengan spesifikasi khusus
8) Proses wrapping pipa SPL dengan HSS (heat shrink sleeve)
9) Pemasangan sea sleeve dan pembungkus foam injection agar sambungan lebih kuat
10) Meluncurkan SPL dari barge melalui stinger dengan sudut aman agar tidak terjadi buckling
11) Setting SPL pada lokasi yang telah digali sedalam 2 meter dan dipasang pipe sleeper
12) Pekerjaan penggelaran pipa bawah laut sesuai kedudukan dan proteksi pipa dengan articulated concrete block matresses (ACBM)[8,9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil ivestigasi menunjukan bahwa rusak dan putusnya pipa bawah laut adalah karena faktor orang, yakni kegagalan dalam komunikasi. Penyebabnya adalah tidak samanya bahasa yang digunakan dalam komunikasi, yakni adanya petunjuk dalam Bahasa Inggris dan dijawab dalam Bahasa China yang mengakibatkan kesalahan dalam pengambilan tindakan, yakni kesalahan menurunkan jangkar kapal hingga membentur

dan menyeret pipa bawah laut. Rusak dan putusnya pipa bawah laut terindikasi dengan oleh gaya tarik dengan tonase yang besar.

Hal ini didukung dengan fakta hasil investigasi komite keselamatan transportasi (KNKT) yang menunjukan telah terjadi tekukan dan putusnya pipa akibat beban tarik yang melebihi batas yield material pipa bawah laut sehingga pipa rusak dan putus. Terhadap kejadian rusak dan terputusnya pipa bawah laut suplai crude oil tersebut telah dilakukan penggantian terhadap pipa yang rusak putus dengan spesifikasi sejenis yakni *Carbon Steel (CS*), Standar *API 5L Grade X52 NPS 20* [1,4,5] sepanjang 399 meter. Bentuk dan konfigurasi pemasangan menyesuaikan regulasi yang berlaku yakni Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 [7], ketentuan Menteri Perhubungan Nomor PM 129 Tahun 2016 [9] tentang alur pelayaran dilaut dan bangunan dan atau instalasi perairan, serta standar *DNV GL-RP-F114* [4] dan *DNV GL RP-F107* [5]. Berdasarkan hasil investigasi dan atas dasar pemenuhan ketentutan regulasi yang berlaku maka dipilih metode proteksi pipa bawah laut yang dianggap paling cocok dan paling sesuai digunakan adalah dengan membenamkan kedalam seabed sedalam 2 meter dibawah permukaan seabed [7,10,11,12], memproteksi pipa bawah laut dengan *articulated concrete block matresses* [8,9].

Pembahasan

Instalasi pipa bawah laut (submarine pipeline) dari Penajam-Kilang Pertamina (RU V) Balikpapan berlokasi di Teluk Balikpapan adalah jalur lintasan jalur pelayaran kapal-kapal laut yang cukup padat dan sibuk karena terdapat beberapa dermaga tambat di kawasan Teluk Balikpapan diantaranya adalah dermaga pelabuhan Semayang, dermaga/ jetty PT. Kilang Pertamina Balikpapan, dermaga Kampung Baru, dermaga penajam dan dermaga Kariangau. Selain itu juga terdapat dermaga dan pelabuhan yang dikelola oleh pihak swasta seperti PT. Chevron, PT. Petrosea offshore supply base dan PT. Galangan Kapal Balikpapan.

Kerusakan pipa suplai *crude oil* bawah laut Penajam-Kilang Pertamina Balikpapan di Teluk Balikpapan, berdasarkan hasil keterangan resmi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) adalah akibat terbentur dan terseret jangkar kapal. Faktor penyebab adalah faktor manusia, dengan penyebab maslah adalah kegagalan nahkoda kapal dalam berkomunikasi. Kegagalan komunikasi ini adalah adanya perbedaan Bahasa yang digunakan dan tidak digunakannya satu bahasa komunikasi yang sama. Kasusnya adalah petugas pemandu kapal berkomunikasi dalam bahasa internasional yakni Bahasa Inggris, sedangkan nahkoda berkomunikasi dalam Bahasa China. Ketika pemandu kapal pemandu kapal mengarahkan untuk menurunkan jangkar 1 meter, nahkoda kapal memerintahkan menurunkan jangka sedalam 27 meter sehingga membentur dan menyeret pipa bawah laut (SPL) milik PT. Kilang Pertamina Balikpapan.

Instalasi pipa suplai bahan baku crude oil diameter 20 inch Penajam-Kilang Pertamina Balikpapan dibangun pada tahun 1997 dengan mengikuti ketentuan dan regulasi Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 [7] tentang keselamatan kerja pipa penyalur minyak dan gas bumi, yakni digelar diatas permukaan tanah dasar (seabed) Teluk Balikpapan dan dipasang tower menara pengawas disisi luar posisi pipa, baik di pantai Penajam maupun di panti Kilang Pertamina Balikpapan. Pipa bawah laut ini digelar pada kedalaman 13-17 meter dibawah permukaan air laut dan telah memenuhi persyaratan Kepmentamben No.300.K/38/M.PE/1997 [7].

Terdapat perbedaan dengan ketentuan Menteri Perhubungan Nomor PM 129 Tahun 2016 [10] tentang alur pelayaran dilaut dan bangunan dan/ atau instalasi perairan yang mengharuskan instalasi pipa bawah laut berada pada kedalaman 20 meter dan dibenamkan sedalam 2 meter dibawah tanah dasar (seabed).

Dalam hal ini PT. Kilang Pertamina Balikpapan telah memenuhi ketentuan regulasi dengan adanya sertifikat kelayakan penggunaan peralatan Nomor.412/PP/SKPP/18.03/DJM.T/2016 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi yang menyatakan bahwa instalasi SPL 20 inch Balikpapan-Penajam dalam kondisi layak dan memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan kerja sehingga dapat digunakan. Upaya PT. Kilang Pertamina Balikpapan mencegah agar kejadian sejenis tidak terulang dilakukan dengan membenamkan pipa bawah laut dan memproteksi pipa suplai crude oil bawah laut (SPL) diameter 20 inch dengan metode proteksi articulated concrete block mattress.

Analisis terhadap jenis kapal dan berat jangkar kapal yang digunakan diketahui bahwa kapal-kapal yang melintas diatas alur pipa suplai crude oil bawah laut adalah kapal craft vessel type dengan tonase 80 ton dan berat jangkar 1 ton, kapal general vessel type dengan tonase 20.000 ton dan berat jangkar 5 ton, dan kapal tanker dengan tonas 40.000 ton dan berat jangkar 10 ton. Hasil analisis terhadap pengaruh posisi jangkar kapal terhadap pipa bawah menunjukan, jangka akan turun kedalam tanah dasar sampai kedalaman 1.0-1.50 meter dibawah permukaan seabed sehingga jangkar tindak mencapai pipa bawah laut setelah dibenamkan sedalam 2.0 meter dibawah seabed.

KESIMPULAN

Dari uraian hasil penelitian dan pembahasan terhadap hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

a. Faktor penyebab permasalahan adalah faktor orang, yaitu kegagalan komunikasi diantara orang-orang yang terlibat didalam penjangkaran kapal
b. Spesifikasi material carbon steel Standard API 5L Grade X52 dengan Metode Lay Barge terbukti cocok digunakan dan terbukti dapat mengatasi permasalahan.

SARAN

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

a. Nahkoda dan awak kapal yang akan bersandar dikawasan Teluk Balikpapan harus memiliki kemampuan komunikasi dalam bahasa internasional (bahasa Inggris)
b. Spesifikasi material dan metode dapat direplikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di unit kerja yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

[1] API RP 1111, 1999, Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipeline (Limit State Design), American Petroleum Intitute
[2] B. Rachmat, C. Purwanto, P. Raharjo, 2011, Kajian Identifikasi Infrastruktur Jaringan Pipa Migas Bawah Laut di Perairan Sebelah Utara Provinsi Banten, Jurnal Geologi Kelautan Volume 9, No. 2, Agustus 2011
[3] Cindy Dianita, Tatyana Vladimirovna Dmitrieva, 2016, A Comparison of American, Norwegian, and Rusian Standards in Calculating the Wall Thickness of Submarine Pipeline, Makara J. Technol. 20/1 (2016), 45-48, DOI: 10.7454/mst. v20il.3055
[4] DNV GL RP-F114, 2017, Pipe Soil Interaction for Submarine, DNV GL AS
[5] DNV GL RP-F107, 2017, Risk Assessment of Pipe Line Protection, DNV GL AS
[6] Ika Puspita Nuraini, 2016, Analisis Resiko Pipa Bawah laut Akibat Tarikan Jangkar Dengan Metode Monte Carlo, Studi Kasus Jaringan Pipa Bawah Laut Tunu Field, Blok Mahakam Kalimantan Timur, Tugas Akhir Prodi Teknik Kelautan ITS, Surabaya
[7] Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No.300.K/38/M.PE/1997, 1997, Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi, Departemen Pertambangan dan Enegri
[8] Maccaferi, 2013, Articulated Concrete

Block Matress (ACBM, Bologna Meccaferi

[9] Maria Gabriela Gaeta, A Lamberti, M Mongiorgi, 2012, Articulated concrete block mattresses (ACBM) for Submarine Pipeline Protection and Stabilization: a Physical Model Study in a Wave Flume, MWWD & IEMES

[10] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 129 Tahun 2016, Tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/ atau Instalasi Perairan

[11] Sulardi, 2020, Teknik Operasi Lepas Pantai, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan

[12] Sulardi, 2020, Proteksi Pipa Bawah Laut Dengan Metode Articulated Concrette Block Mattresses, Jurnal Info Teknik Volume 21 No. 1 Juli 2020, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.

P-29

KARAKTERISTIK LM35 SEBAGAI SENSOR SENTUH CEPAT UNTUK MENGUKUR TEMPERATUR TUBUH MANUSIA

CHARACTERISTICS OF THE LM35 AS QUICK CONTACT SENSOR FOR MEASURING HUMAN BODY TEMPERATURE

Muhammad Rizali[1*]
[1]Teknik Industri, Universitas Sari Mulia, Banjarmasin

**E-mail: mechanicalpress@gmail.com*

Diterima 27-09-2020	Diperbaiki 11-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pandemi Covid-19 telah banyak merubah kondisi hidup manusia, dimana salah satunya adalah diterapkannya protokol kesehatan. Pada protokol kesehatan, untuk dapat memasuki tempat umum atau gedung-gedung, disyaratkan untuk selalu memeriksa temperatur tubuh orang yang hendak masuk, dimana orang dengan temperatur tubuh tinggi maka tidak diperbolehkan masuk. Pemeriksaan temperatur tubuh memerlukan petugas yang selalu berjaga memeriksa, dan petugas tersebut juga selalu berdekatan dengan orang banyak, sehingga petugas tersebut juga rentan terhadap penularan Covid-19. Pada penelitian ini disarankan untuk menggunakan sensor LM35 untuk mendeteksi temperatur tubuh secara otomatis, dikarenakan sensor ini stabil digunakan dan harganya murah. Untuk mengukur temperatur tubuh manusia, sensor LM35 akan disentuh dengan ujung jari tangan selama 10 detik, kemudian temperatur yang terbaca tersebut akan dikonversi/dikalibrasi sehingga akan menunjukkan temperatur dahi manusia. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah arduino, sensor LM35dan thermogun. Hasil yang didapatkan adalah temperatur jari lebih rendah dari temperatur dahi, sehingga diperlukan angka kalibrasi. Dengan penambahan 4,34◦C ke bacaan sensor LM35. Nilai toleransi hasil bacaan sensor terhadap temperatur dahi sebenarnya adalah 5%.

Kata kunci*:*Sensor LM35, temperatur, tubuh manusia, sensor sentuh

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic has changed the conditions of human lifestyle, one of which is the implementation of health protocols. In the health protocol, to be able to enter places or buildings, it is required to always check the body temperature of people who want to enter, where people with high body temperature are not allowed to enter. Examination of body temperature requires officers who are always on strict vigil, and these officers are also always connected with the crowd, so these officers are also vulnerable to Covid-19 transmission. In this study, we suggested to use the LM35 sensor to measure body temperature automatically, because this sensor is stable in use and cheap. To measure human body temperature, the LM35 sensor will be touched with the fingertips for 10 seconds, then the temperature will be calibrated so that it will show the temperature of the human forehead. The tools used in this study were Arduino, LM35 sensor and thermogun. The result obtained is a fingertip temperature is lower than the temperature of the forehead, so a calibration number is needed. With the addition of a sensor to a reading of 4.34°C LM35. The tolerance value of the sensor reading to the actual forehead temperature is 5%.

Keywords: LM35, temperature, human body, touch sensor

PENDAHULUAN

Masa pandemi Covid-19 membuat banyak perubahan dalam kehidupan manusia, dimana banyak protokol kesehatan yang harus dilaksanakan jika beraktivitas atau berinteraksi dengan orang lain. Protokol kesehatan tersebut mencakup penggunaan masker, pencucian tangan yang lebih sering, pengukuran temperatur tubuh sebelum memasuki area tertentu, hingga rapid/swab test.

Dengan mematuhi protokol kesehatan yang ada, diharapkan penyebaran virus Covid-19 dapat dikendalikan dan dikurangi.

Salah satu kendala dalam protokol kesehatan adalah pada prosedur pengukuran temperatur tubuh, dimana prosedur yang ada adalah pengukuran dengan menggunakan thermogun infra merah, yang ditembakkan oleh operator/petugas ke bagian dahi dari obyek. Kendala yang ditemui adalah operator/petugas harus selalu standby menunggu obyek/orang yang harus diukur temperaturnya, sehingga efisiensi kerja kurang optimal. Kendala lain yang ditemui adalah akurasi pengukuran, dimana dengan banyaknya peredaran alat ukur temperatur non kontak dengan infra merah, ditemui ada alat yang nilai bacaan temperaturnya tidak stabil, pada obyek yang sama, dengan beberapa kali pengulangan, ditemui ada perbedaan pembacaan temperatur, sehingga menimbulkan kebingungan, dan membuat kemungkinan adanya orang dengan temperatur tinggi, yang lolos dari pemeriksaan. Diketahui juga bahwa dengan banyaknya pemakaian alat thermogun di masyarakat, membuat harga pembeliannya menjadi meningkat. Berdasarkan kendala-kendala ini, maka diperlukan solusi teknologi yang bisa berfungsi untuk mengukur temperatur tubuh manusia dengan karakteristik sebagai berikut :

1. Akurat dan presisi dalam pengukuran temperatur tubuh manusia
2. Bekerja secara otomatis, sehingga mengurangi beban kerja petugas pengukur temperatur
3. Harga yang relatif murah

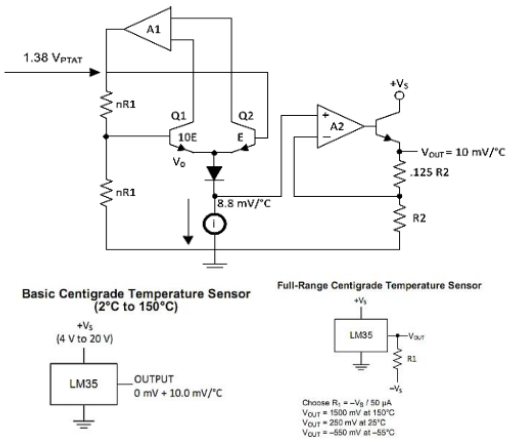
Temperatur tubuh manusia bervariasi, berdasarkan kondisi metabolisme dan pengaruh lingkungan. Berdasarkan Parihar [1], temperatur normal tubuh berkisar antara 36,1 sampai dengan 37,8°C. Sensor LM35 pada penelitian Parihar digunakan untuk mengukur temperatur ruangan.

Berdasarkan karakteristik yang diinginkan untuk alat deteksi temperatur tubuh manusia, maka pada penelitian ini akan digunakan sensor LM35. Sensor LM35 berdasarkan penelitian Sankar [2] adalah sensor temperatur dengan konsep keluaran listrik yang besarnya sebanding dengan temperatur yang diukur. LM35 mempunyai tegangan keluaran yang proporsional dengan Celcius, dengan hubungan linier. LM35 mempunyai karakter pemanasan internal yang rendah, dan tidak memerlukan kalibrasi eksternal untuk penggunaannya. Hal ini juga didukung oleh penelitian Widhiada [3] yang menyatakan bahwa sensor LM35 mempunyai keuntungan kalibrasi yang linier dengan skala temperatur Kelvin. Adi [4] pada penelitiannya menyebutkanbahwa karakter dari sensor LM35 adalah menghasilkan tegangan sebesar 10mV/°C. Artinya bahwa tiap kenaikan temperatur sebesar 1°C, maka sensor LM35 akan menghasilkan kenaikan sebesar 10mV. Skema dari sensor LM35 berdasarkan Adi [4] ditampilkan pada gambar 1.

Penelitian dari Sali [5] juga memberikan refernsi yang sama, yaitu kenaikan 1°C akan ditunjukkan oleh kenaikan tegangan sebesar 10mV. Pada peleitiannya, Sali [5] menggunakan sensor LM35 hanya untuk mengetahui kondisi ruangan pasien yang dirawat, jadi tidak mengukur secara langsung temperatur tubuh pasien.

Sensor LM35 banyak digunakan di beberapa aplikasi keteknikan, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk digunakan pula di dunia kesehatan, seperti halnya penelitian Thomas [6], dimana sensor LM35 ini digunakan untuk mengukur temperatur tubuh. Pada penelitian tersebut, Thomas [6] menggunakan persamaan :

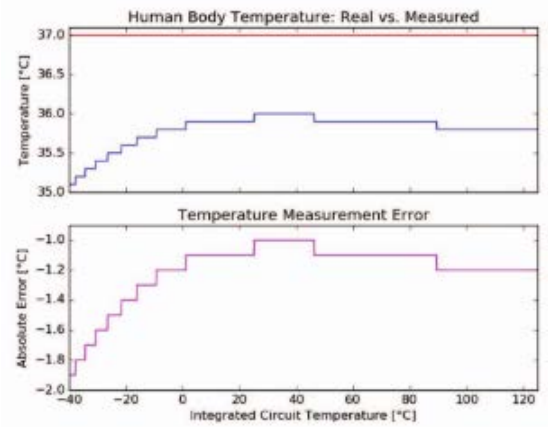
Celcius=output voltage * 0,48828125 (1)



Gambar 1. Skema rangkaian sensor LM35

Yassin [7] pada penelitiannya, juga menggunakan sensor LM35 untuk mengukur temperatur tubuh manusia, dimana sensor LM35 tersebut diletakkan di ketiak. Pada penelitian tersebut, Yassin mendapatkan fluktuasi temperatur karena adanya pergerakan tubuh pasien. Metode pengkuran temperatur tubuh di ketiak ini, tentu saja tidak memungkinkan digunakan untuk deteksi dini Covid-19, dimana deteksi yang disyaratkan adalah meminimalkan kontak dengan tubuh manusia.

Narczyk [8] juga melakukan penelitian tentang penggunaan sensor dengan basis thermistor, untuk mengukur temperatur tubuh manusia. Sensor ditempelkan di kulit, agar dapat membaca temperatur tubuh. Pada penelitiannya, Narczyk menyarankan perlunya kalibrasi antara bacaan sensor thermistor dengan temperatur tubuh manusia. Selisih bacaan temperatur antara thermistor dan temperatur tubuh manusia adalah sebesar 2°C, sehingga diperlukan kalibrasi.Hasil penelitian Narczyk ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil penelitian Narczyk

Pada penelitian ini, akan digunakan sensor LM35 untuk mengukur temperatur tubuh manusia, dengan cara pengukuran berupa sentuhan jari tangan. Temperatur jari tangan akan mempengaruhi temperatur sensor LM35. Perubahan temperatur sensor LM35 yang disentuh tangan, akan dikonversi untuk mendapatkan temperatur dahi manusia, dimana temperatur dahi ini menjadi tempat yang sering diukur temperaturnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan faktor konversi atau kalibrasi dari sensor LM35 untuk dapat menggambarkan temperatur tubuh manusia, berdasarkan input/masukan dari sentuhan jari saja.

METODOLOGI

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian sensor LM35 untuk mengukur temperatur tubuh manusia. Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rangkaian arduino dan 2 sensor LM35, dimana kaki-kaki sensor LM35 dihubungkan dengan pin 5V, GND, dan A0 dan A1 pada arduino, dengan skema alat seperti gambar 3.
2. 2 sensor LM35 digunakan secara bersamaan dan dibandingkan bacaan awalnya, sampai pembacaan temperatur identik untuk kedua sensor. Sensor pertama digunakan untuk mengukur temperatur tubuh, dan sensor lainnya digunakan untuk pembanding dan pengukur temperatur udara ruangan
3. Bacaan temperatur ditampikan pada serial monitor interface program arduino
4. Jika sudah dicapai kondisi temperatur kedua sensor sudah sama, maka dilakukan lah percobaan
5. Ukur temperatur jari tangan dengan thermogun
6. Ukur temperatur dahi dengan thermogun
7. Sentuh sensor LM35 dengan lama waktu sentuhan 10 detik
8. Ulang langkah sebanyak 8 kali
9. Dengan variasi lama sentuhan, hasil bacaan temperatur LM35 dikumpulkan dan didata, dan diolah sehingga didapatkan persamaan baru untuk LM35 dalam mengukur temperatur tubuh manusia

Tahapan metode penelitian ditampilkan dalam diagram alir seperti gambar 4.

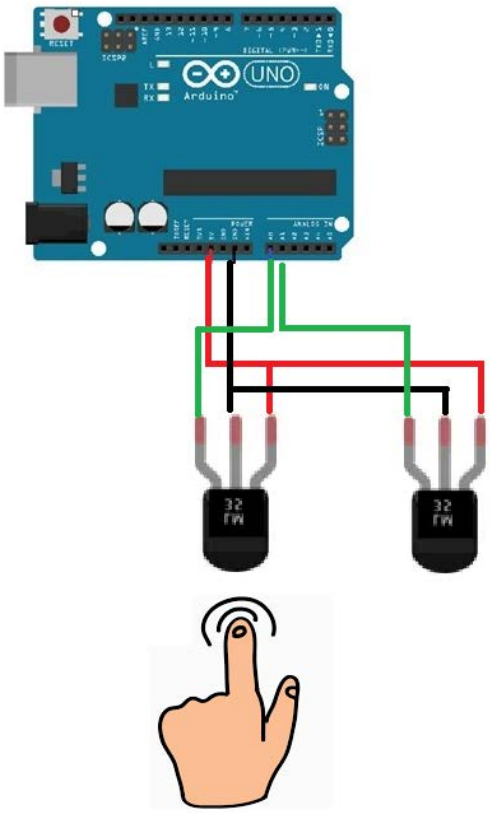
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 5, dengan keterangan sebagai berikut : Temperatur awal adalah temperatur sensor LM35 sebelum disentuh; Temperatur jari adalah temperatur jari yang diukur dengan thermogun, Temperatur sensor adalah temperatur tang ditunjukkan oleh LM35 setelah disentuh oleh jari selama 10 detik, Temperatur dahi adalah temperatur dahi yang diukur dengan thermogun. Setelah data temperatur tersebut didapatkan, maka dicari selisih antara T. Dahi dan T. Sensor. Tabel 2 menunjukkan hasil pengolahan data.

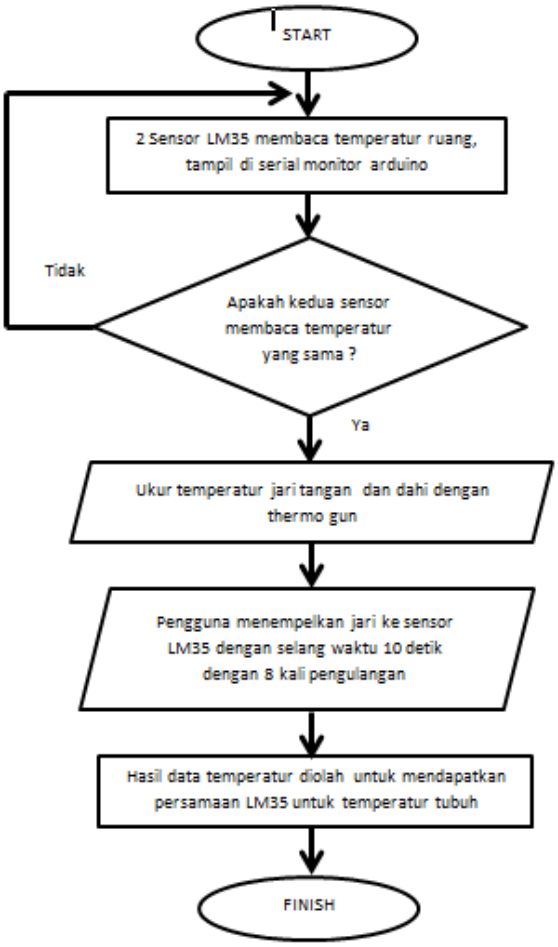
Dari data selisih antara T. Dahi dan T. Sensor, didapatkan rata-rata selisih sebesar 4,34°C. Dari nilai rata-rata ini kemudian

ditambahkan ke temperatur sensor, sehingga didapatkan temperatur kalibrasi. Dari temperatur kalibrasi ini, kemudian dikomparasi lagi dengan temperatur dahi, sehingga didapatkan persentase selisih sebesar 4,8% atau ≈ 5%. Berdasarkan data penelitian, didapatkan bahwa :

$$T\ dahi = T.\ Sensor + 4{,}34 \qquad (2)$$



Gambar 3. Skema penelitian



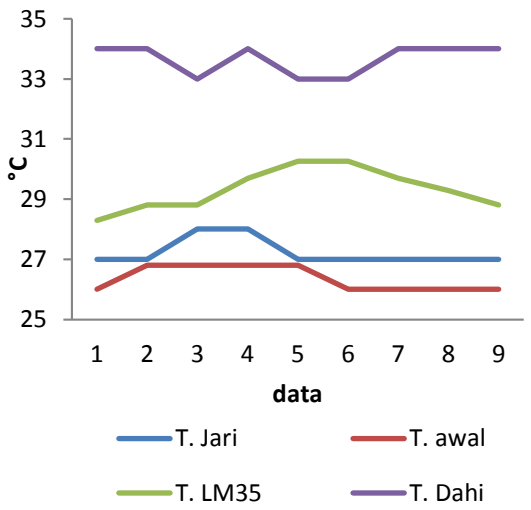
Gambar 4. Diagram alir penelitian

Tabel 1. Data hasil pengujian

T. Awal	T. Jari	T. Sensor	T. Dahi
26	27	28,3	34
26,8	27	28,8	34
26,8	28	28,8	33
26,8	28	29,7	34
26,8	27	30,26	33
26	27	30,26	33
26	27	29,7	34
26	27	29,28	34

Tabel 2. Pengolahan data

T. dahi-T Sensor	T. Sensor kalibrasi	T. Dahi-T. Kalibrasi	% error
5,7	32,64	1,35	3,98
5,2	33,14	0,85	2,51
4,2	33,14	-0,14	-0,43
4,3	34,04	-0,04	-0,13
2,74	34,60	-1,60	-4,86
2,74	34,60	-1,60	-4,86
4,3	34,04	-0,04	-0,13
4,72	33,62	0,37	1,10
$\bar{x} = 4,34$			Max = -4,86%



Gambar 5. Data hasil penelitian

Hasil yang didapatkan di penelitian ini berkesesuaian dengan hasil penelitian narczyk [8] yang mana menyebutkan bahwa diperlukan nilai kalibrasi antara sensor dengan temperatur tubuh sebenarnya. Pada penelitian narczyk didapatkan selisih temperatur kira-kira sebesar 2°c, sedangkan pada penelitian ini didapatkan selisih temperatur bervariasi dari 2,7-5,7°c. Dengan hasil selisih/error sebesar 5%, penelitian ini mempunyai ketelitian yang rendah dibanding dengan penelitian hudha [9], yang menyatakan bahwa ketelitian pengukuran temperatur tubuh dengan error sebesar 0,6%. Hal yang menjadi pembeda di penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah waktu sentuhan antara sensor dengan kulit, hanya selama 10 detik, sedangkan penelitian lainya, sensor selalu menempel di kulit. Waktu kontak yang singkat tentu mempengaruhi bacaan sensor.

Waktu kontak yang singkat antara kulit dan sensor, memungkinkan metode ini cocok untuk digunakan di masa pandemi Covid-19, dimana orang hanya perlu menyentuh sensor selama 10 detik, untuk mengetahui temperatur tubuhnya, sehingga dapat dilakukan pengukuran temperatur tubuh secara bergantian. Untuk mengurangi resiko penularan Covid-19 pada penggunaan sensor secara bergantian, maka sistem ini bisa dikombinasikan dengan lampu steril ultraviolet C.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dihasilkan cara kalibrasi sensor LM35 untuk membaca temperatur tubuh manusia secara singkat, yaitu dengan sentuhan jari tangan selama 10 detik. Untuk mendapatkan temperatur sensor yang mendekati temperatur dahi tubuh manusia, maka bacaan sensor LM35 dikalibrasi dengan penambahan sebesar 4,34°C. Dari komparasi dengan thermogun standar, didapatkan selisih/error pembacaan temperatur dengan metode ini sebesar 5%.

SARAN

Untuk perbaikan penelitian ini di akan datang, perlu divariasikan durasi waktu sentuhan, dan peningkatan ketelitian dari alat. Tidak menutup kemungkinan juga dipergunakan jenis sensor yang bervariasi untuk mencari sensor yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diperuntukkan kepada seluruh Civitas Akademika Universitas Sari Mulia yang telah membantu, baik materiil maupun moril, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dan dipublikasikan. Secara khusus ucapan terimakasih diucapkan kepada sejawat di Program Studi Teknik Industri Universitas Sari Mulia, atas kerjasamanya dalam pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] V. R. Parihar, A. Y. Tonge, and P. D. Ganorkar, "Heartbeat and Temperature Monitoring System for Remote Patients using Arduino," *Int. J. Adv. Eng. Res. Sci.*, (2017), doi: 10.22161/ijaers.4.5.10.

[2] K. S. Sankar *et al.*, "Wireless Health Monitoring System using IOT," *Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol.*, (2019), doi: 10.32628/ijsrset196263.

[3] W. Widhiada, T. G. T. Nindhia, I. N. Gantara, I. N. Budarsa, and I. N. Suarndwipa, "Temperature stability and humidity on infant incubator based on fuzzy logic control," (2019), doi: 10.1145/3330482.3330527.

[4] P. D. Prasetyo Adi and A. Kitagawa, "Performance evaluation WPAN of RN-42 bluetooth based (802.15.1) for sending the multi-sensor LM35 data temperature and raspBerry pi 3 Model B for the database and internet gateway," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, (2018), doi: 10.14569/IJACSA.2018.091285.

[5] S. Sali and C. S. Parvathi, "Integrated wireless instrument for heart rate and body temperature measurement," (2017), doi: 10.1109/I2CT.2017.8226171.

[6] S. S. Thomas, A. Saraswat, A. Shashwat, and V. Bharti, "Sensing heart beat and body temperature digitally using Arduino," (2017), doi: 10.1109/SCOPES.2016.7955737.

[7] F. M. Yassin, N. A. Sani, and S. N. Chin, "Analysis of Heart Rate and Body Temperature from the Wireless Monitoring System Using Arduino," (2019), doi: 10.1088/1742-6596/1358/1/012041.

[8] P. Narczyk, K. Siwiec, and W. A. Pleskacz, "Precision human body temperature measurement based on thermistor sensor," (2016), doi: 10.1109/DDECS.2016.7482451.

[9] N. H. Wijaya, F. A. Fauzi, E. T.Helmy, P. T. Nguyen, and R. A. Atmoko, "The Design of Heart Rate Detector and Body Temperature Measurement Device Using ATMega16," *J. Robot. Control*, (2020), doi: 10.18196/jrc.1209.

P-31

PEMANFAATAN PELTIER SEBAGAI SISTEM PENDINGINAN UNTUK *MEDICINE COOLER BOX*

UTILIZATION OF PELTIER AS A COOLING SYSTEM FOR MEDICINE COOLER BOX

Eko Yudiyanto[1], Satworo Adiwidodo[2], R. N. Akhanu Takwim[3].

[1,2,3]Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang Jl. Sukarno Hatta No 09 Malang Indonesia 65141

[*]email: eko.yudiyanto@polinema.ac.id

Diterima 03-10-2020	Diperbaiki 07-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Peralatan pendingin merupakan kebutuhan yang penting dalam dunia medis. Penggunaan peltier sebagai peralatan pendingin merupakan energi alternatif yang besih dan aman. Dalam penelitian ini telah dilakukan observasi proses pendinginan yang terjadi pada peralatan cooler box. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Prototype cooler box dikembangkan untuk proses observasi. Permasalahan yang diteliti adalah pengaruh kecetapan pendinginan cooler box terhadap pemanfaatan radiator untuk menciptakan temperatur yang tepat untuk penggunaan cooler box. Dari observasi dapat diamati bahwa dengan mempertahankan temperatur sisi panas peltier pada suhu lingkungan, maka dapat diperoleh temperatur kerja pendinginan yang rendah. Temperatur sisi dinging dibawah 0 derajat. Untuk kondisi cooler box dengan radiator mampu mencapai temperatur kerja -3 sampai -4^{o}C. Grafik penurunan temperatur berlangsung dengan cepat secara eksponensial hingga mencapai temperatur terendah. Pemindahan panas dapat dilakukan dengan penggunaan radiator pada perangkat sistem peltier.

***Kata kunci**: Peltier, cooler box, energi alternatif, peralatan pendingin.*

ABSTRACT

Cooling equipment is an important requirement in the medical. The use of peltier as cooling equipment is a clean and safe alternative energy. In this research, the observation of the cooling process that occurs in cooler box equipment has been measured. The research was conducted by using the experimental method. The prototype cooler box was developed for the observation process. The problem studied is the effect of coolbox cooling speed on radiator utilization to create the right temperature for the use of the cooler box. From the observations it can be observed that by maintaining the hot side temperature of the peltier at ambient temperature, a low cooling working temperature can be obtained. Cold side temperature below 0 degrees. For cooler box conditions with a radiator, it can reach a working temperature of -3 to -4^{o}C. The graph of the temperature decrease as exponentially until it reaches the lowest temperature. Heat transfer can be done by using a radiator in the peltier system device.

***Keywords:** Peltier, cooler box, alternative energy, cooling equipment.*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi semakin berkembang sangat pesat pada kehidupan manusia di era modern ini. Hal ini ditandai dengan adanya berbagai peralatan yang yang ramah lingkungan. Salah satu usaha pengembangan peralatan ramah lingkuangan adalah dengan penggunaan elemen peltier pada *cooler box*. Elemen peltier ini ramah lingkungan karena tidak menggunakan gas freon untuk proses pendingin, sehingga tidak merusak lingkungan. Pengamatan mengenai peltier telah dilakukan oleh banyak peneliti berkaitan dengan performasi dan pemanfaatannya [1,2].

Kemampuan peltier sebagai pendingin dapat digunakan sebagai pendingin portabel [3]. Penelitian berkaitan dengan kontrol peltier untuk pendingin dan penghangat [4]. Pemanfaatan peltier sebagai pendingin sangat banyak dibutuhkan dalam berbagai keperluan, diantaranya adalah *portable cooler box* untuk medis. Produk ini menggunakan elemen peltier pada bagian pendinginnya untuk menurunkan suhu ruangan. Elemen ini akan bekerja dengan mengalirkan arus listrik ke lempengan plat semikonduktor yang terdapat di dalamnya, Proses ini yang membuat *cooler box* mampu menghasilkan temperatur yang cukup dingin.

Keuntungan rancangan *cooler box* dengan peltier sebagai pendingin antara lain tidak menghasilkan suara berisik. *Cooler box* dengan elemen peltier tidak lagi menggunakan komponen komproseor, evaporator, katup expansi dan refrigerant. *Cooler box* dapat ditempatkan dalam posisi apapun baik posisi berdiri, miring, terbalik. *Cooler box* aman digunakan karena tanpa bahan kimia seperti freon, sehingga aman untuk lingkungan. pendinginan menggunakan peltier tidak ada bagian yang bergerak, sehingga sangat sedikit atau bahkan tidak memerlukan perawatan. Hal ini sangat ideal untuk penggunaan yang mungkin sensitif terhadap getaran mekanis pendinginan. Kelebihan lain sistem pendingin ini adalah mudah dikontrol karena dikendalikan dengan tegangan dan arus yang mudah di kontrol. Sistem pendingin peltier dapat memberikan pendinginan dibawah suhu lingkungan. Keuntungan lain sistem pendingin peltier memiliki dimensi yang kecil. Untuk mengetahui performasi, mengamati pengaruh kecepatan aliran fluida terhadap capaian suhu optimal untuk menghasilkan proses pendinginan yang baik [5,6]. Sedangkan pengembangan penelitian peltier menggunakan *water cooling* dapat digunakan meningkatkan performasi pendinginan [7].

Penggunaan peltier sebagai peralatan pendingin merupakan alternatif energi yang besih dan aman. Pemakaiaan peltier dapat digunakan sebagai peralatan praktis [8]. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengukuran proses pendinginan yang terjadi pada peralatan *cool box* yang dirancang. Permasalahan yang diteliti adalah pengaruh kecetapan pendinginan *cool box* terhadap pemanfaatan radiator untuk menciptakan temperatur yang tepat untuk penggunaan *cooler box.*

Elemen peltier melakukan proses pendingian untuk menghasilkan suhu dingin yang diinginkan. Elemen peltier membutuhkan sistem pendinginan yang baik karena elemen peltier menghasilkan dua suhu yaitu panas dan dingin. Untuk sistem pendingin pada elemen peltier terdiri dari bagian yaitu, radiator, *water block,* air pendingin, dan pompa. Dengan mengunakan sistem pendingin *water cooling* dapat mendinginkan elemen petier dengan ideal.

Efek Seebeck

Efek seebeck terjadi ketika dua logam berbeda yang dihubungkan. Suhu sambungan logam pertama digunakan sebagai referensi dan dipertahankan pada suhu yang dingin (T_C). Suhu persimpangan di logam ke dua digunakan sebagai suhu yang lebih tinggi. Kondisi tersebut akan menghasilkan tegangan (E_{out}) akan muncul di terminal T_1 dan T_2. Arus listrik akan mengalir terus menerus di sirkuit tertutup ini. Tegangan ini dikenal sebagai Seebeck EMF, dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$E_{out} = \alpha(T_H - T_C) \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{dE}{dT} = (\alpha_A - \alpha_B) \quad (2)$$

Dimana, α adalah koefisien diferensial Seebeck atau (koefisien daya termo listrik) di antara keduanya bahan, bahan A dan bahan B, positif bila arah arus listrik sama dengan arah termal saat ini, (volt per ^oK). E_{out} adalah tegangan keluaran (volt), dan T_H dan T_C adalah suhu termokopel panas dan dingin, masing-masing, (^oK).

Efek Peltier

Efek Peltier merupakan fenomena yang berlawanan dengan Efek Seebeck. Energi panas dapat diserap di satu sisi logam yang berbeda dan dibuang di sisi lain ketika arus listrik mengalir di dalam sirkuit tertutup. Rangkaian termokopel dimodifikasi untuk mendapatkan konfigurasi berbeda yang menggambarkan Efek Peltier. Jika tegangan (E_{in}) diberikan pada terminal T_1 dan T_2, arus listrik (I) akan mengalir di sirkuit dan menghasilakn sedikit efek pendinginan (Q_C) akan terjadi di sambungan termokopel A. Efek pemanasan (Q_H) akan terjadi di persimpangan B di mana panas dikeluarkan. Efek ini dapat dibalik dimana perubahan arah aliran arus listrik akan membalik arah aliran panas. Pemanasan yang besarnya I^2 x R, juga terjadi pada konduktor sebagai akibat aliran arus, dimana R adalah hambatan listrik. Efek pemanasan Joule ini

bekerja berlawanan dengan Efek Peltier dan menyebabkan pengurangan dari pendinginan. Efek Peltier dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut:

$$Q_H = \beta \times I = (\alpha \mathrm{T}) \times I \qquad (3)$$

Dimana β adalah koefisien differential Peltier antara dua material A dan B. aliran arus listrik dinyatakan dalam I, dengan satuan ampere. Laju pendinginan Q_C dan pemanasan Q_H dinyatakan dalam watt. Koefisien peltier β memiliki pengaruh penting pada pendinginan Termoelektrik dinyatakan bahwa ketika β <0 maka Koefisien Peltier Negatif. Elektron berenergi tinggi bergerak. Arus termal dan arus listrik bergerak mengalir berlawanan arah. Ketika β > 0, maka Koefisien Peltier positif sehingga energi tinggi bergerak arus termal dan arus listrik mengalir searah

Termoelektrik yang sesuai untuk suatu aplikasi, bergantung pada setidaknya tiga parameter. Parameter tersebut adalah suhu permukaan panas (T_H), suhu permukaan dingin (T_C), dan beban panas yang akan diserap pada permukaan dingin (Q_C). Sisi panas termoelektrik adalah sisi di mana panas dilepaskan ketika diberi daya DC. Sisi ini dipasang ke unit pendingin. Saat menggunakan heat sink berpendingin udara (konveksi alami atau paksa) suhu sisi panas dan perpindahan panasnya dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan

$$T_H = T_{amb} + \theta Q_H \qquad (4)$$

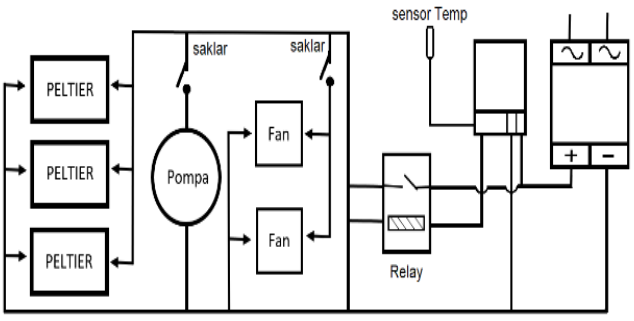
Dimana Th adalah temperatur sisi panas, T_{amb} adalah temperatut ambient dan θ = tahanan thermal heat exchanger (°C/watt).

$$Q_H = Q_C + P_{In} \qquad (5)$$

Nilai Q_C merupakan beban panas sulit diserap dari sisi dingin, karena semua beban termal dalam desain harus diperhatikan. Di antara beban termal tersebut adalah (1) beban aktif, yaitu beban panas I^2R dari perangkat elektronik, Setiap beban yang ditimbulkan oleh reaksi kimia. (2) beban pasif yang merupakan baban pendinginan yang terjadi karena kondisi lingkungan antara lain, radiasi, konveksi, isolasi, konduksi dan transien. Radiasi yang menyebabkan kehilangan panas antara dua benda dekat dengan suhu berbeda. Konveksi yaitu kehilangan panas melalui udara, dimana udara memiliki temperatur yang berbeda dari benda. Kerugian isolasi terjadi karena hilangnya kalor pada sistem isolasi. konduksi yaitu kehilangan panas melalui kabel, sekrup dan benda lain yang bersinggungan. Kerugian karena beban transien terjadi waktu yang dibutuhkan untuk mengubah suhu suatu benda. Dengan keseimbangan energi yang melintasi persimpangan panas dan dingin yang dihasilkannya. Dengan keseimbangan energi yang melintasi persimpangan panas dan dingin yang dihasilkannya.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan membangun prototype pendingin. Dengan volume 10x 20x30 cm. Untuk menjalankan pengujian, maka dilakukan dengan merangkaikan komponen komponen yang telah di siapkan. Dengan rangkaian yang tertera pada Gambar 1. Fungsi komponen-komponen rangkaian listrik *cool box* terdiri dari *Power supplay*, Kontrol temperatur, Sensor temperatur, relay, fan, peltier dan radiator. Power supplay berfungsi untuk konverter tegangan listrik 220v (AC) ke 12v (DC), berfungsi untuk memberi sumber tegangan kekomponen elektronik yang ada dalam *cool box* sistem peltier. Kontrol temperatur sebagai pengendali relay kapan waktunya terhubung dan terputus, jika ingin mengganti temperatur yanga ada didalam *cooler box.* Sensor suhu, untuk memberi parameter ke kontrol suhu agar tau kapan waktunya relay on dan off, sensor ini biasa dipasang ke sumber dingin/elemen peltier. Relay berfungsi sebagai saklar magnetik yang cara kerjanya menggunakan muatan listrik sebagai sumber daya. Fan berfungsi sebagai alat untuk membantu melepas kalor yang ada dalam radiator, supaya pendinginan yang ada di *cooling system* dapat bekerja secara maksimal. Peltier sebagai komponen semikonduktor yang akan menghasilkan suhu dingin dan panas jika dialiri arus listrik, suhu dingin ini yang digunakan dalam pembuatan *cooler box* ini.

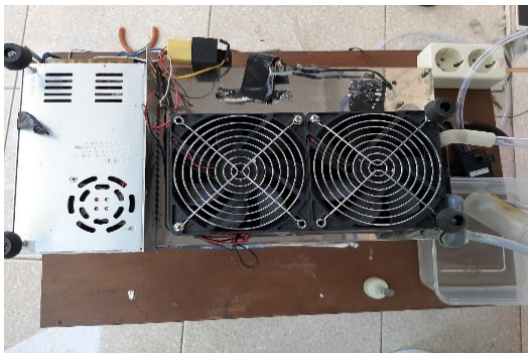


Gambar 1. Rancangan susunan peralatan pendingin peltier

Untuk menguji rancangan dilakukan dengan membangun sebuah *prototype cooler box* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. *Prototype* dibuat untuk melakukan pengukuran secara empiris sehingga diperoleh data performasi kemampuan proses pendinginan. *Prototype* dilengkapi dengan peralatan penukar panas radiator untuk membuang panas dasi sisi panas peltier.



a.

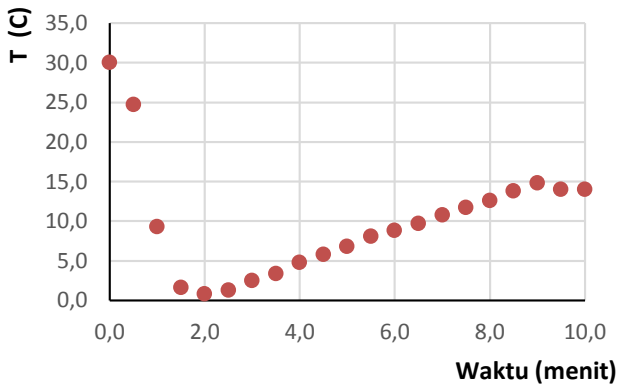


b.

Gambar 2. *Prototype cooler box* pendingin peltier a. Ruang pendingin dalam *cooler box* b. Radiator untuk mendinginkan sisi panas peltier

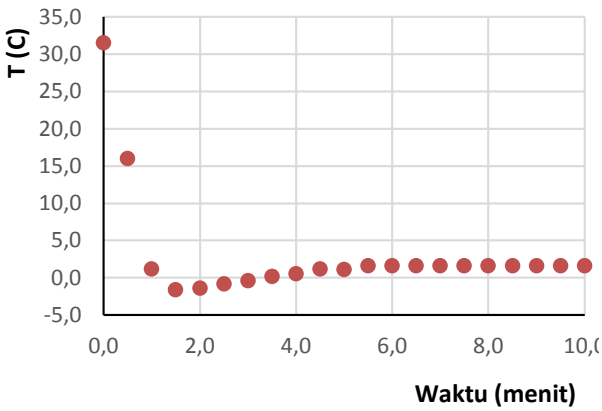
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran suhu sisi pendingin heatsink pada *cooler box* menunjukkan perbedaan kondisi antara pemberian perlakuan pemberian penukar kalor dengan tidak. Pada pengamatan pada t sampai 10 menit pada penggunaan 3 elemen peltier. Dari ketiga perlakuan menunjukkan bahwa penggunaan 3 buah TEC menghasilkan capaian suhu yang rendah ketika temperatur sisi panas dapat didinganken secara optimal. Capaian suhu heatsink pada tiap TEC juga dipengaruhi volume ruang pendinginan serta jumlah TEC dalam ruang pendingin. Makin kecil volume mengakibatkan jumlah panas yang berpindah juga makin sedikit sehingga menghasilkan suhu yang rendah, Gambar 3 menunjukkan kecepatan pendinginan peltier tanpa pendingin sisi panas. Panas yang dipindahkan peltier ke sisi dingin tidak dapat dipindahkan secara optimal, dampak yang terjadi ketika temperatur sisi panas mengalami kenaikan, panas tersebut akan menyebabkan kemampuan melakukan pendinginan di ruang menjadi berkurang. Seiring dengan semakin tinggi panas yang dihasilkan, maka akan menghasilkan gangguan pendinginan dalam ruang pendingin. Temperatur ruangan akan naik dari temperatur 0 ^{o}C meningkat sampai 15 ^{o}C.



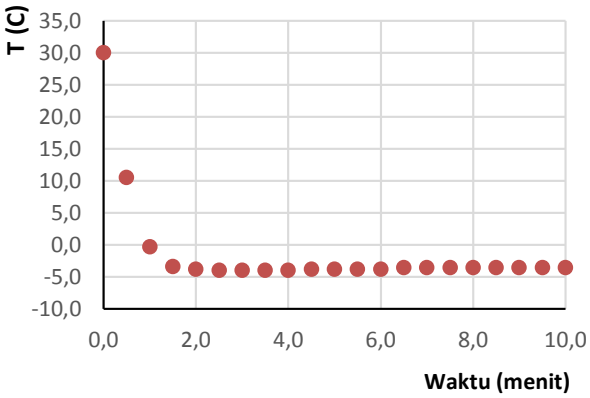
Gambar 3. Kecepatan pendinginan peltier tanpa pendingin sisi panas

Usaha menjaga temperatur sisi panas agar tidak meningkat dapat mempertahankan kemampuan proses pendinginan. Ketika proses pendinginan bergerak turun, sisi panas peltier akan mengalami pemanasan. Proses pembuangan panas akan berlangsung lebih baik. Gambar 4 menunjukkan kondisi ketika sisi dingin peltier diberikan *water block* untuk menyerap panas. Sirkulasi yang dibuat secara tertutup tanpa penambahan fan pendingin dan radiator. Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa, akan terjadi kenaikan temperatur pada sisi dingin akan menurun dengan cepat, namun akan meingkat lagi secara perlahan. Kondisi ini terjadi karena kemampuan pembuangan panas dengan hanya mensirkulasikan air pada sikulasi tertutup. Temperatur kerja ruangan berkisar antara 1 ^{o}C sampai 2 ^{o}C.



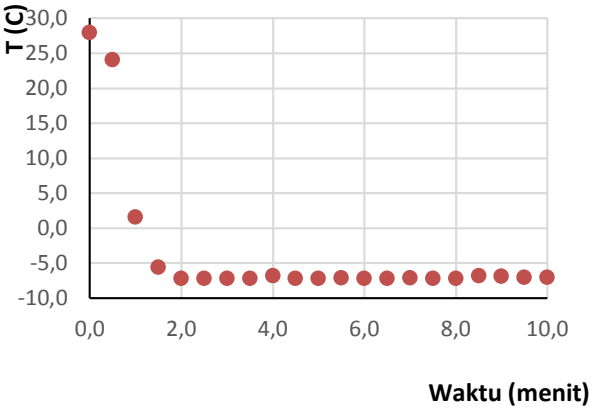
Gambar 4. Kecepatan pendinginan peltier dengan pendinginan air sirkulasi tanpa radiator.

Penambahan radiator pada pendinginan sisi panas peltier menghasilkan kemampuan pendinginan yang lebih optimal. Penambahan radiator untuk mendinginkan air dari *waterblock* meningkatkan performasi pendinginan. Gambar 5 menunjukkan kecepatan pendinginan peltier dengan pendinginan air dengan radiator menghasilkan temperatur yang lebih dingin dibandingkan dengan tanpa penambahan radiator. Setelah penurunan dari temperatur ruang, temperatur kerja peltier berkisar pada temperatur -3 sampai -4 ^{o}C.



Gambar 5. Kecepatan pendinginan peltier dengan pendinginan air dengan radiator.

Usaha meningkatkan kemampuan pendinginan diusahakan dengan mencoba mengganti sistem pendingin dengan air dingin dari sumber tanpa sirkulasi. Temperatur air dingin 18 ^{o}C. Dengan mempertahankan temperatur sisi dingin dengan air diperoleh temperatur kerja sampai -6 ^{o}C. Gambar 6 menunjukkan grafik temperatur kerja pelitier dalam mendinginkan ruang *cooler box* yang dirancang.



Gambar 6. Kecepatan pendinginan peltier dengan pendinginan air dingin.

Dari Gambar 6 dapat diketahui dari temperatur ruangan, pendingin mengalami penurunan temperatur dengan cepat. Dengan waktu 2 detik pendingin mencapai suhu di bawah 0^{o}C, selanjutnya bekerja pada temperatur kerja.

KESIMPULAN

Penggunaan peltier sebagai peralatan pendingin merupakan alternatif energi yang besih dan aman. Dalam penelitian ini telah dilakukan pengukuran proses pendinginan yang terjadi pada peralatan *cooler box* yang dirancang. Permasalahan yang diteliti adalah pengaruh kecetapan pendinginan *cooler box* terhadap pemanfaatan radiator untuk menciptakan temperatur yang tepat untuk penggunaan *cooler box*. Dari kondisi yang terjadi dapat diambil kesimpulan sementara, bahwa dengan adanya penggunaan radiator yang dapat mempertahankan temperatur sisi panas peltier, maka dapat diperoleh temperatur kerja pendinginan yang cukup rendah berkisar dibawah 0 ^{o}C. Untuk kondisi *cooler box* dengan radiator mampu mencapai temperatur kerja -3 sampai -4 ^{o}C. Kondisi ini cukup untuk penyimpanan beberapa jenis obat yang memerlukan pendinginan.

SARAN

Dalam perancangan pendingin berbasis peltier ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah sebagai berikut: (1) Sisi pendingin peltier hendaknya sedekat mungkin dengan sasaran objek yang di dinginkan, sehingga kemampuan pemindahan kalor akan berlangsung dengan lebih efektif. (2) Sisi panas pada peltier diusahakan agar dapat di dinginkan secara efektif, karena kemampuan proses

pendinginan tergantung dengan kemampuan pembuangan panas yang terjadi pada sisi panas peltier.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaiakn terima kasih kepada UPT. Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Malang yang memberikan kesempatan melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. J. Delly, M, Hasbi, I.F. Alkhoiron, "Studi Penggunaan Modul Thermoelektrik Sebagai Sistem Pendingin Portable", *Jurnal Enthalpy* Vol. 1, No.1 Mei 2016, E-Issn:2502-8944
2. A. Munib, A. P. Budijono, "Rancang Bangun Pendingin Ruangan Portable Dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu Pada Thermo Electric *Cooler* (TEC)" *Jrm.* Volume 03 Nomor 01 Tahun 2015, 100-109
3. A. K. Mainil, A. Azridjal, M. Akmal, "Portable Thermoelectric Cooler Box Performance With Variation of Input Power And Cooling Load", *Aceh Int. J. Sci. Technol.*, 7(2): 85-92 August 2018 Doi: 10.13170/Aijst.7.2.8722
4. D. Wahyu, H. Andriyanto, R. Sukma, Y. Rosa, "Kajian Eksperimental Alat Multi Fungsi Bercatu Daya Termoelektrik Untuk Pendinginan dan Pemanasan", *Jurnal Rotor*, Edisi Khusus No. 2, Desember 2016
5. K.U.Bramantyo, I.M. Arsana, "Aplikasi Pendingin Elektrik TEC1-12706 Dan Tec1-12715 Dengan Heatsink Pada Cooler Box Semi Konduktor" *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol 5, No 2 tahun 2019
6. P. Riandika, N.A. Wigraha, I.N.P. Nugraha, "Pengaruh Kecepatan Aliran Fluida Terhadap Capaian Suhu Optimal Hasil Rancangan Coolbox Zero Pollution" *Jjtm Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, Vol. 6 No. 3, November 2018
7. B.P.A. Sedayu, I.M. Arsana, "Aplikasi Pendingin Elektrik Tec1-12706 Dengan Water Cooling Pada Cooler Box Berbasis Semikonduktor", *JRM.* Volume 04 Nomor 02 Tahun 2017, hal 61-66
8. D. Cahyo, M..Rifandiansyah, J.M. Saputra, "Fish Colling Box Equipped With Peltier Electric Cooler (PEC)", *Journal of The Community Development In Asia*,Vol 1, No 1 (2018)

P-32

PENGARUH *DEBT TO EQUITY RATIO* (DER), *RETURN ON EQUITY* (ROE), DAN *NET PROFIT MARGIN* (NPM) TERHADAP HARGA SAHAM (PADA BANK UMUM MILIK NEGARA YANG TERDAFTAR DI BURSA EFEK INDONESIA PERIODE 2009-2019)

EFFECT OF DEBT TO EQUITY RATIO (DER), RETURN ON EQUITY (ROE), AND NET PROFIT MARGIN (NPM) ON STOCK PRICE (IN STATAE-OWNED COMMERCIAL BANKS LISTED ON INDONESIA STOCK EXCHANGE 2009-2019 PERIOD)

Risqi Nur Apriyani[1*], Dessy Handa Sari[2], Totok Ismawanto[3]
[1,2,3] Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta No.KM.8, Balikpapan

[*]E-mail: risqi.nur4@gmail.com

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari Debt to Euity Ratio (DER), Return On Equity (ROE), dan Net Profit Margin (NPM) terhadap harga saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2019). Data dalam penelitian ini diperoleh dari Annual Report yang dipublikasikan oleh Bursa Efek Indonesia periode 2009-2019menggunakan teknik purposive sampling maka sampel dalam penelitian adalah Bank Umum Milik negara yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia periode 2009-2019. Model analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah regresi linier berganda. Hasil penelitian diperoleh persamaan regresi $Y= 10566{,}189-8{,}283X_1-72{,}126X_2+46{,}518X_3$*. Hsil penelitian menunjukkan bahwa secara simultan Debt to Euity Ratio (DER), Return On Equity (ROE), dan Net Profit Margin (NPM) berpengaruh signifikan terhadap harga saham. Secara parsial Debt to Euity Ratio (DER) secara signifikan berpengaruh terhadap harga saham, Return On Equity (ROE) tidak berpengaruh terhadap harga saham , dan Net Profit Margin (NPM) secara signifikan berpengaruh terhadap harga saham.*

Kata kunci: ***Debt to Euity Ratio, Return On Equity, Net Profit Margin, Harga Saham.***

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of Debt to Equity Ratio (DER), Return On Equity (ROE), and Net Profit Margin (NPM) on stock prices (on State-Owned Commercial Banks Listed on the Indonesia Stock Exchange Period 2009-2019). The data in this study were obtained from the Annual Report published by the Indonesia Stock Exchange in the 2009-2019 period using purposive sampling techniques, so the sample in the study was the state-owned commercial banks listed on the Indonesia Stock Exchange in the 2009-2019 period. The data analysis model for testing hypotheses using used is multiple linear regression. The results obtained by the regression equation $Y= 10566{,}189 - 8{,}283X_1 - 72{,}126X_2 + 46{,}518X_3$*. The results showed that the simultaneousDebt to Euity Ratio (DER), Return On Equity (ROE), dan Net Profit Margin (NPM) significantly influenced the stock. Partial test (t) concluded that Debt to Euity Ratio (DER) significantly affected stock prices, Return On Equity (ROE) had no effect on stock prices, and Net Profit Margin (NPM) significantly affected stock prices.*

Keywords: Debt to Equity Ratio, Return On Equity, Net Profit Margin, Share Price.

PENDAHULUAN

Pada zaman digital seperti ini teknologi informasi sudah sangat berkembang dengan pesat maka akan berakibat pada tingginya kompetisi dalam dunia bisnis. Sehingga satu-satunya jalan untuk mempertahankan eksistensi didunia usaha adalah dengan terus tumbuh dan memberikan inovasi yang sesuai dengan perkembangan dunia. Dengan berkembangnya dunia teknologi informasi akan berpengaruh besar pada perkembangan investasi dalam bursa saham. Di Indonesia sendiri investasi sudah menjadi kegiatan yang tidak asing dilakukan. Investasi merupakan suatu kegiatan menempatkan dana atau modal pada beberapa objek pendanaan yang ditujukan untuk memperoleh hasil dimasa depan. Terdapat beberapa hal yang berkaitan pada dana yang diinvestasikan yaitu keuntungan dan risiko. Kedua hal tersebut memiliki keterkaitan yang seimbang. Dalam melakukan investasi, apabila hasil yang diperoleh tinggi maka risiko juga tinggi, namun sebaliknya jika risiko dinilai rendah, maka keuntungan juga akan rendah [1].

Semakin banyaknya investor yang tertarik untuk menanamkan dananya dalam bank BUMN menyebabkan harga saham bank-bank BUMN terus mengalami peningkatan dan juga penurunan. Fluktuasi dari harga saham bank BUMN juga menjadi salah satu faktor yang menarik untuk diteliti karena terdapat beberapa faktor yang menyebabkan fluktuasi tersebut yaitu keadaan perusahaan, operasional perusahaan, nilai tukar, dan inflasi [2]. Selain itu menurut Menteri BUMN mengatakan bahwa saham bank BUMN mengalami pertumbuhan yang pesat yaitu sebesar 15%-25% yang menyebabkan banyak investor yang tertarik untuk menempatkan dananya pada bank BUMN [3]. Terdapat juga beberapa bank BUMN yang termasuk dalam golongan saham LQ45 yang menjadi salah satu perhitungan bagi investor untuk menempatkan dananya karena dinilai saham bank tersebut cepat likuid atau berputar [4].

Mengingat harga saham yang sangat fluktuatif dan berubah-ubah, hal ini mengakibatkan investor harus bekerja keras dalam melakukan analisis nilai saham sehingga tidak mengalami kerugian. Maka sebelum melakukan investasi, hendaknya investor tidak hanya terpaku pada laba yang dihasilkan perusahaan, namun memperhatikan juga laporan kinerja perusahaan. Salah satu cara menganalisis laporan keuangan adalah dengan menganalisis rasio dari laporan keuangan tersebut. Salah satu rasio yang perlu diperhatikan investor dalam menilai laporan keuangan adalah *Debt to Equity Ratio* (DER) [5]. Hal ini karena rasio yang membandingkan antara jumlah utang perusahaan dibandingkan dengan jumlah modal yang dimiliki. Semakin tinggi *Debt to Equity Ratio* (DER) menunjukkan tingginya ketergantungan perusahaan terhadap permodalan yang berasal dari pihak luar, sehingga beban yang akan ditanggung oleh perusahaan akan semakin tinggi [6]. Maka nilai perusahaan akan menurun jika perusahaan menggunakan utang lebih dari modal sendiri [7]. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [8] dan juga [9] memberikan bukti empiris bahwa secara parsial *Debt to Equity Ratio (DER)* berpengaruh secara signifikan terhadap harga saham. Hal ini menandakan bahwa jika terjadi kenaikan atau penurunan nilai dari *Debt to Equity Ratio (DER)* maka akan mempengaruhi harga saham perusahaan.

Selain *Debt to Equity Ratio* (DER), investor juga perlu memperhatikan *Return On Equity* (ROE) dan juga *Net Profit Margin* (NPM) karena kedua rasio ini berorientasi pada perolehan laba perusahaan [5]. *Return On Equity* (ROE) merupakan salah satu rasio profitabilitas yang menunjukkan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan laba bersih dengan menggunakan modal. Kenaikan ROE biasanya diikuti oleh kenaikan harga saham perusahaan yang bersangkutan. Nilai dari rasio ini menggambarkan kemampuan perusahaan dalam mengelola modalnya untuk menghasilkan laba dengan maksimal. Apabila nilai dari rasio ini rendah maka perusahaan tersebut dapat dikatakan tidak optimal dalam menggunakan modalnya untuk menghasilkan laba yang akan berdampak pada penerimaan dividen pemegang saham. Namun sebaliknya jika nilai rasio tinggi maka akan semakin banyak penerimaan dividen pemegang saham. Oleh karena hal ini akan berdampak pada tingginya minat investor untuk menginvestasikan modalnya diperusahaan yang akan berdampak pada harga saham perusahaan. Penelitian lain yang dilakukan oleh [10] menyatakan bahwa secara parsial ROE berpengaruh signifikan terhadap harga saham. *Net Profit Margin* (NPM) yang tinggi dapat menunjukkan kinerja perusahaan yang bagus dalam menghasilkan laba bersih yang besar melalui aktivitas penjualannya sehingga saham perusahaan tersebut banyak diminati

investor dan akan menaikkan harga saham perusahaan tersebut. Apabila rasio ini menunjukkan nilai yang tinggi hal ini berarti perusahaan mampu mengelola operasionalnya dan akan meningkatkan kepercayaan investor untuk menanamkan dananya di perusahaan karena mengingat perusahaan dinilai cukup cakap dalam menjalankan produksi dilihat dari laba bersih yang tinggi. Penelitian lain yang juga dilakukan oleh [11] menyimpulkan bahwa *Net Profit Margin* berpengaruh positif dan signifikan terhadap harga saham.

Dari latar belakang di atas maka yang menjadi topik permasalahannya adalah apakah *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE), dan *Net Profit Margin* (NPM) berpengaruh terhadap harga saham pada Bank Umum Milik Negara yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2019? Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh secara simultan dan parsial antara harga saham dengan *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE), dan *Net Profit Margin* (NPM) Bank Umum Milik Negara yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2019. Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

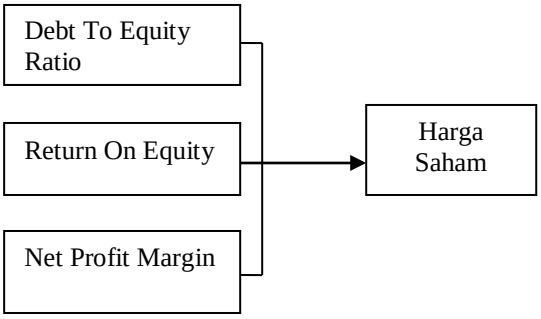
a. Diduga variabel independen *Debt to Equity Ratio* (DER) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen harga saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2010-2019).

b. Diduga variabel independen *Return On Equity* (ROE) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen harga saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2010-2019).

c. Diduga variabel independen *Net Profit Margin* (NPM) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen harga saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2010-2019).

METODOLOGI

Sesuai dengan tujuan penelitian, variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE), dan *Net Profit Margin* (NPM) dan harga saham. Penulis menggunakan Bank BUMN Periode 2009-2019 sebagai objek penelitian. Data yang diperlukan dalam penelitian diperoleh dari masing-masing laman resmi Bank BUMN serta situs-situs yang berhubungan dengan penelitian. Adapun kerangka berfikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Pemikirian

Debt to Equity Ratio (DER) adalah rasio yang membandingkan jumlah utang dengan jumlah modal sendiri perusahaan. Semakin tinggi *Debt to Equity Ratio* (DER) menunjukkan tingginya ketergantungan perusahaan terhadap permodalan yang berasal dari pihak luar, sehingga beban yang akan ditanggung oleh perusahaan akan semakin tinggi [6]. Maka nilai perusahaan akan menurun jika perusahaan menggunakan utang lebih dari modal sendiri [7]. Satuan pengukurnya adalah rasio. DER dapat ditemukan dalam laporan tahunan Bank BUMN.

Return On Equity (ROE) adalah rasio yang digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan dalam menghasilkan laba melalui modal yang dimiliki oleh perusahaan. Kenaikan ROE biasanya diikuti oleh kenaikan harga saham perusahaan yang bersangkutan. Nilai dari rasio ini menggambarkan kemampuan perusahaan dalam mengelola modalnya untuk menghasilkan laba dengan maksimal. Satuan pengukurnya adalah rasio. ROE dapat ditemukan dalam laporan tahunan Bank BUMN.

Net Profit Margin (NPM) adalah rasio yang membandingkan antara laba bersih dengan penjualan. Rasio ini penting untuk mengukur apakah secara keseluruhan perusahaan mampu menghasilkan profit yang cukup baik atau tidak, setelah dipotong dengan seluruh pengeluaran. *Net Profit Margin* (NPM) yang tinggi dapat menunjukkan kinerja perusahaan yang bagus dalam menghasilkan laba bersih yang besar melalui aktivitas penjualannya sehingga saham perusahaan tersebut banyak diminati investor dan akan menaikkan harga saham perusahaan tersebut. Satuan pengukurannya adalah rasio. NPM

dapat ditemukan dalam laporan tahunan Bank BUMN.

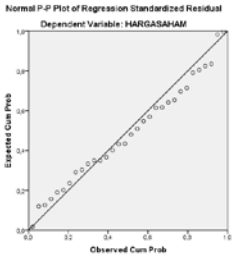
Metode penelitian yang dilakukan pada dasarnya adalah untuk mengembangkan teori dan pemecahan masalah melalui analisis yang sistematis. Dalam mengolah data, penelitian ini menggunakan *software* SPSS versi 24. Analisis kuantitatif berupa pengujian hipotesis dengan menggunakan uji statistik, yaitu dengan menggunakan analisis regresi dan korelasi berganda yang didahului dengan melakukan uji asumsi klasik, hasil analisis regresi dan korelasi di gunakan untuk melihat dan mengetahui bagaimana hubungan antara variabel harga saham terhadap *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE), dan *Net Profit Margin* (NPM)pada Bank BUMN periode tahun 2010 – 2019.

HASIL PENELITIAN

HASIL UI ASUMSI KLASIK

1. Uji Normalitas

Uji normalitas ini bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel pengganggu atau residual memiliki distribusi normal [12].



Gambar 2. Hasil Uji Normalitas
Sumber: SPSS 24

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa grafik titik-titik menyebar disekitar garis diagonal serta penyebarannya mengikuti arah garis diagonal sehingga dapat disimpulkan bahwa model regresi layak digunakan.

2. Uji Multikolonieritas

Menurut [12] uji multikolonieritas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel bebas (independen).

Tabel 1. Hasil uji nilai Tolerance dan VIF

Coefficients[a]

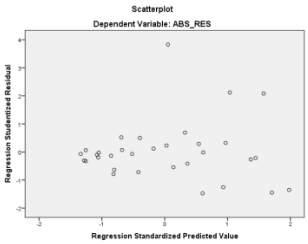
Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	(Constant)		
	DER	,580	1,724
	ROE	,896	1,116
	NPM	,534	1,874

a. Dependent Variable: HARGASAHAM
Sumber: SPSS 24

Berdasarkan hasil uji multikolonieritas menunjukkan bahwa variabel independen (DER,ROE, dan NPM) yang memiliki nilai *variance Inflation Factor* (VIF) < 10 dan variabel independen (DER, ROE, dan NPM) yang memiliki nilai *tolerance* > 0,10. Maka dari hal itu dapat disimpulkan tidak terjadi masalah multikolonieritas pada model regresi ini.

3. Uji Heteroskedastisitas

Menurut [12] uji heteroskedastisitas bertujuan menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan *variance* dari residual satu pengamatan ke pengamatan lain. Jika *variance* dari residual satu pengamatan ke pengamatan lain tetap, maka disebut homoskedastisitas atau tidak terjadi heteroskedastisitas.



Gambar 3. Hasil Uji Heteroskedastisitas
Sumber: SPSS 24

ANALISIS REGRESI LINIER BERGANDA

Menurut [12] analisis regresi linier berganda adalah studi mengenai ketergantungan variabel dependen (variabel terikat) dengan satu atau lebih variabel independen (variabel bebas), dengan tujuan untuk mengestimasi dan atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen yang diketahui.Berdasarkan pada grafik *scatterplot* terlihat bahwa titik-titik menyebar secara acak serta tersebar baik diatas maupun dibawah angka 0 (nol) pada sumbu Y dan tidak berkumpul pada satu titik, serta tidak membentuk pola tertentu. Hal ini berarti model

regresi ini terbebas dari masalah heteroskedastisitas.

Tabel 2. Hasil Uji Regresi Linier Berganda

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10566,189	2508,482		4,212	,000
	DER	-8,283	2,048	-,564	-4,045	,000
	ROE	-72,126	87,289	-,093	-,826	,416
	NPM	46,518	18,929	,357	2,458	,020

a. Dependent Variable: HARGASAHAM

Sumber: SPSS 24

Berdasarkan tabel diatas dapat disusun persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

Harga Saham = 10566,189 – 8,283 (DER) – 72,126 (ROE) + 46,518 (NPM) + e

a. Dari persamaan regresi linier berganda tersebut dapat dilihat nilai konstanta sebesar 10566,189. Hal ini menunjukkan bahwa Harga Saham mempunyai nilai sebesar 10566,189 jika DER,ROE, dan NPM nilainya adalah 0.
b. DER sebesar – 8,283. Nilai tersebut berarti bahwa setiap peningkatan DER sebesar satu satuan, maka nilai Harga Saham akan turun sebesar – 8,283 dengan asumsi ROE dan NPM tetap.
c. ROE sebesar – 72,126. Nilai tersebut berarti bahwa setiap peningkatan ROE sebesar satu satuan, maka nilai Harga Saham akan turun sebesar – 72,126dengan asumsi DER dan NPM tetap.
d. NPM sebesar 46,518. Nilai tersebut berarti bahwa setiap peningkatan NPM sebesar satu satuan, maka nilai Harga Saham akan naik sebesar 46,518 dengan asumsi DER dan ROE tetap.

UJI SIMULTAN (UJI F)

Tabel 3 Hasil Uji Simultan (Uji F)

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	219081320,200	3	73027106,720	20,185	,000[b]
	Residual	101302145,300	28	3617933,762		
	Total	320383465,500	31			

a. Dependent Variable: HARGASAHAM

b. Predictors: (Constant), NPM, ROE, DER

Sumber : SPSS 24.0

Uji statistik F pada dasarnya menunjukkan apakah semua variabel independen atau bebas yang dimasukan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel dependen atau terikat [12]. Dalam uji F menggunakan taraf signifikansi sebesar 5% atau 0,05.

Berdasarkan pada tabel diatas nilai f_{hitung} adalah sebesar 20,185. Kemudian untuk memperoleh nilai f_{tabel} maka dapat dicari pada tabel statistik pada signifikansi 0,05 dengan dfl (jumlah variabel-1) dan df2 (n-k-1), dimana n adalah jumlah data dan k adalah jumlah variabel independen. Berikut cara menentukan nilai $f_{tabel} = \alpha$ (k-1 ; n-k) = 0,05 (4-1 ; 32-4) = 0,05 (3 ; 28) maka diperoleh nilai f_{tabel} adalah sebesar 2,95. Nilai $f_{hitung} > f_{tabel}$ atau 20,185> 2,95 maka dapat disimpulkan bahwa secara simultan terdapat pengaruh signifikan antara variabel *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE), dan *Net Profit Margin* (NPM) terhadap harga saham. Sehingga model regresi signifikan atau dapat diterima.

UJI SIGNIFIKANSI PARSIAL (UJI t)

Tabel 4 Hasil Uji Signifikan Parsial (Uji t)

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10566,189	2508,482		4,212	,000
	DER	-8,283	2,048	-,564	-4,045	,000
	ROE	-72,126	87,289	-,093	-,826	,416
	NPM	46,518	18,929	,357	2,458	,020

a. Dependent Variable: HARGASAHAM

Sumber: SPSS 24

Uji statistik t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel penjelas/ independen secara individual dalam menerangkan variasi variabel dependen [12].
Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa variabel DER dan NPM memiliki pengaruh signifikan terhadap harga saham, namun ROE tidak memiliki pengaruh terhadap harga saham. Berikut hasil pengujian hipotesis masing-masing variabel terhadap variabel dependen:

1. Debt to Equity Ratio (DER)
   Dari hasil penelitian diperoleh nilai koefisien transformasi regresi untuk DER sebesar – 8,283 dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian hipotesis kedua yang menyatakan Debt to Equity Ratio (DER) secara parsial berpengaruh terhadap harga saham dapat diterima. Dari hasil pengujian hipotesis diperoleh bukti empiris, bahwa *Debt to Equity Ratio* (DER) memiliki pengaruh yang negatif signifikan terhadap harga saham yang berarti bahwa perusahaan tersebut memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap utang dalam penggunaan modal sendiri yang akan berdampak pada kurangnya penerimaan deviden yang akan diperoleh oleh pemegang saham. Penelitian ini sejalan dengan teori signal yang menjabarkan bahwa *Debt to Equity Ratio* (DER) memiliki pengaruh negatif yaitu semakin tinggi nilai *Debt to Equity Ratio* (DER) maka akan semakin rendah harga saham perusahaan, karena nilai *Debt to Equity Ratio* (DER) tinggi dapat memberikan signal negatif kepada para investor di Bursa Efek yang dapat menurunkan volume perdagangan sehingga juga akan menurunkan harga saham perusahaan. Penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan [8]yang menyatakan bahwa DER berpengaruh negatif terhadap harga saham.
2. Return On Equity (ROE)
   Dari hasil penelitian diperoleh nilai koefisien transformasi regresi untuk ROE sebesar – 72,126 dengan nilai signifikansi sebesar 0,416 yang lebih besar dari 0,05. Dengan demikian hipotesis ketiga yang menyatakan Return On Equity (ROE) secara parsial berpengaruh terhadap harga saham tidak dapat diterima.). Hal ini menandakan bahwa jika *Return On Equity* (ROE) mengalami kenaikan ataupun penurunan tidak akan mempengaruhi harga saham dari suatu perusahaan.Tidak adanya pengaruh *Return On Equity* (ROE) terhadap harga saham pada Bank Umum Milik Negara yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia karena nilai rata-rata utang yang meningkat setiap tahunnya namun berbanding terbalik dengan perolehan laba yang cenderung fluktuatif yang menjadi pertimbangan oleh para investor dalam menginvestasikan dana mereka ke perusahaan. Penelitian ini sejalan dengan teori legitimasi menurut O'Donovan (2002) dalam [13] yang menyatakanbahwa legitimasi sebuah perusahaan secara berkelanjutan akan mencari cara untuk menjamin operasional perusahaan dalam jangka waktu yang panjang serta dapat diterima didalam masyarakat. ROE hanya menggambarkan besarnya pengembalian atas investasi yang dilakukan pemegang saham biasa, namun tidak menggambarkan prospek perusahaan sehingga pasar tidak terlalu

merespon dengan besar kecilnya ROE sebagai pertimbangan investasi yang akan dilakukan investor. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [8] yang menyatakan bahwa ROE tidak berpengaruh terhadap harga saham.

3. Net Profit Margin (NPM)

Dari hasil penelitian diperoleh nilai koefisien transformasi regresi untuk NPM sebesar 46,518 dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian hipotesis ketiga yang menyatakan Net Profit Margin (NPM) secara parsial berpengaruh terhadap harga saham dapat diterima. Dari hasil pengujian hipotesis diperoleh bukti empiris bahwa *Net Profit Margin* (NPM) berpengaruh positif signifikan terhadap harga saham. Penelitian ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh [14] bahwa semakin tinggi NPM maka akan mempengaruhi minat investor dalam menanamkan modalnya yang menyebabkan harga saham meningkat [14]. Pengaruh yang positif dari *Net Profit Margin* (NPM) terhadap harga saham menunjukkan jika nilai dari rasio ini tinggi maka harga saham akan meningkat karena jika dalam kegiatan operasional perusahaan menghasilkan laba yang tinggi maka akan semakin besar pula penerimaan dividen bagi para investor. Hal tersebut akan menyebabkan minat investor untuk menanamkan dananya pada perusahaan tersebut tinggi. Jika minat investor dalam menanamkan modalnya tinggi maka harga saham pada perusahaan akan meningkat. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [8] yang menyatakan bahwa NPM berpengaruh positif terhadap harga saham.

Hasil Perhitungan Koefisien Determinasi

Tabel 5 Hasil Uji Koefisien Determinasi

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square
1	,827[a]	,684	,650

a. Predictors: (Constant), NPM, ROE, DER

b. Dependent Variable: HARGASAHAM

Sumber: SPSS 24

Koefisien determinsi (R2) digunakan untuk mengukur seberapa besar variabel bebas X memberikan pengaruh terhadap variabel terikat (Y) dari persamaan regresi yang didapat. Nilai koefisien determinasi (R2) antara nol dan satu. Apabila angka 0 mendekati 1, berarti indikator yang digunakan semakin kuat pengaruh perubahan variabel-variabel X terhadap perubahan variabel Y. Sebaliknya, apabil koefisien determinasi semakin kecil atau mendekati nol maka semakin kecil pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen.Berdasarkan tabel diatas nilai Adjusted R Square sebesar 0,650 atau 65%. Hal ini berarti variabel independen yaitu *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE) dan *Net Profit Margin* (NPM) mempengaruhi variabel dependen yaitu harga saham sebesaar 65% dan sisanya sebesar 35% dipengaruhi oleh variabel lain diluar model.

KESIMPULAN

1. *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE), dan *Net Profit Margin* (NPM) secara simultan berpengaruh signifikan terhadap Harga Saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2019).
2. *Debt to Equity Ratio* (DER) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap Harga Saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2019).
3. *Return On Equity* (ROE) secara parsial tidak berpengaruh terhadap Harga Saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2019
4. *Net Profit Margin* (NPM) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap Harga Saham (Pada Bank Umum Milik Negara yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2009-2019).

SARAN

1. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan untuk dapat menambah jumlah variabel independen yang mempengaruhi harga saham karena dalam penelitian ini hanya menggunakan 3 variabel independen saja yaitu *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return On Equity* (ROE), dan *Net Profit Margin* (NPM), sehingga dapat mengetahui rasio apa saja yang dapat mempengaruhi harga

saham dan tidak salah dalam mengambil keputusan investasi.

2. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat menambah sampel penelitian pada industri perbankan, sehingga tidak hanya pada Bank BUMN saja namun dapat dilakukan dengan perusahaan berbeda untuk melihat pengaruh rasio terhadap harga saham pada perusahaan selain Bank BUMN.
3. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat menambah referensi dalam penyusunan penelitian dengan jangka waktu yang lebih lama sehingga referensi yang didapatkan juga semakin banyak.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada dosen pembimbing saya yaitu Bapak Totok Ismawanto, MM.Pd dan Ibu Dessy Handa Sari , S.E., M.M yang telah mengarahkan dan membimbing selama penelitian sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan artikel ini dapat dipublikasikan di SNITT Poltekba 2020.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Tandelilin, *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi Edisi Kedua*. Yogyakarta: KANISIUS, 2011.

[2] Malinda, M., & Martalena, *Pengantar Pasar Modal*. Yogyakarta: ANDI, 2011.

[3] A. Melani, "Menteri BUMN: Sektor Perbankan Paling Diminati," *www.inilah.com*, 2010. https://inilah.com/news/711321/menteri-bumn-sektor-perbankan-paling-diminati (accessed May 24, 2020).

[4] S. Tahir, "Begini Rapor 13 Saham BUMN Di LQ45 Ada yang melesat 24%," *www.cnbcindonesia.com*, 2020. https://www.cnbcindonesia.com/market/20200428220340-17-155105/begini-rapor-13-saham-bumn-di-lq-45-ada-yang-melesat-24 (accessed May 15, 2020).

[5] E. S. Kayo, "Analisis Fundamental Saham (Praktis & teoritis)," *www.sahamok.com*, 2012. https://www.sahamok.com/analisa-fundamental-saham/ (accessed May 25, 2020).

[6] Hery, *Teori Akuntansi*. Jakarta: PT Grasindo, 2017.

[7] I. M. Sudana, *Manajemen Keuangan Perusahaan Teori dan Praktik*. Jakarta: Erlangga, 2011.

[8] A. Nainggolan, "PENGARUH EPS, ROE, NPM, DER, PER TERHADAP HARGA SAHAM PADA PERUSAHAAN PERBANKAN YANG TERDAFTAR DIBURSA EFEK INDONESIA PERIODE 2014-2017," *J. Manaj.*, vol. 5, pp. 61–70, 2019.

[9] H. Anam, "Analisis Data Pergerakan Harga Saham Bank Bumn Melalui Debt To Equity Ratio (DER), Return On Equity (ROE) dan Earning Per Share (EPS)," *JSHP*, vol. 2, 2018.

[10] N. V. Sulasmiyati Sri, "ANALISIS PENGARUH RETURN ON ASSET, RETURN ON EQUITY, DAN EARNING PER SHARE TERHADAP HARGA SAHAM (studi pada bank BUMN yang listed di Bursa Efek Indonesia periode 2006-2016)," *J. Adm. Bisnis*, vol. 51, 2017.

[11] F. H. Ramadhani, "Pengaruh Debt To Equity Ratio (DER), Return On Equity (ROE), Dan Net Profit Margin (NPM) Terhadap Harga Saham Perusahaan Sektor Pertambangan Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2011-2015," *J. Profita*, Edisi 8, 2017.

[12] H. I. Ghozali, *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25*, Edisi 9. Semarang: Universitas Diponegoro, 2018.

[13] M. Viviliana, "Pengaruh profitabilitas, ukuran perusahaan, dan manajemen laba terhadap pengungkapan corporate social responsibility (Studi empiris pada perusahaan yang terdaftar dalam LQ45 di Bursa Efek Indonesia periode 2011-2014)," Universitas Islam Negeri Syari Hidayatullah, 2016.

[14] R. Kurniawan, *Multibagger Cara Meraih Profit > 100% dari Pasar Saham*. Jakarta: PT Gramedia, 2020

P-34

PERHITUNGAN KINERJA BANK SYARIAH DI INDONESIAMENGGUNAKAN INDEKS MAQASHID SYARI'AH (STUDI PERBANDINGAN PADA BNI SYARIAH, BCA SYARIAH DAN BANK SYARIAH MANDIRI)

MEASURING PERFORMANCE OF SHARIA BANK IN INDONESIA USING MAQASHID SYARIAH INDEX (COMPARATION STUDY OF BNI SYARIAH, BCA SYARIAH DAN BANK SYARIAH MANDIRI)

Yufianti Ramadani Tubagus[1*], Saiful Ghozi[2], Aditya Achmad Rakim[3]
[1,2,3] *Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta No.KM.8, Balikpapan*

[*] *E-mail: tubagusyupi@gmail.com*

Diterima 10-09-2020	Diperbaiki 01-10-2020	Disetujui 11-10-2020

ABSTRAK

Kinerja bank syariah yang dinilai dengan melihat pangsa pasar dan pertumbuhan aset, memperlihatkan bahwa tidak ada perbedaan dengan bank konvensional yang merupakan lembaga yang berfokus pada laba, sehingga dalam penilaian kinerja bank Syariah pun harus disesuaikan dengan syariatislam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perkembangan kinerja Bank Syariah di Indonesia terutama pada BCA Syariah, BNI Syariah, dan Bank Mandiri Syariah jika dinilai berdasarkan metode Maqashid Syariah Index (MSI). Penelitian ini menggunakan data dari laporan keuangan (annual report). Pengamatan dalam penelitian ini dilakukan dalam tiga tahun periode yaitu tahun 2017 hingga 2019. Penelitian ini menggunakan analisis kualitatif deskriptif. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perkembangan kinerja BCA Syariah, BNI Syariah dan Bank Syariah Mandiri tiap tahunnya di pimpin oleh hasil dari BNI Syariah. Semakin tinggi angka indeks menunjukkan bahwa kinerja bank tersebut telah dilakukan sesuai dengan syariat-syariat islam, dimana setiap tujuannya telah dijalankan. Berkebalikan jika angka indeks semakin rendah maka kinerja bank terebut dalam mematuhi syariah-syariat islam masih harus diperbaiki.

Kata kunci: Penilaian Kinerja Bank Syariah, Bank Syariah, Maqashid Syariah, Maqashid Syariah Index, Indonesia.

ABSTRACT

The performance of Islamic banks, which is assessed by looking at market share and asset growth, shows that there is no difference with conventional banks which are institutions that focus on profit, so that the performance assessment of Islamic banks must also be adjusted to Islamic sharia. This study aims to determine whether there are developments in the performance of Islamic banks in Indonesia, especially in BCA Syariah, BNI Syariah, and Bank Mandiri Syariah when assessed based on the Maqashid Syariah Index (MSI) method. This study uses data from financial reports (annual report). Observations in this study were carried out in a three-year period, namely 2017 to 2019. This study used descriptive qualitative analysis. The results of this study indicate that the development of the performance of BCA Syariah, BNI Syariah and Bank Syariah Mandiri each year is led by the results of BNI Syariah. The higher the index number indicates that the bank's performance has been carried out in accordance with Islamic law, where every goal has been carried out. On the contrary, if the index number gets lower, the bank's performance in complying with Islamic sharia still needs to be improved.

Keywords: Performance Assessment of Islamic Banks, Islamic Banks, Maqashid Syariah, Maqashid Syariah Index, Indonesia.

PENDAHULUAN

Bank berdasarkan jenisnya terbagi menjadi dua antara lain bank syariah dan bank konvensional. Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2008 tentang Perbankan Syariah menyatakan bahwa bank syariah adalah bank yang kegiatan usahanya dilakukan berdasarkan prinsip syariah dengan mengikuti fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) seperti mengenai prinsip keseimbangan dan keadilan, universalisme, kemaslahatan,dan tidak memuat riba, gharar, zalim, maysir dan objek yang haram (www.ojk.go.id). Prinsip Syariah yang dimaksud adalah mengacu pada syariat islam yang terdapat dalam Al-Qur'an maupun hadist.

Berdasarkan hasil penelitian Aulia (2017) menyatakan pertumbuhan bank syariah Indonesia didukung oleh beberapa faktor, antara lain secara yuridis perbankan Syariah telah disahkan melalui Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2008 tentang Perbankan Syariah. Lalujika dilihat dari mayoritas penduduk di Indonesia yang menganut agama Islam membuat potensi pasar yang besarsertaBank Syariah yang menawarkan produk dengan kelebihan tersendiri sehingga dapat bersaing dengan bank konvensional.

Mohammed, dan Razak (2008) melakukan penelitian untuk merumuskan penilaian kinerja bagi bank Syariah dengan mengembangkan maqashid syariah agar pengukuran bank syariah dapat disesuaikan dengan tujuannya. Tujuan bank syariah tersebut antara lain pendidikan individu, penciptaan keadilan dan pencapaian kesejahteraan. Sehingga dari penelitiannya menghasilkanpenilaian kinerja bank syariah yaitu Maqashid Sharia Index.

Mohammed dan Taib (2009) melakukan studi perbandingan kinerja perbankan syariah yang dinilai menggunakan pendekatan *Conventional Bank Performance Measure (CBPM)* dan *Performance Measures based on Maqasid Syariah (PMMS)* dengan 24 sampel bank syariah yang dimana studi itu menghasilkan bahwa kinerja perbankan lebih besar jika diukur menggunakan pendekatan PMMS dibandingkan CBPM. Selain itu, peneliti lain seperti Antonio dkk (2012) yang melakukan percobaan penilaian kinerja bank syariah dengan unsur maqashid syariah dan memperlihatkan bahwa kinerja bank syariah di Indonesia lebih baik daripada kinerja bank syariah di Jordania. Lalu, jika dibandingkan dengan perbankan syariah Malaysia, industri perbankan syariah di Indonesia memuat nilai-nilai yang lebih, dalam melaksanakan kegiatan operasionalnya terutama dalam tujuan Iqamah Al-Adl' atau prinsip bagi hasil (Devi, 2017).

Dari beberapa penelitian yang ada, belum ada perbandingan hasil perhitungan dari kinerja bank syariah Indonesia menggunakan MSI. Sehingga masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah bagaimana perbandingan penilaian kinerja Bank Mandiri Syariah, BNI Syariah dan BCA Syariah di Indonesia pada tahun 2017, 2018 dan 2019 jika diukur menggunakan Sharia Maqashid Index (SMI).

METODOLOGI

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yaitu berupa laporan keuangan tahunan (*annual report*) Bank Mandiri Syariah, BCA Syariah dan BNI Syariah pada tahun 2017 dan 2018 yang dapat diperoleh dari *official website* bank umum syariah yang bersangkutan. Data tersebut menyediakan laporan keuangan dan data-data perusahaan yang akan dilakukan pengujian. Penelitian ini menggunakan model penilaian kinerja dengan pendekatan maqasid syariah yang dibangun oleh Mohammed dan Razak (2008). Rumus yang diinginkan untuk melakukan perhitungan masing-masing elemen adalah sebagai berikut.

E1. Bantuan Pendidikan

$$\text{Bantuan Pendidikan} = \frac{\text{Bantuan Pendidikan}}{\text{Total Beban}}$$

E2. Penelitian

$$\text{Penelitian} = \frac{\text{Beban Penelitian}}{\text{Total Beban}}$$

E3. Menerapkan dan MeningatkanKeahlianBaru

$$\text{Meningkatkan Keahlian Baru} = \frac{\text{Beban Pelatihan karyawan}}{\text{Total Beban}}$$

E4. MenciptakanKesadaranakan Bank Syariah

$$\text{Publikasi} = \frac{\text{Beban Promosi}}{\text{Total Beban}}$$

E5. Pengembalian yang Adil

$$\text{Return yang Adil} = \frac{\text{Laba}}{\text{Total Pendapatan}}$$

E6. Produk dan Pelayanan yang Terjangkau

$$\text{Fungsi Distribusi} = \frac{\text{Piutang Tak Tertagih}}{\text{Total Pembiayaan}}$$

E7. MenghilangkanUnsur-unsurNegatif yang dapatMenciptakanKetidakadilan

$$\text{Produk Bebas Bunga} = \frac{\text{Pendapatan Bebas Bunga}}{\text{Total Pendapatan}}$$

E8. Profitabilitas Bank

$$\text{Rasio Laba} = \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Total Aset}}$$

E9. RedistribusiPendapatan dan Kesejahteraan

$$\text{Pendapatan Individu} = \frac{\text{Zakat yang dibayarkan}}{\text{Laba Bersih}}$$

E10 Investasi di SektorRiil

$$\text{Rasio Investasi di Sektor Riil} = \frac{\text{Investasi sektor riil}}{\text{Total Investasi}}$$

Mohammed dkk (2008) mendefinisikan secara operasional konsep MSI yang terdiri dari 3 tujuan syariah oleh bank syariah. Setiap dimensi memiliki elemen dan setiap elemen dapat dinilai dengan rasio keuangan bank yang dapat diperoleh dari laporan keuangan perbankan syariah. Secara rinci, operasional tujuan bank syariah adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Konsep, Dimensi dan Elemen Maqashid Syariah Index

Tujuan (konsep)		Dimensi	Elemen
1.	MendidikIndividu	D1. Memajukanpengetahuan	E1. Bantuanpendidikan E2. Penelitian
		D2. Menerapkan dan meningkatakankeahlianbaru	E3. Pelatihan
		D3. Menciptakankesadaranakan bank syariah	E4. Publikasi
2.	MenegakkanKeadilan	D4. Pengembalian yang adil	E5. Return yang adil
		D5. Produk dan pelayanan yang terjangkau	E6. Fungsidistribusi
		D6. Menghilangkanunsur-unsur negative yang dapatmenciptakanketidakadilan	E7. Produkbebasbunga
3.	MemeliharaKemaslahatan	D7. Profitabilitas bank	E8. Rasiolaba
		D8. Redistribusipendapatan dan kesejahteraan	E9. Pendapatanindividu
		D9. Investasi di sector rill	E10. Rasioinvestasi di sector rill

Sumber: Mohammed dan Razak, 2008

Tabel 2. PembobotanMasing- masingDimensi/ Unit

Tujuan (konsep)	**Bobot tujuan (%)**	**Elemen**	**Bobot Elemen (%)**
Mendidik Individu	30	E1. Bantuan Pendidikan	24
		E2. Penelitian	27
		E3. Pelatihan	26
		E4. Publikasi	23
		Total	**100**
Menegakkan Keadilan	41	E5. Return yang adil	30
		E6. FungsiDistribusi	32
		E7. ProdukBebasBunga	38
		Total	**100**
Memelihara Kemaslahatan	29	E8. RasioLaba	33
		E9. PendapatanIndividu	30
		E10. RasioInvestasudisektorrill	37
Total	**100**	**Total**	**100**

Sumber: Mohammed dan Razak, 2008

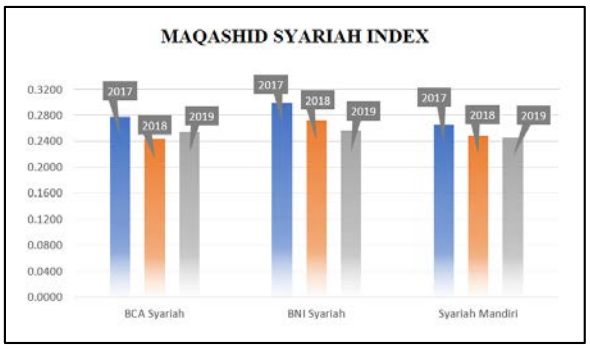
Penilaian kinerja dengan mengunakan *Maqashid Syariah Index*(*MSI*) dimulai dengan menjumlahkan setiap indikator kinerja. Sesudah dilakukannya langkah-langkah dalam perhitungan tersebut maka didapatkan hasil dari setiap bank. Berikut adalah tabel hasil perhitungan MSI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil perhitungan MSI sesuai rumus yang sudah ditetapkan di bagian metodologi.

Tabel 3. Hasil Perhitungan MSI

Bank	Variabel	2017			2018			2019		
		Hasil	Total	R	Hasil	Total	R	Hasil	Total	R
BCAs	Pendidikan	0.0019	0.2770	2	0.0020	0.2433	3	0.0016	0.2538	2
	Keadilan	0.1670			0.1458			0.1590		
	Kesejahteraan	0.1082			0.0955			0.0932		
BNIs	Pendidikan	0.0062	0.2979	1	0.0055	0.2715	1	0.0056	0.2563	1
	Keadilan	0.1883			0.1794			0.1810		
	Kesejahteraan	0.1134			0.0866			0.0696		
Bank S M	Pendidikan	0.0021	0.2651	3	0.0020	0.2491	2	0.0026	0.2460	3
	Keadilan	0.1495			0.1536			0.1522		
	Kesejahteraan	0.1135			0.0934			0.0912		



Gambar 1. Grafik Perbandingan Hasil perhitungan MSI padaBCA Syariah, BNI Syariah dan Bank Syariah Mandiri

Berdasarkan perhitungan dari penentuan rasio kinerja maqashid syariah index dengan menyelesaikan perkalian antar bobot pada setiap variabel dan rasio kinerja pada setiap elemen, kemudian menjumlahkan rasio masing-masing kinerja dari tiga indikator maqashid syariah index, hasil tertinggi setiap tahunnya adalah hasil kinerja BNI Syariah dengan nilai masing-masing adalah 0.2979, 0.2715, dan 0.2563 pada tahun 2017 hingga 2019. Kinerja BCA Syariah adalah tertinggi kedua dengan masing-masing nilai 0.2770, 0.2433, dan 0.2538, dimana pada tahun 2019 hasil kinerja pada BCA Syariah dan BNI Syariah hanya selisih 0.0025. Sedangkan Bank Syariah Mandiri memiliki hasil yang tidak cukup jauh dari kedua bank sebelumnya yaitu 0.2651, 0.2491, dan 0.2460 dalam rentang tahun periode 2017 hingga 2019.

Dilihat dari hasil data tersebut disimpulkan bahwa semakin tinggi angka indeks menunjukkan bahwa kinerja bank tersebut telah dilakukan sesuai dengan syariat-syariat islam, dimana setiap tujuannya telah dijalankan. Berkebalikan jika angka indeks semakin rendah maka kinerja bank terebut dalam mematuhi syariah-syariat islam masih harus diperbaiki.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan hasil penelitian yang telah dijabarkan diatas, maka disimpulkan bahwa perbandingan kinerja BCA Syariah, BNI Syariah dan Bank Syariah Mandiri tiap tahunnya dipimpin oleh hasil dari BNI Syariah. Dilihat dari data tersebutdisimpulkan bahwa semakin tinggi angka indeks menunjukkan bahwa kinerja bank tersebut telah dilakukan sesuai dengan syariat-syariat islam, dimana setiap tujuannya telah dijalankan. Berkebalikan jika angka indeks semakin rendah maka kinerja bank terebut dalam mematuhi syariah-syariat islam masih harus diperbaiki.

SARAN

1. Bagi Masyarakat
   Bagi masyarakat dapat menjadikan penelitian ini sebagai gambaran mengenai jasa dan produk yang ditawarkan oleh bank syariah dengan melihat indikator kinerja berdasarkan maqashid syariah index.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya
   Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan dapat meneliti keselurahan perbankan syariah yang ada di Indonesia baik bank milik negara maupun bank swasta agar mendapatkan kesimpulan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing yaitu Bapak Saiful Ghozi, S.Pd., M.Pd., dan Bapak Aditya Achmad Rakim, S.E., M.Si yang telah mengarahkan penelitian kami ini menjadi terarah dan lebih baik sehingga artikel ini dapat kami publikasikan di SNITT Poltekba 2020.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Amalia TeryLuana Devi. 2017. Komparasi Kinerja Perbankan Syariah Indonesia dan Malaysia dengan Pendekatan Maqashid Syariah Index (MSI) [Skripsi]. Malang (ID): Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

[2] Andriani Syofyan. 2017. Analisis Kinerja Bank Syariah dengan Metode Indeks Maqashid Syariah di Indonesia. *Jurnal Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang*. Hal3-4.

[3] Annisa Dina Aolia. 2017. Analisis Penilaian Kinerja Perbankan Syariah di Indonesia Menggunakan Metode RGEC dan *Sharia Maqashid* Index [Skripsi]. Jakarta (ID): Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

[4] Anton Sudrajat, AmirusSodiq. 2016. Analisis Penilaian Kinerja Bank Syariah Berdasarkan Indeks Maqashid Syariah Studi Kasus pada 9 Bank Umum Syariah di Indonesia tahun 2015. *Bisnis*. 4(1): 184-186.

[5] Antonio, M. S., Y. D. Sanrego, and M. Taufiq. 2012. An Analysis of Islamic Banking Performance: Maqashid Index Implementation in Indonesia and Jordania. IIUM Institute of Islamic Banking and Finance. *Journal of Islamic Finance*. 1(1).

[6] Iffa Roesadie Fatimatuzahra. 2015. Analisis Kinerja Perbankan Syariah Indonesia Ditinjau Dari Maqashid Shariah: Pendekatan Maqashid Sharia Index. *Jurnal Universitas Islam Indonesia*. Hal 2-3.

[7] Kasmir. 2012. *Dasar-dasar Perbankan.* Jakarta: Rajawali Pers.

[8] Kompasiana. 1 Januari 2018. *Maqashid Syari'ah: Fungsi dan Cara Mengetahuinya* di https://www.kompasiana.com/abqormahir/5a49fbed16835f745b2d6725/maqashid-syari-ah-fungsi-dan-cara-mengetahuinya?page=all (akses 7 Januari 2020)

[9] Mahkamah Agung Republik Indonesia. 19 Juli 2018. *Menjadikan Tujuan Syariah (Maqashid Syariah) sebagai Basis Utama Penemuan Hukum* di https://badilag.mahkamahagung.go.id/artikel/publikasi/artikel/menjadikan-tujuan-syariah-maqashid-syariah-sebagai-basis-utama-penemuan-hukum-oleh-syaiful-amin-s-h-i-m-h-19-7 (akses 7 Januari 2020)

[10] Mandiri Syariah. 1 September 2017. *Prinsip dan Konsep Dasar Perbank Syariah* di https://www.mandirisyariah.co.id/news-update/edukasi-syariah/prinsip-dan-konsep-dasar-perbankan-syariah (akses 15 Januari 2020)

[11] Mohammed, M. O. and F. M. Taib. 2009. Developing Islamic Banking Performance Measures Based on Maqashid Al-Shari'ah Framework: Cases of 24 Selected Banks. Makalah Disampaikan pada *Nineth Australian Society of Heterodox Economists Conference*, University od New South Wales, Australia, 6-7 Desember 2010.

[12] Mohammed M. O. dan D. A. Razak. 2008. The Performance Measures of Islamic Banking Based on Maqashid Framework. Makalah Disampaikan pada *IIUM International Accounting Conference* (INTAC IV), Putra Jaya Marroitt, Malaysia, 25 Juni 2008.

[13] Munawar. 2019. Analisis Kinerja Bank Aceh Syariah Ditinjau dari Pendekatan *Maqasid Syariah* Indeks [Skripsi]. Banda Aceh (ID): Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

[14] Nisa Noor Wahid, Irman Firmansyah, Adil Ridlo Fadillah. 2018. Analisis Kinerja Bank Syariah Dengan Maqashid Syariah Index (Msi) Dan Profitabilitas. *Jurnal Akuntansi.* 13: 1.

[15] Otoritas Jasa Keuangan. 2017. *Perbankan Syariah dan Kelembagaannya* di https://www.ojk.go.id/id/kanal/syariah/tentang-syariah/Pages/PBS-dan-Kelembagaan.aspx (akses 15 Februari 2020)

[16] Otoritas Jasa Keuangan. 2019. *Statistik Perbankan Syariah – Oktober 2019* di https://www.ojk.go.id/id/kanal/syariah/data-dan-statistik/statistik-perbankan-syariah/default.aspx (akses 22 Januari 2020)

[17] Otoritas Jasa Keuangan. 2014. *Peraturan Otoritas Jasa Keuangan Nomor 21/POJK.03/2014 tentang Kewajiban Penyediaan Modal Minimum Bank Umum Syariah.* Lembaran Negara RI Tahun 2014 No. 352. Jakarta: Sekretariat Negara.

[18] Qazwa. 24 November 2019. *Maqashid syariah :Pengertian, Contoh dan Hikmah* di https://qazwa.id/blog/maqashid-syariah/ (akses 15 Januari 2020)

[19] Restiana Wahyuni. 2018. Analisis Kinerja Bank Syariah Indonesia Ditinjau dari *Maqashid Syariah*: Pendekatan *Shariah Maqashid* Index (SMI) Tahun 2016 [Skripsi]. Lampung (ID): Universitas Islam Negeri Raden Intan.

[20] Riky Ramadhani, Evi Mutia. 2016. Analisis Perbandingan Kinerja Perbankan Syariah Di Indonesia dan Malaysia Ditinjau Dari Maqashid Shariah Index. *Simposium Nasional Akuntansi.* 19: 2.

[21] Sugiyono. 2019. *Statistika Untuk Penelitian.* Bandung: Alfabeta.

[22] Syaiful Amin, S.H.I., M.H. 2018. *Menjadikan Tujuan Syariah (Maqashid Syariah) sebagai Basis Utama Penemuan Hukum*. Hal1-5.

[23] Tri Agustinin ingsih. 2019. Pengaruh *Debt To Equity Ratio, Net Profit Margin, Dan Return On Equity* Terhadap Pertumbuhan Laba [Skripsi]. Balikpapan (ID): Politeknik Negeri Balikpapan.

P-35

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP MIMO TRIANGULAR PATCH FREKUENSI 2300 MHz UNTUK TEKNOLOGI 4G LTE (Long Term Evolution)

DESIGN OF ANTENNA MICROSTRIP MIMO TRIANGULAR PATCH 2300 MHZ FREQUENCY FOR 4G LTE (LONG TERM EVOLUTION) TECHNOLOGY

Erlis Cahyani[1], Maria Ulfah S.T.,M.T[2*]
[1,2,]Politeknik Negeri Balikpapan , JL. Soekarno-Hatta Km 08,Balikpapan

[*]E-mail: maria.ulfah@poltekba.ac.id

Diterima 29-09-2020	Diperbaiki 14-10-2020	Disetujui 14-10-2020

ABSTRAK

LTE merupakan standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi berbasis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSDPA. Teknologi 4G LTE memiliki kelebihan antara lain diantaranya kecepatan transfer data yang tinggi, tetapi kondisi di lapangan masih adanya lokasi-lokasi yang belum mendapatakan perfomasi optimal dari teknologi tersebut. Salah satu upaya solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah menambahkan antena eksternal bagi pengguna. Konsep yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan, merancang dan implementasi antena mikrostrip berbentuk segitiga (triangular), karena menghasilkan bandwidth dan gain yang cukup besar tanpa memerlukan modifikasi yang signifikan. Untuk perancangan antena menggunakan software CST Studio dengan mengacu kepada paremeter referensi yakni VSWR, Retun Loss, Gain, bandwidth. dan dilanjutkan dengan pabrikasi antena 2x2 , 4x4 dan 8x8.Antena MIMO triangular yang dirancang memiliki panjang sisi a= 30 mm, sehingga hasil perancangan antenna mikrostrip MIMO 2x2 diperoleh nilai VSWR 1.588,return loss -18.478 dB,gain 4.695 dB.Hasil simulasi antenna 4x4 VSWR 1.4646,return loss -18.697 dB,gain 4.791 dB.Hasil simulasi antenna 8x8 VSWR 1.4094,return loss -26.747 dB,gain 4.9001 dB dengan polaradiasi omnidirectional dan bandwidth 100 MHz.Pengujian antenna dilakukan menggunakan speed test dengan 3 kondisi yaitu di luar ruangan (outdoor),dalam ruangan (indoor),dan berdasarkan jarak.Sehingga diperoleh hasil secara keseluruhan menunjukan antenna MIMO 8x8 ,dimana pengujian dilakukan di luar ruangan (outdoor) keadaan tidak bergerak (statis) lebih unggul dibandingkan dalam keadaan bergerak (dinamis).

Kata kunci: ***LTE,Antena mikrostrip, MIMO, Triangular patch***

ABSTRACT

LTE is a high-level wireless data access communication standard based on GSM / EDGE and UMTS / HSDPA networks. 4G LTE technology has advantages, including high data transfer speeds, but conditions in the field still have locations that have not received optimal performance from this technology. One solution to overcome this problem is to add an external antenna for the user. The concept used in this study is to design and implement a triangular (triangular) microstrip antenna, because it produces a large enough bandwidth and gain without requiring significant modifications. For antenna design using CST Studio software by referring to reference parameters VSWR, Retun Loss, Gain, bandwidth. and continued with the fabrication of 2x2, 4x4 and 8x8 antennas. The triangular MIMO antenna is designed to have a side length of a = 30 mm, so the results of the design of the 2x2 MIMO microstrip antenna are 1.588 VSWR, return loss -18.478 dB, gain 4,695 dB. Simulation results of antenna 4x4 VSWR 1.4646, return loss -18,697 dB, gain 4,791 dB. The simulation results of antenna 8x8 VSWR 1.4094, return loss -26,747 dB, gain 4,9001 dB with omnidirectional radiation and 100 MHz bandwidth. Antenna testing was carried out using a speed test with 3 conditions, namely outdoors (outdoor), indoors (indoor), and based on the distance, so that the overall results show the MIMO 8x8 antenna, where the test is carried out outdoors (outdoor) in a stationary state (static) is superior to that in a moving state (dynamic).

Keywords: LTE, Microstrip antenna, MIMO, Triangular patch

PENDAHULUAN

Long Term Evolution atau sering disingkat LTE adalah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi berbasis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSDPA.LTE ini merupakan generasi keempat (4G) dari teknologi sistem komunikasi bergerak saat ini menggantikan 3G [1]. LTE sendiri di rancang untuk memenuhi kebutuhan operator akan akses data yang berkecepatan tinggi. Sekarang LTE mampu mencapai kecepatan akses data untuk mengunduh (download) hingga 300 Mbps dan untuk menggunggah (upload) mencapai 75 Mbps [2].

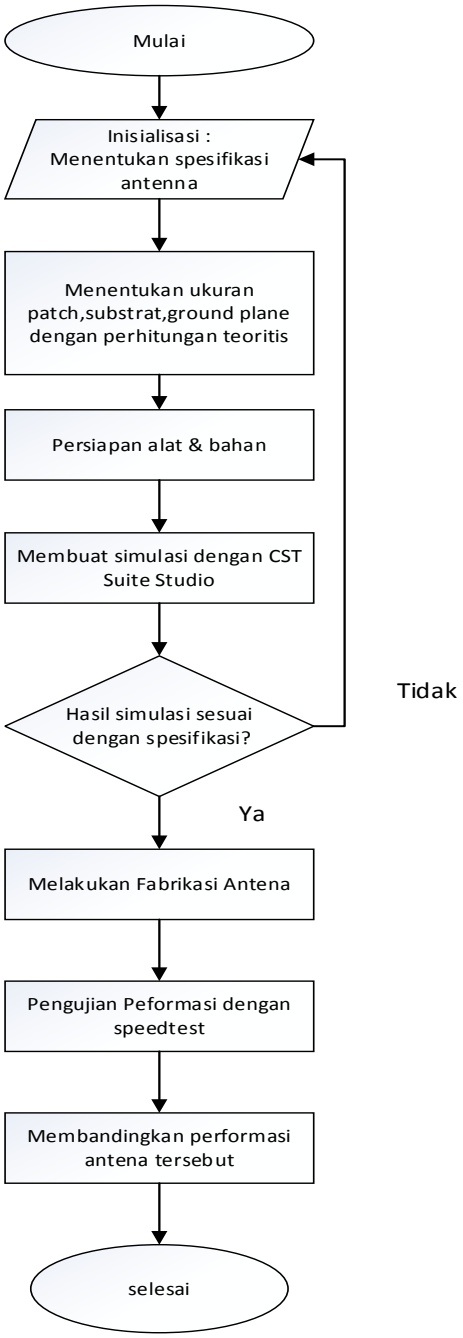
Pada masa sekarang ini teknologi 4G LTE mendapatkan perhatian khusus, sehingga harus mampu menjamin kecepatan transfer data yang tinggi. Pada teknologi LTE, terdapat banyak teknik yang dapat meningkatkan kualitas performasi LTE. Salah satunya dengan menggunakan teknik antenna MIMO (Multiple-input Multiple-output). Antena MIMO adalah sistem yang menggunakan multi antena baik pada pemancar (transmitter) maupun penerima (receiver) sehingga mengakibatkan kinerja antenna menjadi lebih baik[3]. Salah satu antenna yang banyak digunakan yaitu antenna mikrostrip. Antena mikrostrip memliki beberapa keuntungan yaitu, efisiensi yang rendah, memilik bandwith yang sempit, mempunyai pola radiasi yang rendah [4].

Mengingat pentingnya peranan antenna pada komunikasi *wireless*, maka pada penelitian ini akan dirancang, disimulasikan dan direalisasikan sebuah antenna yang mampu bekerja pada frekuensi 2300 MHz. Oleh karena itu judul penelitian ini "*Rancang Bangun Antena Mikrostrip MIMO Triangular Patch Dengan Frekuensi 2300 MHz Untuk Teknologi LTE (Long Term Evolution)"* yang akan membahas mengenai pembuatan design, simulasi dan realisasi antenna mikrostrip MIMO dimana proses design menggunakan Software CST Studio 2018, pengujiannya menggunakan *Speed Test* dan realisasinya dapat diimplementasikan untuk memperkuat sinyal di area atau wilayah yang memiliki kualitas kekuatan sinyal yang lemah.

METODOLOGI

Pada penelitian ini akan dirancang antenna mikrostrip MIMO *Triangular Patch* 2300 MHz untuk teknolgi 4G LTE *(Long Term Evolution)*

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Penelitian

1) Perancangan Antena Mikrostrip Single Patch

Pada perancangan ini terdapat beberapa tahapan yang diawali dengan menentukan frekuensi kerja yang diinginkan beserta spesifikasi yang akan dicapai. Menentukan jenis substract yang akan digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi patch antenna, panjang dan lebar saluran transmisi. Dari hasil perhitungan tersebut disimulasikan menggunakan simulator *CST Studio 2018* [5].

Tabel 1. Spesifikasi antenna yang akan dicapai [6,7]

No	Parameter	Keterangan
1.	Frekuensi Kerja	2300-2400 MHz
2.	Frekuensi Tengah	2350 MHz
3.	Bandwidth	100 MHz
4.	Impedansi	50 Ω
5.	Gain	≥ 2 dB
6.	VSWR	≤ 2
7.	Return loss	≤-10 dB

Tabel 2. Spesifikasi substrat yang digunakan [8]

Parameter Substrat Epoxy FR4	Keterangan
Konstanta Dielektrik Relatif (Ɛ)	4,4
Dielektrik Loss Tangent (tan □)	0,02
Ketebalan Substrat (h)	1,6 mm

2) Perancangan Dimensi Patch Antena

Untuk menentukan dimensi antenna *triangular* dapat digunakan persamaan berikut [8]:

$$a = \frac{2c}{3fr\sqrt{\varepsilon r}} \text{.....(1)}$$

Dimana :

a = panjang sisi patch segitiga (m)
εr = konstanta dielektrik
c = kecepatan cahaya di ruang bebas (3 x 10^8 m/s2)
fr = frekuensi kerja antena (Hz)

Untuk mengkompensasi efek tepi maka persamaan diatas diambil [8] :

$$a_{\text{eff}} = a + \frac{h}{\sqrt{\varepsilon r}} \text{.....(2)}$$

Dimana a_{eff} : panjang efektif segitiga (mm)
Maka didapat :

$$a = \frac{2c}{3fr\sqrt{\varepsilon r}} = 0.041 \text{ m / } 41 \text{ mm}$$

Panjang sisi segitiga ini harus ditambah lagi karena terdapat efek tepi dari elemen peradiasi, yang akan menyebabkan elemen peradiasi akan bertambah lebar. Sehingga panjang sisi segitiga efektif dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$a_{\text{eff}} = a + \frac{h}{\sqrt{\varepsilon r}} = 41.76 \text{ mm}$$

3) Perancangan Dimensi Saluran Transmisi

Setelah melakukan perhitungan dimensi patch antenna selanjutnya menentukan lebar saluran pencatu (W) menggunakan persamaan berikut [9]:

$$W = \frac{2h}{\pi} \{ B - 1 - \text{In}(2B - 1) + \frac{\varepsilon r - 1}{2.\varepsilon r} [\text{In}(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\varepsilon r}] \} \text{.....(3)}$$

$$W = \frac{2 \, x \, 1,6}{3,14} \{ 5,64 - 1 - \text{In}(2 \text{ x } 5,64\text{-}1) + \frac{4,4-1}{2 \, x \, 4,4} [\text{In}(5,64 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,4}] \}$$

$$= 3.06 \text{ mm}$$

Menentukan B dari nilai impedensi 50 Ω menggunakan persamaan sebagai berikut [9]:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\varepsilon_r}} \text{.....(4)}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{60 \text{ x } 3,14^2}{50\sqrt{4,4}} = 5,64 \text{ mm}$$

Untuk Menentukan panjang gelombang diudara bebas (λ) ,menggunakan persamaan sebagai berikut [9] :

$$\lambda = \frac{C}{f} \text{.....(5)}$$

$$\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 \, x \, 10^8}{2,3 \, x \, 10^9} = 130,4 \text{ mm}$$

Untuk menentukan panjang gelombang saluran transmisi (λ_d) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [9] :

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_{reff}}} \text{.....(6)}$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_{reff}}} = \frac{130,4}{\sqrt{4,4}} = 62 \text{ mm}$$

Menentukan *Lt* menggunakan persamaan sebagai berikut [9] :

$$L_t = \frac{1}{4} \text{ x } \lambda_d \text{.....(7)}$$

$$L_t = \frac{1}{4} \text{ x } _d = \frac{1}{4} \text{ x } 62 = 15,5 \text{ mm}$$

4) Perancangan *Substrate* Dan *Groundplane*

Setelah melakukan perhitungan saluran transmisi selanjutnya menghitung dimensi substrate dan *groundplane* antena yang akan dibuat. Panjang *groundplane* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [9] :

$$Lg = 6h + a \text{.....(8)}$$

$$Lg = 6h + a = 6 \text{ x } 1,6 + 41.76 = 51.36 \text{ mm}$$

Lebar *groundplane* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [9]:

$$Wg = 6h + a \text{.....(9)}$$

$$Wg = 6h + a = 6 \text{ x } 1,6 + 41.76 = 51.36 \text{ mm}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Simulasi Antena *Single Patch*

Hasil Perbandingan Parameter dan ukuran dimensi Antena *Single Patch* Setelah Optimasi.

Tabel 3. Perbandingan parameter antenna *single patch* sebelum dan sesudah optimasi

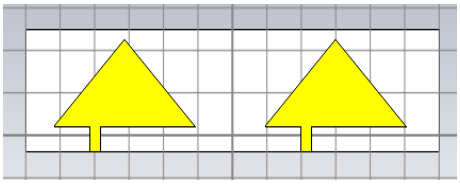
Parameter	*Single patch* sebelum optimasi	*Single patch* setelah optimasi
VSWR	15.61	1.25
Returnloss	-1.11 dB	-18.79 dB
Gain	4.08 dB	5.32 dB
Bandwidth	100 MHz	100 MHz
Polaradiasi	*Omnidirectional*	*Omnidirectional*

Tabel 2. Perbandingan ukuran dimensi antenna sebelum dan setelah optimasi

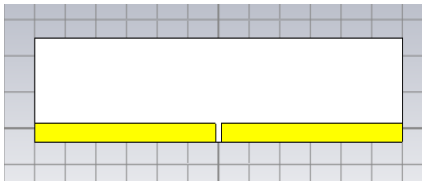
Dimensi Antena	*Single patch* sebelum optimasi(mm)	*Single patch* setelah optimasi (mm)
Panjang sisi	41.76	30
Tebal *Substrate*	1.6	1.6
Panjang *Groundplane*	51.36	50
Panjang *substrate*	51.36	50
Panjang *feeder*	15.5	15.5
Tebal *patch*	0.035	0.035
Lebar *Groundplane*	51.36	58.5
Lebar *feeder*	3.06	6
Lebar *substrate*	51.36	58.5

2) Hasil Simulasi Dua Patch Triangular

2.1 Hasil Desain Antena 2 *Patch Triangular* menggunakan CST Studio 2018.



Gambar 2. Tampak Depan Antenna 2 *Patch*

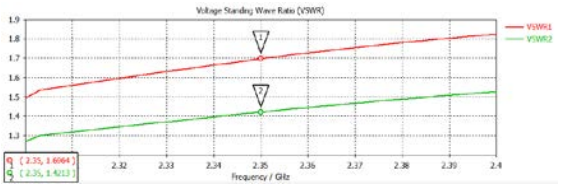


Gambar 3. Tampak Belakang Antenna 2 *Patch*

2.2 Hasil Parameter Antena 2 *Patch Tringular*

a. VSWR

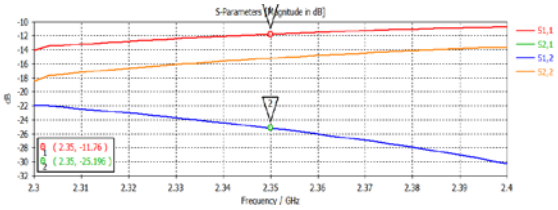
Pada gambar 3 hasil VSWR antenna 2 *patch* sudah sesuai spesifikasi ,antenna 1 memiliki nilai 1.6964 ,antenna 2 bernilai 1.4213 sehingga diperoleh rata-rata VSWR antenna 2 *patch* yaitu 1.588.



Gambar 4. Grafik VSWR Antenna 2 Patch

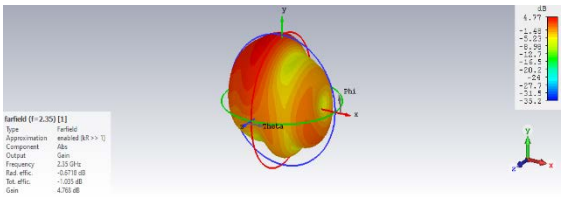
b. *Return Loss*

Pada gambar 5 nilai *return loss* dari grafik *S-Parameters* antara antenna dua patch sudah sesuai spesifikasi ,antenna 1 memiliki nilai -11.76 dB,antenna 2 bernilai -25.196 dB.Sehungga diperoleh rata-rata *return loss* antenna dua patch yaitu -18.468 dB.



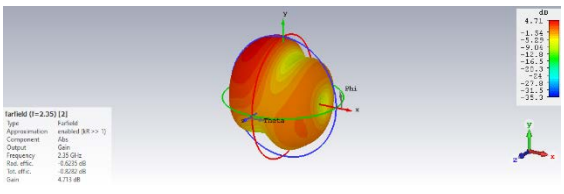
Gambar 5. Grafik *S-Parameters* Antenna 2 Patch

c. Gain



Gambar 6. Gain antenna 1

Pada gambar 6 merupakan gain antenna 1 dengan nilai 4.678 dB, hasil tersebut sesuai dengan nilai spesifikasinya yaitu $\geq$ 2 dB

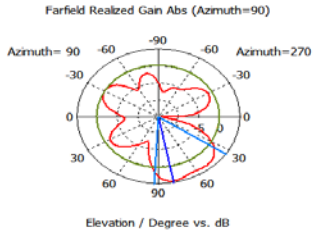


Gambar 7. Gain antenna 2

Pada gambar 7 merupakan gain antenna 2 bernilai 4.713 dB. Sehinga dapat diperoleh rata-rata gain antenna 1 dan 2 yaitu 4.695 dB

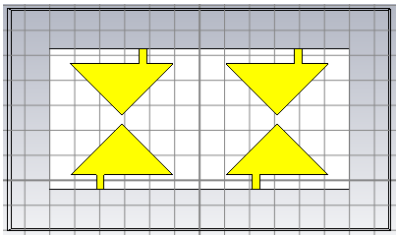
d. Polaradiasi

Pada antenna 2 *patch* diperoleh hasil polaradiasi *Omnidirectional.*

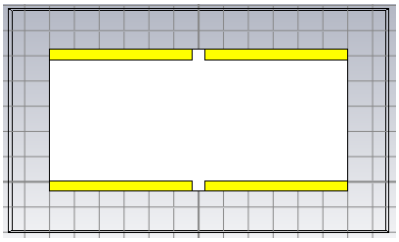


Gambar 8. Polaradiasi antenna 2 patch

3) Hasil Simulasi Empat Patch Triangular
3.1 Hasil Desain Antena Empat *Patch Tringular* menggunakan CST Studio 2018.

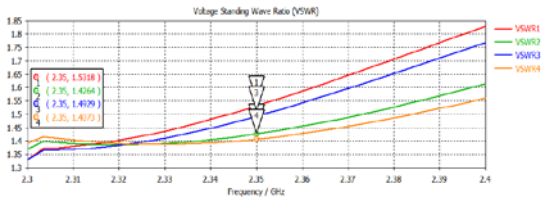


Gambar 9. Tampak Depan Antenna Empat *Patch*



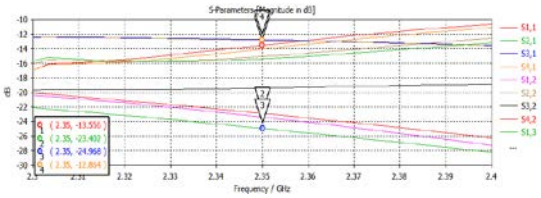
Gambar 10. Tampak Belakang Antena Empat *Patch*

3.2 Hasil Parameter Antena Empat Patch
a. VSWR
Pada gambar 11 hasil VSWR antenna empat sudah sesuai spesifikasi ,antenna 1 memiliki nilai 1.5318 ,antenna 2 bernilai 1.4264,antenna 3 bernilai 1.4929,dan antenna 4 bernilai 1.4073 sehingga diperoleh rata-rata VSWR antenna empat patch yaitu 1.4646.



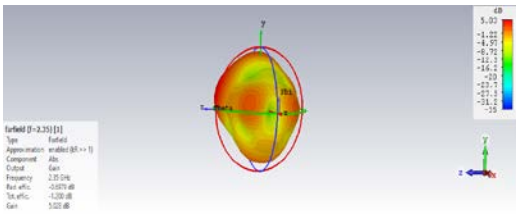
Gambar 11. Grafik VSWR Antena Empat patch

b. *Return Loss*
Pada gambar 12 nilai *return loss* dari grafik *S-parameters* antena empat *patch* sudah sesuai spesifikasi yaitu, antenna 1 memiliki nilai -13.556 dB , antenna 2 bernilai -23.402 dB ,antenna 3 bernilai -24.968 dB, dan antenna 4 bernilai -12.864 dB.Sehingga diperoleh hasil rata-rata -18.697 dB.



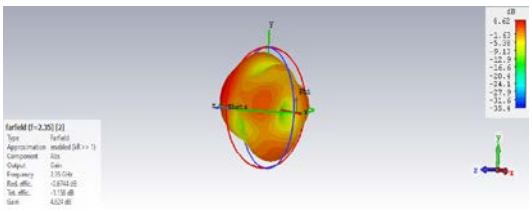
Gambar 12. Grafik S-Parameters Antena Empat Patch

c. Gain



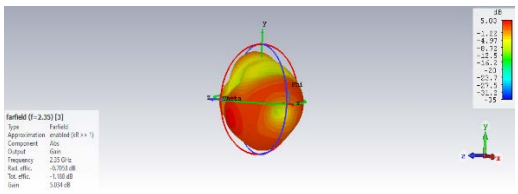
Gambar 13. Gain Antena 1

Pada gambar 13 merupakan gain antenna 1 dengan nilai 5.028 dB



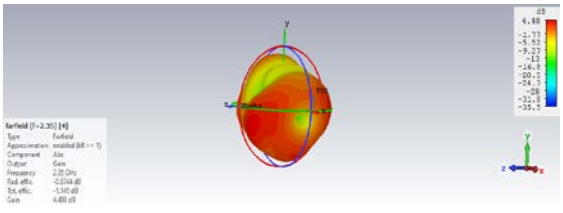
Gambar 14. Gain Antena 2

Pada gambar 14 merupakan gain antenna 2 dengan nilai 4.713 dB.



Gambar 15. Gain Antena 3

Pada gambar 15 merupakan gain antenna 3 dengan nilai 5.034 dB

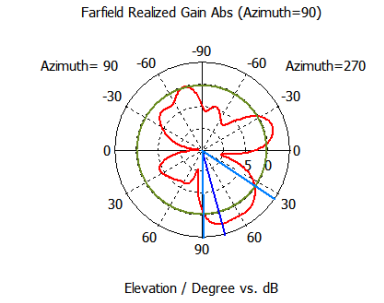


Gambar 16. Gain Antena 4

Pada gambar 16 merupakan gain antenna 4 dengan nilai 4.480 dB.Setelah semua nilai gain diketahui maka dapat diperoleh hasil rata-rata gain yaitu 4.791 dB.Hasil tersebut sudah sesuai spesifikasi gain yaitu $\geq$ 2 dB.

d. Polaradiasi

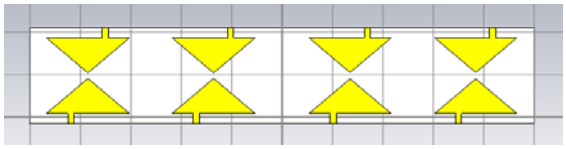
Pada gambar 17 merupakan hasil polaradiasi antenna empat patch yaitu *omnidirectional.*



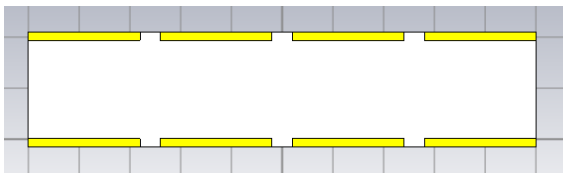
Gambar 17. Polaradiasi Antena Empat Patch

4) Hasil Simulasi Antena Delapan Patch

4.1 Hasil Desain Antena Delapan *Patch*



Gambar 18. Tampak Depan Antena Delapan *Patch*

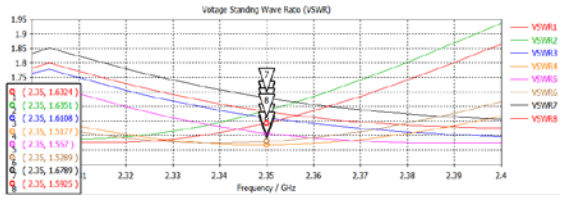


Gambar 19. Tampak Belakang Antena Delapan *Patch*

4.2 Hasil Parameter Antena Delapan *Patch*

a. VSWR

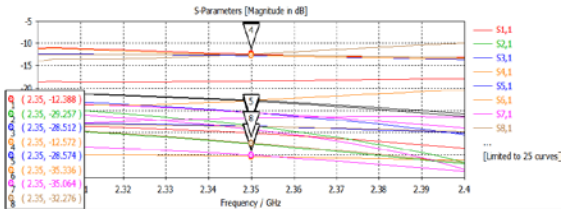
Pada gambar 20 hasil VSWR antenna delapan patch sudah sesuai spesifikasi , antenna 1 memiliki nilai 1,6324 antenna 2 bernilai 1,6351 antenna 3 bernilai 1,6108 antenna 4 bernilai 1,5177 antenna 5 bernilai 1,557 antenna 6 bernilai 1,5289 antenna 7 bernilai 1,6789 dan antenna 8 memiliki nilai 1,5925, sehingga diperoleh rata-rata VSWR antenna empat *patch* yaitu 1.4094



Gambar 20. Grafik VSWR Antena Delapan *Patch*

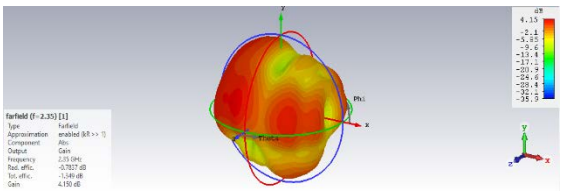
b. *Return Loss*

Pada gambar 21 nilai *return loss* dari grafik *S-parameters* antena delapan *patch* sudah sesuai spesifikasi yaitu, antenna 1 memiliki nilai -12.388 dB, antenna 2 bernilai -29.257 dB, antenna 3 bernilai -28.512 dB, antenna 4 bernilai -12.572 dB, antenna 5 bernilai -28.574 dB, antenna 6 bernilai -35.336 dB, antenna 7 bernilai -35.064 dB, dan antenna 8 memiliki nilai -32.276 dB.Sehingga diperoleh hasil rata-rata -26.747 dB.



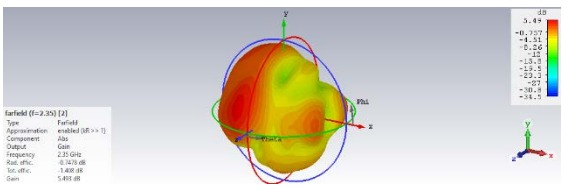
Gambar 21. Grafik S-Parameters Antena Delapan Patch

c. Gain



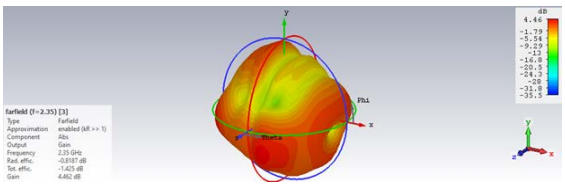
Gambar 22. Gain Antena 1

Pada gambar 22 merupakan gain antenna 1 dengan nilai 4.150 dB.



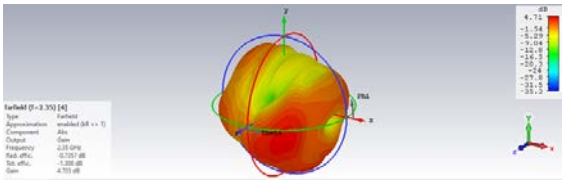
Gambar 23. Gain Antena 2

Pada gambar 23 merupakan gain antenna 2 dengan nilai 4.493 dB.



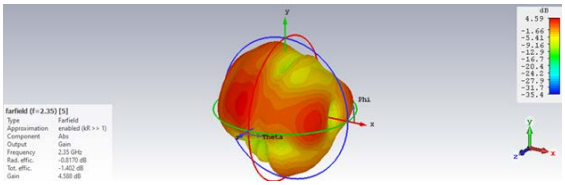
Gambar 24. Gain Antena 3

Pada gambar 24 merupakan gain antenna 3 dengan nilai 4.462 dB.



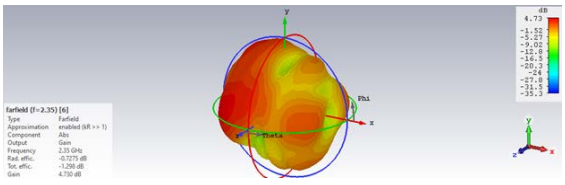
Gambar 25. Gain Antena 4

Pada gambar 25 merupakan gain antenna 4 dengan nilai 4.705 dB.



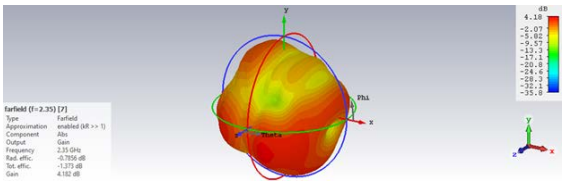
Gambar 26. Gain Antena 5

Pada gambar 26 merupakan gain antenna 5 dengan nilai 4.588 dB.



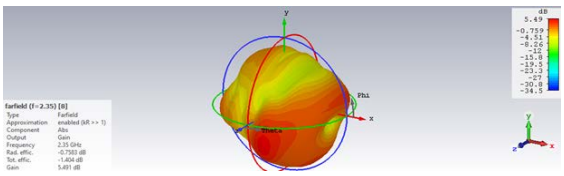
Gambar 27. Gain Antena 6

Pada gambar 27 merupakan gain antenna 6 dengan nilai 4.730 dB.



Gambar 28. Gain Antena 7

Pada gambar 28 merupakan gain antenna 7 dengan nilai 4.182 dB.

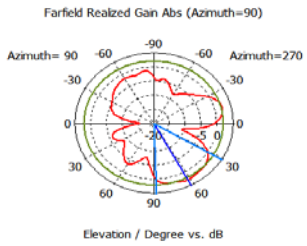


Gambar 29. Gain Antena 8

Pada gambar 29 merupakan gain antenna 8 dengan nilai 5.419 dB. Setelah semua nilai gain diketahui maka dapat diperoleh hasil rata-rata gain yaitu 4.9001 dB.Hasil tersebut sudah sesuai spesifikasi gain yaitu $\geq$ 2 dB.

d. Polaradiasi

Pada gambar 30 merupakan hasil polaradiasi antenna delapan patch yaitu *omnidirectional.*



Gambar 30. Polaradiasi Antena Delapan patch

Berdasarkan hasil simulasi dari program CST 2018, antena mikrostrip MIMO 2x2, 4x4 dan 8x8 .Nilai VSWR yang diperoleh memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu $\leq$ 2. Antena mikrostrip MIMO 2x2 menghasilkan nilai 1,588 antena mikrostrip MIMO 4x4 menghasilkan nilai 1,4646 sedangkan antena mikrostrip MIMO 8x8 menghasilkan nilai 1,4094. Sesuai dengan teori VSWR, semakin kecil nilai yang dihasilkan akan semakin bagus hasil yang diperoleh.

Untuk hasil parameter *return loss* juga sudah memenuhi spesifikasi yaitu $\leq$ -10 dB, dapat dilihat bahwa hasil yang diperoleh antena mikrostrip MIMO 8x8 lebih besar yaitu -26.747 dB dibandingkan hasil dari antena mikrostrip MIMO 4x4 bernilai -18.697 dB dan antenna mikrostrip MIMO 2x2 bernilai -18.478 dB.

Untuk *gain,* semakin banyak elemen antena maka cangkupan antenanya pun menjadi lebih lebar karena itu hasil parameter dari antena 8x8 cangkupannya terlihat lebih besar dengan hasil 4,9001 dB dibandingkan dengan

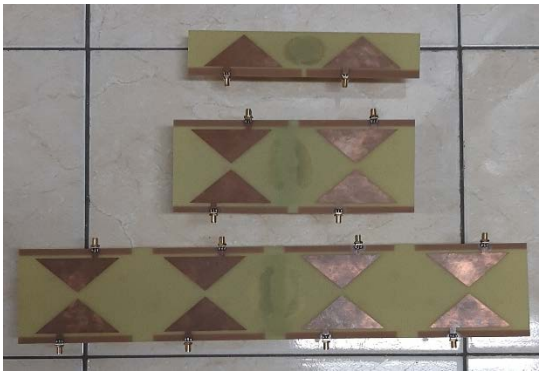
antena mikrostrip MIMO 4x4 yaitu sebesar 4,791 dB dan antena mikrostrip MIMO 2x2 sebesar 4.695 dB.

Tabel 3. Perbandingan Parameter Antena 2x2, 4x4 dan 8x8 *Triangular Patch*

Parameter	Antenna 2x2	Antenna 4x4	Antenna 8x8
VSWR	1.588	1.4646	1.4094
Returnloss	-18.478	-18.697	-26.747
Gain	4.695	4.791	4.901
Bandwidth	100 MHz	100 MHz	100 MHz

4) Hasil Fabrikasi Antena

Setelah dilakukan simulasi menggunakan *CST Studio 2018* langkah terakhir yaitu melakukan fabrikasi antenna.



Gambar 31. Hasil Fabrikasi Antena

5) Pengujian Antena Indoor Keadaan Statis

Pada pengujian antenna menggunakan modem *bolt* sebagai *acsess point* dan menggunakan kartu provider smartfren.

Tabel 4. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Indoor (Lantai 1) Keadaan Statis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8
Unduh	4.21 Mbps	5.8 Mbps	8.48 Mbps	9.02 Mbps
Unggah	0.095 Mbps	0.29 Mbps	0.349 Mbps	0.39 Mbps
PING	262 ms	653 ms	188 ms	98ms
Jitter	976 ms	-	372 ms	227 ms
Paketloss	-		-	-

Tabel 5. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Indoor (Lantai 2) Keadaan Statis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8
Unduh	5.1 Mbps	5.25 Mbps	8.82 Mbps	9.43 Mbps
Unggah	0.095 Mbps	0.29 Mbps	0.38 Mbps	0.44 Mbps
PING	223 ms	235 ms	155 ms	102 ms
Jitter	925 ms	381 ms	102 ms	254 ms
Paketloss	-	-	-	-

Tabel 6. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Indoor (Lantai 3) Keadaan Statis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8
Unduh	5.35 Mbps	6.96 Mbps	9.49 Mbps	11.03 Mbps
Unggah	0.14 Mbps	1.34 Mbps	1.16 Mbps	1.19 Mbps
PING	240 ms	219 ms	144 ms	369 ms
Jitter	397 ms	392 ms	93 ms	297 ms
Paketloss	5.2 %	-	-	-

Berdasarkan tabel 4,5 dan 6 perbandingan hasil performasi yang dihasilkan dari pengujian menggunakan *speed test* yang telah dilakukan di dalam ruangan *(indoor)* keadaan *statis* dengan pengujian diakukan di lantai 1,2 dan 3 menunjukan bahwa performasi antenna mikrostrip 8x8 lebih unggul dibandingkan antenna mikrostrip 2x2, 4x4 dan pengujian tanpa menggunakan antenna.Hasil tersebut sesuai dengan teori bahwa semakin banyak elemen antenna maka performasinya akan semakin bagus.

6) Pengujian Antena Indoor Keadaan Dinamis

Tabel 7. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Indoor (Lantai 1) Keadaan Dinamis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8
Unduh	3.79 Mbps	4.27 Mbps	6.98 Mbps	8.63 Mbps
Unggah	0.09 Mbps	0.13 Mbps	0.32 Mbps	0.37 Mbps
PING	251 ms	210 ms	216 ms	182 ms
Jitter	931 ms	775 ms	182 ms	251 ms
Paketloss	-	-	-	-

Tabel 8. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Indoor (Lantai 2) Keadaan Dinamis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8

Unduh	4.2 Mbps	4.38 Mbps	7.12 Mbps	9.26 Mbps
Unggah	0.067 Mbps	0.17 Mbps	0.39 Mbps	0.39 Mbps
PING	262 ms	213 ms	212 ms	155 ms
Jitter	863 ms	667 ms	342 ms	270 ms
Paketloss	-	-	-	-

Tabel 9. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Indoor (Lantai 3) Keadaan Dinamis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8
Unduh	3.82 Mbps	4.47 Mbps	8.4 Mbps	9.87 Mbps
Unggah	0.08 Mbps	0.085 Mbps	0.089 Mbps	0.11 Mbps
PING	262 ms	219 ms	147 ms	120 ms
Jitter	638 ms	597 ms	120 ms	325 ms
Paketloss	-	-	-	-

Berdasarkan tabel 7,8 dan 9 perbandingan hasil performasi yang dihasilkan dari pengujian menggunakan speed test yang telah dilakukan di dalam ruangan *(indoor)* keadaan *dinamis* dengan pengujian diakukan di lantai 1,2 dan 3 menunjukan bahwa performasi antenna mikrostrip 8x8 lebih unggul dibandingkan antenna mikrostrip 2x2 ,4x4 dan pengujian tanpa menggunakan antenna. Hasil tersebut sesuai dengan teori bahwa semakin banyak elemen antenna maka performasinya akan semakin bagus.

7) Pengujian Antena Outdoor Keadaan Statis

Tabel 10. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Outdoor Keadaan Statis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8
Unduh	9.08 Mbps	11.6 Mbps	11.87 Mbps	12.04 Mbps
Unggah	0.18 Mbps	0.19 Mbps	0.19 Mbps	0.22 Mbps
PING	132 ms	98 ms	72 ms	70 ms
Jitter	305 ms	83 ms	73 ms	44 ms
Paketloss	-	-	-	-

Berdasarkan tabel diatas perbandingan hasil performasi yang dihasilkan dari pengujian menggunakan *speed tes*t yang telah dilakukan diluar ruangan *(outdoor)* keadaan tidak bergerak (*statis)* menunjukan bahwa performasi antenna mikrostrip 8x8 lebih unggul dibandingkan antenna mikrostrip 2x2 , 4x4 dan pengujian tanpa menggunakan antenna.Hasil tersebut sesuai dengan teori bahwa semakin banyak elemen antenna makan performasinya akan semakin bagus.

8) Pengujian Antena Outdoor Keadaan Dinamis

Tabel 11. Hasil Rata-rata Pengujian Antena Indoor Keadaan Dinamis

	Tanpa Antena	Antena 2x2	Antena 4x4	Antena 8x8
Unduh	5.33 Mbps	10.02 Mbps	10.05 Mbps	12.01 Mbps
Unggah	0.160 Mbps	0.168 Mbps	0.19 Mbps	0.22 Mbps
PING	164 ms	118 ms	110 ms	84 ms
Jitter	308 ms	163 ms	84 ms	71 ms
Paketloss	-	-	-	-

Berdasarkan tabel diatas perbandingan performasi yang dihasilkan dari pengujian menggunakan *speed test* yang telah dilakukan di luar ruangan *(outdoor)* dalam keadaan bergerak *(dinamis)* menunjukan bahwa performasi antenna mikrostrip 8x8 lebih unggul dibandingkan antenna mikrostrip 2x2 , 4x4 dan pengujian tanpa menggunakan antenna.Hasil tersebut sesuai dengan teori bahwa semakin banyak elemen antenna makan performasinya akan semakin bagus

KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh proses perancangan antena mikrostrip MIMO 2x2, 4x4 dan 8x8 *Triangular patch*, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah untuk antena mikrostrip 2x2 nilai VSWR sebesar 1.588, nilai *return loss* sebesar -18.478 dB, dan *gain* sebesar 4.695 dB. Pada antena mikrostrip 4x4, nilai VSWR sebesar 1.4646, nilai *return loss* sebesar -18.697 dB, dan *gain* sebesar 4.791 dB. Sedangkan pada antena mikrostrip 8x8 nilai VSWR sebesar 1.4094, nilai *return loss* sebesar -26.747 dB, dan *gain* sebesar 4.901 dB. Gain tersebesar dimiliki oleh antena 8x8. *Bandwidth* dari ketiga antena yang dihasilkan sama besar yaitu 100 MHz. Hal ini disebabkan karena ketiga antena bekerja pada frekuensi kerja yang sama. Pola radiasi yang dihasilkan dari ketiga antena juga memiliki bentuk yang sama yaitu, *Omnidirectional.*

Pengujian antenna dilakukan menggunakan *speed test* dengan 3 kondisi yaitu di luar ruangan *(outdoor)*,dalam ruangan *(indoor)*,dan berdasarkan jarak.Sehingga diperoleh hasil secara keseluruhan menunjukan

bahwa antenna MIMO 8x8 ,dimana pengujian dilakukan di luar ruangan *(outdoor)* keadaan tidak bergerak (statis) lebih unggul dibandingkan dalam keadaan bergerak *(dinamis).*

SARAN

Dalam melakukan pengembangan pembuatan antenna mikrostrip MIMO *triangular patch* ini ,sebaiknya menggabungkan elemen pencatu menjadi satu bagian saja atau menggunakan teknik *array* agar memudahkan saat pengujian serta tidak memerlukan banyak kabel maupun konektor yang dibutuhkan sehingga dapat menghemat biaya.

Sebelum melakukan pengujian sebaiknya dicek terlebih dahulu sambungan konektor pada *port* antenna serta pada sambungan kabel RG316 karena jika penyambungan tidak sempurna dapat berpengaruh dalam performasi antenna saat dilakukan pengujian secara langsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karuni-Nya yang membuat penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik, serta ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan ini selama proses penelitian mengenai antenna mikrostrip MIMO *Triangular patch* .

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ainie,M.N..“Rancang Bangun Antenna Mikrostrio MIMO 2x2 Dan 4x4 Rectagular Patch Dengan Frekuensi 2300-2400 MHz Untuk LTE”. (2018)

[2] I. Gemiharto, “Teknologi 4G-Lte Dan Tantangan Konvergensi Media Di Indonesia,” *J. Kaji. Komun.*, vol. 3, no. 2, pp. 212–220, (2015)

[3] C. Ahmadi, “Jumlah Antena Pada Sistem Mimo (Multiple Input Multiple Output),” vol. 5, no. 1, pp. 37–48, (2015).

[4] M. I. Assiddiq, U. Putra, I. Surjati, and G. Tjahjadi, “Perancangan Antena Microstrip Dual Band Patch,” vol. 4, no. 2, pp. 95–104.

[5] M.Ulfah.,S.Mahmudah, “Rancang bangun dan Pengujian perfomansi Antena MIMO 2X1 dan 4x1 Metode Array Rectanguler patch Frekuensi *2,3 GHz – 2,4 GHz*,” Teknologi 4G LTE, Jurnal Rekayasa Sistem Komputer Resistor,(2020) (50- 56)

[6] P. D. Sugiyono, No Title No Title,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, (2016)

[7] S. Alam *et al.*, “Studi Analisa Penentuan Dimensi Antena Berdasarkan Kebutuhan Bandwidth Untuk Aplikasi LTE 2300 MHz,” no. April, (2018).

[8] A. Farino, F. Imansyah and D. Suryadi, “Rancang Bangun Antena Array Mikrostrip Patch Triangular- Circular Untuk Aplikasi Wireless Local Area Network (WLAN), (2019). ”

[9] U.Satimah,“Rancang Bangun Antena Mikrostrip MIMO 2x2 dan 4x4 Circular Patch dengan Frekuensi 2300 – 2400 MHz untuk Teknologi 4G LTE *(Long Term Evolution) ”*. (2019).

P-36

PERMASALAHAN MENGGUNAKAN BAHASA INGGRIS PADA TEKNISI DI PT. AFRICAN EXPOSIVE LIMITED INDONESIA

THE PROBLEMS OF USING ENGLISH FOR TECHNICIANS AT PT. AFRICAN EXPOSIVE LIMITED INDONESIA

Era Wahyu Ningsih, SS., M. Pd
Akademi Bahasa Asing Balikpapan, Jl. Strat 2 Gunung Samarinda-Balikpapan

Email: erawahyu@yahoo.com

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 22-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dikarenakan beberapa permasalahan komunikasi yang sering terjadi diantara para teknisi di PT. AEL, lapangan penelitian ini adalah di PT. AEL Balikpapan dengan subjek penelitian ini adalah teknisi yang menangani perbaikan perbaikan mesin produksi yang dimiliki oleh perusahaan rekanan PT. AEL, dari penelitian ini didapatkan beberapa hal yang dilakukan oleh perusahaan dalam meminimalisir permasalahan komunikasi yang terjadi, yang dilakukan oleh perusahaan diantaranya adalah dengan berusaha untuk meningkatkan kepercayaan diri para teknisi mereka untuk bisa terus melakukan komunikasi dengan konsumen dengan menggunakan bahasa Inggris. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pengumpulan data menggunakan observasi, literature review dan interview.

Kata kunci : Teknisi, Komunikasi,Mesin, Produksi

ABSTRACK

This research was conducted due to several communication problems that often occur among technicians at PT. AEL, this research field is at PT. AEL Balikpapan with the subject of this research is a technician who handles repairs to repair production machines owned by a partner company PT. AEL, from this research, found several things that were done by the company in minimizing the communication problems that occurred, which was done by the company, including trying to increase the confidence of their technicians to be able to continue to communicate with consumers using English. This study uses descriptive qualitative methods with data collection using observation, literature review and interviews.

Key word: Technician, Communication, Machine, Production

PENDAHULUAN

Hubungan sosial manusia tidak dapat dipisahkan, meskipun manusia hidup dalam lingkungan yang berbeda, mereka harus saling berhubungan antara satu manusia dengan manusia yang lainnya, karena proses berkomunikasi menghubungkan banyak orang dan kemana saja sehingga hal ini menegaskan bahwa setiap orang dapat saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya dan menjadi semakin dekat dengan melakukan proses berkomunikasi. Nohria [1] mengatakan bahwa komunikasi adalah sebuah cara untuk mengkomunikasikan tentang ide yang disusun dan dibangun berdasarkan kebutuhan pendengar. Oleh karena itu setiap orang pasti akan sangat membutuhkan untuk berkomunikasi antara satu dengan yang lain, hal ini juga akan membangun hubungan social yang baik, karena adanya proses bertukar ide, pengalaman dan dari situlah proses menukar persetujuan terjadi. Komunikasi juga terbagi atas dua type Non verbal dan Verbal komunikasi, seperti yang dituliskan Suranto [2] dan Wood [3] dimana mereka mendefinisikan dua pemahaman tipe

komunikasi yang dapat disimpulkan bahwa kedua tipe tersebut sangat diperlukan dalam keberhasilan berkomunikasi sesuai dengan kebutuhan manusia, jika non verbal akan lebih terlihat kejujuran berkomunikasinya, karena bahasa tubuh, kontak mata dapat langsung terjadi, namun verbal komunikasi juga sangat bermanfaat dimana dapat dijadikan sebagai bukti akurat karena dalam bentuk tertulis.

Proses komunikasi pastinya akan berkaitan langsung dengan proses berbicara, menurut Delvina [4] *Speaking is the ability to pronounce the words articulations to express, convey the ideas mind to the listener, After that, the acceptor can get information by the intonation of words and placement.* Dapat diambil kesimpulan bahwa proses berbicara adalah proses kebiasaan dalam mengucapkan kata kata dengan mengekspresikan artikulasi untuk mempengaruhi pendengar karena dalam proses berbicara atau berinteraksi komunikasi dengan orang lain perlu adanya ketetapatan dalam pengucapan, terutama komunikasi harus dilakukan dengan menggunakan bahasa asing, karena tidak dapat dipungkiri bahwa bahasa Inggris sekarang ini adalah bahasa perhubungan yang digunakan hampir diseluruh dunia, Shsengupta [5] he has stated that English is widely recognized as the official language in more than 70 countries, Irfanto [6] mengatakan bahwa bahasa Inggris sesuatu yang paling penting didunia saat ini, baik secara bisnis maupun profesi. Oleh karena itu sebagai pengguna bahasa kedua maka kita terkadang terjadi kesalahan dalam hal pengucapan kata atau kalimat, dan kesalahan pengucapan ini terkadang menjadikan masalah yang cukup mempengaruhi kinerja seseorang atau proses komunikasi menjadi tidak berjalan dengan baik, bahkan sering terjadi kesalahpahaman yang berakibat pada kerugian sebuah perusahaan. *Menurut Jhonson [7] Good Utterance goes beyond conversations, but employees much know how to communicate and understanding the benefits of good utterance which helps companies place a focus on developing a workforce that is able to communicate within the firm and with customers, vendors and international business partners.* Dari pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa seseorang yang bekerja perlu untuk memiliki kebiasaan yang baik tetapi tidak hanya dari perbuatan tapi juga dari cara berkomunikasi. Pengucapan yang baik akan membantu pekerja dan juga perusahaan untuk menjadi lebih maju, karena mereka dapat menjalin relasi yang baik dengan pihak lain. Pendapat Mayne [8] mengatakan *bahwa Good Utterance which follows etiquette rule at work will help people earn respect and possibly even contribute to promotions and raises*. Pendapat ini menjelaskan bahwa pekerja yang memiliki pengucapan yang bagus dalam bahasa Inggris selama bekerja akan terlihat lebih baik, semua orang akan sangat menghargai dan perusahaan akan memberikan kenaikan pangkat dan juga extra bonus, dan dapat dikatakan bahwa seorang pekerja yang bekerja pada perusahaan yang mengharuskan menggunakan bahasa Asing khususnya bahasa Inggris akan memiliki hubungan yang tidak baik dengan sesama pekerja dan juga para konsumen dikarenakan dia tidak akan bisa memberikan pelayanan yang baik jika mereka tidak memiliki pengucapan kosakata yang baik.

Untuk berkomunikasi dengan baik dan berhasil setiap manusia perlu untuk menguasai ilmu berkomunikasi atau kemampuan berkomunikasi, karena berkomunikasi adalah sebuah aktivitas yang komplek dimana melibatkan kata kata, bahasa tubuh, nada suara, volume, topic pembicaraan antara participant yang sedang berdiskusi dan melakukan interaksi berbicara. Dengan meningkatkan keahlian dalam berkomunikasi dapat membantu semua aspek kehidupan, dari kehidupan professional serta social.

Penelitian ini dilakukan untuk mengekplorasi permasalahan yang timbul dalam proses berkomunikasi dengan menggunakan bahasa inggris oleh teknisi. Hal hal yang mendasari mengangkat masalah ini ada beberapa hal diantaranya banyaknya perusahaan perusahaan yang dipimpin dan juga menggunakan jasa pekerja dari luar Indonesia, tentu saja hal ini membutuhkan sebuah proses berkomunikasi yang harus sejalan karena komunikasi dapat berjalan dengan baik dan lancar jika seluruh pekerja dapat berkomunikasi dengan menggunakan bahasa yang sama, namun pada kenyataan yang terjadi adalah sering terjadi kesalah pahaman dalam proses pekerjaan dikarenakan salah satu atau banyak karyawan yang tidak memahami bagaimana berbicara dalam bahasa

Inggris dan ada kenyataan lain yang terjadi dalam proses berkomunikasi dengan orang asing yaitu kesalahan dalam pengucapan kata atau kalimat dalam bahasa inggris, berdasarkan observasi yang dilakukan oleh penulis didapatkan informasi bahwa orang asing akan lebih menghargai ketika kita dapat mengucapkan kata secara jelas dan benar dan hal yang lebih penting lagi adalah pengucapan yang benar dapat menjadikan komunikasi menjadi berjalan lancar antara karyawan dan pimpinan. Hal lain yang mendasari penulisan ini adalah membangun hubungan yang baik antar pekerja apalagi hubungan dengan pimpinan karena hal ini akan sangat berpengaruh pada hasil produktivitas hasil pekerjaan dan hasil ini hanya dapat tercapai jika proses berkomunikasi dapat berjalan dengan lancar serta tidak menimbulkan kesalah pahaman yang akan berpengaruh pada kinerja dan hasil. Aspek lain yang menjadi pertimbangan penulis dalam mengangkat masalah ini adalah teknisi tidak hanya bekerja dengan mesin tetapi juga dengan konsumen dari dalam dan luar negeri, terkadang sering terjadi kesalah pahaman dalam berkomunikasi terutama dalam pengucapan bahasa asing, sering kali maksud teknisi dengan yang dipahami oleh konsumen berbeda hanya karena pengucapan yang kurang tepat dari seluruh alasan yang ada hal paling sederhana dapat dikatakan bahwa tuntutan penggunaan bahasa inggris serta pengucapan yang baik dan benar dalam perusaan perusahaan yang bergerak dalam bidang pelayanan pada konsumen khususnya dalam hal ini PT. AEL.

METODOLOGI

Penelitian ini lebih cenderung menggunakan kualitatif deskriptif karena penulis ingin menggambarkan gejala, permasalahan dan fenomena yang sedang terjadi, Mohamad Ali [9] menjelaskan bahwa: “metode penelitian deskriptif digunakan untuk memecahkan sekaligus menjawab permasalahan yang terjadi pada masa sekarang”. Metode ini dilakukan dengan menempuh langkah-langkah pengumpulan, klasifikasi dan analisis atau pengolahan data, membuat kesimpulan dan laporan dengan tujuan utama untuk membuat penggambaran tentang suatu keadaan secara objektif dalam suatu deskripsi. Dalam kegiatan ini waktu yang diperlukan adalah selama 3 bulan, lapangan pengamatan dan penelitian yang dipilih adalah di PT. AEL Indonesia (PT. African Explosive Limited Indonesia) dimana perusahaan ini adalah sebuah perusahaan pengembang terkemuka, produsen dan pemasok bahan peledak komersial, memulai sistem layanan peledakan untuk pertambangan, penggalian dan pasar konstruksi di Afrika dan Indonesia, subjek penelitian adalah teknisi yang dimiliki PT. AEL dan berada dalam satu tim yaitu sebanyak 3 orang teknisi, proses pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti adalah library research dimana referensi referensi dari beberapa ahli dipakai untuk menunjang proses pembahasan temuan masalah yang ditemukan diawal, dalam penelitian ini observasi juga dilakukan dimulai pengamatan proses pekerjaan, proses komunikasi antar teknisi, customers, dan pimpinan dilakukan pula pencarian data dengan mengajukan beberapa pertanyaan untuk menguatkan hasil pengamatan. Dari hasil proses pengumpulan data itu pada akhirnya penulis menemukan beberapa permasalahan komunikasi yang menjadi hambatan dalam proses pekerjaan seorang teknisi dalam menyelesaikan pekerjaannya, yaitu kesalahan pengucapan kosakata yang dilakukan oleh Teknisi di PT. AEL. Penelitian ini juga dilakukan dengan merujuk beberapa pendapat yang berkaitan dengan masalah yang ditemukan, diantaranya adalah ahli dibidang komunikasi Adhikarya [10] yang berpendapat bahwa Komunikasi merujuk pada saling bertukar ide, fakta, opini, informasi dan pemahaman, proses mentransfer atau transmisi beberapa informasi dan pemahaman dari satu orang keorang yang lain, hal ini dapat pula dikatakan bahwa proses berkomunikasi bukanlah hal yang sederhana karena didalamnya terjadi proses proses pertukaran ide ide, kenyataan kejadian, emosi untuk menghasilkan pemahaman yang sama tentang orang, tempat atau sesuatu dari satu orang keorang lain atau dengan banyak orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengambilan data dan analisis seluruh permasalahan yang terjadi selama kurang lebih 3 bulan, tim peneliti akhirnya menemukan bahwa perusahaan AEL mining

service melayani bisnis pelayanan yang tersebar diberbagai Negara seperti Afrika Selatan, Afrika, dan beberapa Negara bagian dinegara Asia, Amerika dan Eropa. Perusahaan ini juga melayani proses perbaikan perbaikan mesin mesin dan *supply* beberapa kebutuhan perusahaan seperti PT. Bukit Makmur di gunung bayan Pratamacoal, PT KPC, PT Petrosea dan lain sebagainya, namun untuk proses penulisan ini berfokus pada teknisi yang berhubungan dengan perbaikan perbaikan alat alat berat perusahaan lain. Di PT. AEL teknisi tidak hanya memiliki tugas memperbaiki perangkat mesin mesin atau kendaraan alat berat yang rusak namun juga seorang teknisi dituntut untuk menerapkan Keselamatan Kesehatan Kerja – Linkungan Hidup (K3-LH) agar dapat mengetahui resiko dan larangan larangan dalam pekerjaan sehingga dapat menghindari terjadinya keadaan keadaan yang akan menimbulkan kerusakan atau kecelakaan, seorang teknisi juga harus mampu menerapkan komunikasi yang baik dilingkungan kerja maupun dengan konsumen, dapat memberi dan menerima informasi secara baik, mampu menerapkan system laporan secara tertulis dengan baik sesuai dengan prosedur yang berlaku, mampu bekerja sama dengan tim atau rekan rekan kerja yang lain, mampu memberi dan hal yang paling harus dikuasai oleh seorang teknisi diperusahaan ini adalah mampu mengidentifikasi spesifikasi mesin dari susunan perangkatnya sampai kepada fungsi dari sistem masing masing perangkat tersebut, mampu menganalisa kerusakan mesin sampai pada langkah langkah perbaikan yang paling tepat untuk memperbaiki kerusakan sampai bisa berjalan normal seperti semula. Dari semua tugas dan tanggung jawab yang harus dilakukan oleh seorang teknisi, penulis berfokus pada proses mereka berkomunikasi dilingkungan kerja seperti pada rekan kerja, maupun dengan konsumen yang menggunakan jasa mereka sebagai teknisi alat berat. PT AEL tidak saja memiliki pekerja dari dalam negeri tetapi dari luar negeri juga, sehingga pekerja dari Indonesia dituntut untuk dapat berkomunikasi dengan menggunakan bahasa asing terutama bahasa Inggris. Berdasarkan hasil pengamatan dan *interview* yang dilakukan oleh penulis didapatkan informasi bahwa sering kali terjadi permasalahan komunikasi antar karyawan yang menggunakan bahasa Inggris, permasalahan ini menyebabkan terhambatnya pekerjaan atau terjadi kesalahpahaman dalam perintah pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan menjadi tidak sesuai dengan tujuan perusahaan dan juga menjadikan waktu yang digunakan semakin lebih lama dibandingkan dengan waktu yang normal biasa digunakan. Melihat permasalahan ini penulis melanjutkan untuk pencarian data dengan melakukan interview mendalam pada beberapa teknisi dan juga supervisor, hal pertama yang ingin diketahui adalah masalah apa yang terjadi dalam proses berkomunikasi, beberapa teknisi memiliki jawaban yang sama yaitu komunikasi mereka berjalan tidak baik jika mereka harus menggunakan bahasa Inggris. Jawaban lain ditemukan oleh penulis adalah masalah komunikasi terjadi kesalahpahaman karena kesalahan pengucapan dari beberapa teknisi terutama jika menggunakan bahasa Asing, Untuk pertanyaan yang sama Supervisor mengatakan bahwa beberapa pekerja khususnya teknisi tidak menguasai bahasa Inggris dengan baik dan juga terdapat kesalahan pengucapan sehingga kesalahpahaman tidak dapat dihindari, hal lain yang menimbulkan masalah dalam proses berkomunikasi karyawan adalah rasa gugup yang tiba tiba saja muncul ketika karyawan melakukan komunikasi baik dengan sesama karyawan maupun dengan konsumen, padahal sebagai teknisi sangat diperlukan sekali penguasaan didalam proses berkomunikasi secara efektif, hal lain lagi yang sering kali menyebabkan kegugupan terjadi adalah rasa yang timbul dari dalam diri karyawan jika berkomunikasi menggunakan bahasa asing akan ditertawakan oleh orang lain, sehingga gangguan gangguan sangat menghambat sekali dalam proses menjadi seorang teknisi yang professional dan mampu berkomunikasi dengan baik menggunakan bahasa asing.

Proses pengamatan dan pengumpulan data juga menemukan sebuah permasalahan yaitu terjadinya kesulitan dalam merespon tamu atau konsumen asing karena keterbatasan perbendaharaan kata, PT. AEL selalu berhubungan dengan pihak luar, hal ini menyebabkan banyaknya pihak asing yang bekerja sama baik didalam kantor maupun dilapangan, situasi ini mengharuskan

karyawan untuk menggunakan bahasa Inggris dengan sangat baik karena mereka harus merespon dan menjalin percakapan yang baik dengan konsumen, terkadang teknisi mengalami kebingungan di dalam merespon percakapan yang sedang berlangsung sehingga menyebabkan percakapan menjadi terhenti sebelum konsumen mendapatkan jawaban yang sesui dengan keinginan dan kebutuhan mereka.

Dari beberapa permasalahan yang ditemui oleh teknisi di dalam berkomunikasi dengan menggunakan bahasa asing, perusahaan tidak hanya membiarkan hal ini terus menerus terjadi beberapa solusi dilakukan oleh perusahaan dan juga oleh teknisi yang mengalami permasalahan tersebut, solusi yang dilakukan yang pertama adalah membentuk group group diskusi untuk membangun kepercayaan diri teknisi dalam berkomunikasi terutama komunikasi yang menggunakan bahasa Inggris. *Davenport [11] has mentioned that Low self-confidence is not life sentence, self confidence can be learned, practiced and mastered just like any other skill*. Dari pernyataan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kepercayaan itu tidak hanya sekedar pembawaan diri seseorang yang tidak dapat dirubah dan ditingkatkan, namun kepercayaan diri dapat dipelajari, dilatih seperti halnya kemampuan kemampuan yang lain. Namun kepercayaan diri yang terlalu tinggi juga dapat menjatuhkan seseorang seperti kegugupan, jadi hal paling harus dikuasai oleh tiap orang adalah kepercayaan diri yang dengan keadaan yang diperlukan. Hal ini yang menjadi dasar bagi pihak manajemen membentuk kelompok diskusi yang menggunakan bahasa Inggris, kelompok belajar ini wajib diikuti oleh teknisi dan karyawan dari divisi lain yang sering berhubungan dengan pihak luar atau konsumen dari Negara lain, tiap kelompok belajar terdiri dari 5 orang yang dipandu oleh seorang yang memiliki kemampuan berbahasa inggris baik, bisa dari *supervisor*, dapat juga dari rekan kerja sendiri, sedangkan untuk materi lebih ditekankan tentang bagaimana berbicara didepan orang banyak serta materi materi yang sering kali digunakan teknisi dalam berkomunikasi dalam pekerjaan, praktek kelompok kerja ini berlangsung selama 3 bulan untuk kemudian diadakan evaluasi kembali. Dari hasil evaluasi kegiatan tersebut diambil kesimpulan bahwa teknisi lebih percaya diri dalam menghadapi konsumen dengan menggunakan bahasa Inggris, selain itu teknisi selalu ditekankan untuk terus menerus berlatih bahasa Inggris dan menjadikan itu sebagai sebuah kebiasaan, hal ini dilakukan agar dengan harapan tidak akan ada lagi kecanggungan atau kesulitan didalam berkomunikasi dengan menggunakan bahasa asing, sebuah pendapat menyatakan bahwa salah satu cara yang effektif untuk meningkatkan kemampuan bahasa Inggris adalah dengan berlatih setiap hari. Hal ini dengan kata lain menyebutkan seseorang yang rutin untuk melakukan suatu kegiatan akan menjadikan hal tersebut sebagai sebuah kebiasaan dan akan memberikan hasil yang cukup baik, saran lain yang juga diberikan dan harus sering dilakukan adalah tiap teknisi atau karyawan memiliki kamus mini yang harus selalu mereka bawa kemana mana agar ketika mereka memerlukan kosakata atau tidak mengingat bisa melakukan pengecekan melalui kamus tersebut. Semua hal ini dilakukan tidak lain adalah agar para teknisi dapat berkomunikasi dengan baik sehingga pekerjaan akan dapat terselesaikan dengan baik dan tidak akan lagi menimbulkan kesalahpahaman konsumen.

KESIMPULAN

Sebuah proses komunikasi yang terjadi sampai ini masih menjadi hal yang paling menentukan sebuah hubungan akan terjalin dengan baik terutama komunikasi sesama pekerja maupun sesama konsumen, namun komunikasi terkadang menjadi sesuatu yang sangat menyulitkan bagi sebagian orang atau karyawan karena diharuskan untuk menggunakan bahasa asing terutama bahasa Inggris, hal ini juga yang terjadi pada karyawan yang bekerja pada PT. AEL Indonesia khususnya teknisi yang menangani proses perbaikan mesin mesin produksi konsumen diluar perusahaan, dengan adanya beberapa permasalahan yang ditemui tentu saja pihak manajemen melakukan kegiatan kegiatan yang bisa mendukung serta mensupport para teknisi agar dapat terus berkomunikasi dengan baik serta dapat menjalankan tugas dan tanggung jawab

dengan baik, penelitian yang dilakukan oleh penulis pada akhirnya mendapatkan kesimpulan bahwa para teknisi mengalami peningkatan dalam berbicara atau dalam pengucapan kosakata dalam bahasa Inggris, teknisi juga menjadi lebih percaya diri dalam menyelesaikan tugas tanggung jawab yang dibebankan dan tentu saja hal ini menjadikan perusahaan mendapatkan keuntungan dan kerjasama yang baik dengan konsumen dikarenakan peningkatan kepuasan yang juga dialami oleh konsumen, tentu saja hal ini tidak berhenti sampai sini, perusahaan dan karyawan akan terus melakukan peningkatan peningkatan pelayanan dan kemampuan para teknisi khususnya dan seluruh karyawan pada umumnya.

SARAN

Diharapkan komunikasi para teknisi dapat lebih active dengan dukungan dukungan yang terus dilakukan oleh perusahaan seperti training training dan evaluasi serta selalu memperhatikan penilaian penilaian yang diberikan oleh konsumen, karena sebuah pelayanan akan dapat terus berlangsung dengan adanya perbaikan perbaikan yang baik sesuai dengan kebutuhan konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya tulisan hasil penelitian ini, penulis tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih pada semua yang telah memberikan bantuan sejak dimulainya penelitian ini sampai dengan menjadi laporan yang akan dimasukan dalam seminar nasional ini, terima kasih pula kepada seluruh panitia kegiatan seminat nasional yang telah memberikan kesempatan dan tempat bagi tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Nitin Nohria. *Communication is considered to be the real work of leadership.* Retrieved From : https://www.educba.com/10-ways-of-communicating-ideas-effectively/ (2016)

[2] Suranto,A. W , *Komunikasi Interpersonal.* Yogyakarta: Graha Ilmu (2011)

[3] Julia T. Wood. *Communication in Our Lives Fifth Edition.* Lineberger Dististinguished Professor of Humanities. University of North Carolina at Chapel Hill. ISBN-13 : 978-0-495-50201-2 ISBN-10; 0-495-50201-4

[4] Reza Delvina. Bahasa Indonesia, *Keterampilan dalam Berbicara*,Program Study Agribisnis, Universitas Jambi, Retrieved From : http://rezadelvina12.blogspot.co.id/2016/10/makalahketerampilandalamberbahasa_12.html (2011)

[5] Shsengupta, *Importance of Speaking English in Work Environment.* Retrieved From : http://blog.maximizeenglish.com/author/shsengupta/.November 2017 (2011)

[6] Irfanto. *Manfaat Ketereampilan Berbicar.* Retrived From : http://77119.blogspot.co.id/2015/12/manfaat-keterampilan-berbicara.html (2015)

[7] Jhonson. *What Are the Benefits of Effective* good *Utterance.* View From: http://smallbussiness,chron.com/benefit-effective-communication-workplace-20198.html (2017)

[8] Mayne, *How you benefit from etiquette.* View From http://ww.thespruce.com/how-you-benefit-proper-ettiquette-121668 (2017)

[9] Ali, Muhammad (1998),Strategi Penelitian Pendidikan, Jakarta Angkasa (1998;120)

[10] Adhikarya. Communication, media and journalism: *an integrated study of communication.* University of Canterbury. (54 (2008)

[11] Davenport. Christopher Turk. Effective Speaking: *Communicating in Speech.* ISBN-13: 978-0419130307 ISBN-10:0419130306. (2012)

P-37

SISTEM MONITORING *SOLAR CELL* MENGGUNAKAN *MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO* R3 DAN DATA *LOGGER* SECARA *REAL TIME*

SOLAR CELL MONITORING SYSTEM USING ARDUINO UNO R3 MICROCONTROLLER AND DATA LOGGER REAL TIME

Tomi Agung Priatama[1*], Yosi Apriani[2], Muhar Danus[3]
[123]Universitas Muhammadiyah Palembang, Jl Jendral Ahmad Yani 13 Ulu Seberang Ulu II, Kec. Plaju, Kota Palembang, Sumatera Selatan

[*]E-mail: tomiagungpriatama@gmail.com

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 14-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Sistem monitoring output solar cell saat ini masih banyak yang menggunakan alat ukur konvensional berupa Voltmeter dan Ampermeter dimana data yang ditampilkan tidak dapat langsung tersimpan dan dilihat secara real time karena kita harus mencatat ulang data tersebut secara manual. Oleh karna itu dibuat alat untuk memonitoring solar cell yang memfungsikan sensor arus, sensor tegangan dan Mikrokontroler Arduino uno yang berfungsi untuk memonitoring output pada solar cell sehingga data tersebut otomatis tersimpan. dengan prinsip kerja solar cell menerima inputan berupa cahaya matahari selanjutnya solar cell akan mensupply beban berupa lampu pijar agar dapat memonitoring arus nya. kemudian sensor arus dan tegangan akan menerima sinyal analog dari Solar cell dan beban lampu yang akan di proses mikrokontroler arduino uno menjadi sinyal digital dimana hasil konversi tersebut dapat di tampilkan pada visual basic atau blynk secara real time dan data tersebut lebih akurat dibanding pengukuran konvensional sehingga data pengukuran menggunakan sensor arus, sensor tegangan dan Mikrokontroler arduino uno tersimpan pada microsoft acces agar kita dapat menganalisis data tersebut sewaktu-waktu di butuhkan.

Kata kunci**: **Monitoring, Solar cell, Arduino uno,sensor arus sensor tegangan

ABSTRACT

Currently, there are still many solar cell output monitoring systems that use conventional measuring instruments in the form of VoltMeters and Ampermeter where the data displayed cannot be stored and viewed in real time because we have to re-record the data manually. Because of that, a tool was made to monitor solar cells using current sensors, voltage sensors and Arduino Uno Microcontrollers which function to monitor the output of the solar cell so that the data is automatically stored. With the working principle of the solar cell, receiving input in the form of sunlight, then the solar cell will supply a load in the form of an incandescent lamp so that it can monitor the current. then the current and voltage sensors will receive an analog signal from the solar cell and the light load will be processed by the Arduino Uno R3 microcontroller into a digital signal where the conversion results can be displayed on visual basic or blynk in real time and the data is more accurate than conventional measurements so that Measurement data using current sensors, voltage sensors and Arduino uno microcontrollers are stored on Microsoft Access so that we can analyze the data whenever needed.

Keywords: Monitoring, Solar cell, Arduino uno, current sensors, voltage sensors

PENDAHULUAN

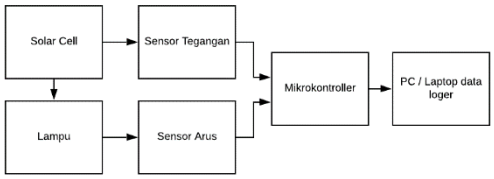
Menurut Fachri [1] *solar cell* adalah alat yang sangat di butuhkan untuk peralatan yang sangat perlukan untuk sistem pembangkit listrik yang berfungsu sebagai pengubah energi listrik secara langsung. Jumlah *output* yang dihasilkan dari proses pengubah atau konversi tersebut ditentukan oleh beberapa kondisi dimana sebuah *solar cell* berada seperti intensitas cahaya matahari, suhu, arah datangnya sinar matahari dan *spektrum* cahaya matahari. Kondisi alam yang selalu berubah-ubah setiap waktu menyebabkan daya keluaran. *Solar cell* juga ikut berfluktuasi. dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya, energi surya memiliki banyak kelebihan seperti kebersihannya, ketenangan, keamannnya dan tidak menghasilkan polusi. monitoring keluaran *Solar cell* saat ini masih konvensional dimana mengumpulkan data parameter keluaran *Solar cell* dalam bentuk *text file* dengan format tertentu. data ini tidak dapat diambil langsung pada kondisi *real time.* Para penulis Fuentes dkk [2] mengembangkan mikrokontroler berbasis sistem yang digunakan untuk memantau radiasi matahari horisontal global. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dirancang alat untuk memonitoring arus dan tegangan menggunakan sensor agar dapat memudahkan analisis pada *solar cell* yang menggunakan sistem mikrokontroler arduino uno untuk pengolahan data agar dapat di tampilkan pada layar pc atau *smartphone*.

METODOLOGI

Agar keseluruhan sistem dan alat terealisasi sesuai dengan rencana dan target dibuatlah beberapa kegiatan penyelesaian, yaitu:

Blok Diagram

Blok diagram merupakan alur kerja dari suatu sistem yang menjelaskan secara keseluruhan fungsi dari masing-masing komponen yang saling berhubungan. Berikut ini merupakan blok diagram yang akan dibuat:



Gambar 1. Blok diagram

Berikut penjelasan dari blok diagram pada Gambar 1:

Solar cell

Solar cell adalah komponen dari PLTS yang berfungsi menyerap energi matahari dan di dalam *solar cell* terdapat sel surya, sel surya adalah suatu perangkat yang dapat merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan mengikuti potensi yang di terapkan di indonesia dimana memiliki berbagai macam cuaca tetapi ketidakstabilan radiasi yang bergantung pada intensitas matahari yang di terima oleh panel menurut Arifin & Muttaqin [3]

Beban Resistif (Lampu pijar)

Terdapat 1 buah lampu yang berfungsi untuk menguji arus

Sensor tegangan dan sensor arus

Sensor arus adalah perangkat atau komponen atau alatuntuk mendeteksi arus pada listrik di dalam sebuah panel, dan menghasilkan sinyal proposional dengan besar nya nilai arus yang terdeteksi sinyal yang dihasilkan dengan berupa tegangan analog atau pun tegangan data digital. Sinyal ini dapat di jadikan sebagai alat ukur arus atau besaran arus yang dapat di simpan dalam sebuah penyimpanan seperti server untuk di analisa atau di gunakan sebagai alat kendali Sensor arus yang biasa digunakan adalah chip ACS712 menurut menurut Melipurbowo [4].

Sensor tegangan berfungsi membaca nilai tegangan suatu rangkaian. Arduino dapat membaca nilai tegangan dengan memanfaatkan pin analog. Jika range tegangan yang di baca 0-5 V bisa langsung menggunakan pin analog, sedangkan jika range tegangan yang dibaca >5V harus menggunakan rangkaian tambahan yakni pembagi tegangan karena pin arduino bekerja pada max 5 V. Sensor tegangan umumnya berupa sebuah rangkaian pembagi tegangan menurut Fitriandi dkk [5]. Maka dari itu digunakan sensor arus dan sensor tegangan untuk mendeteksi arus dan tegangan pada *output solar cell.*

Mikrokontroller Arduino

Arduino Uno R3 adalah rangkaian elektronik yang bersifat *open source* yang terdapat sebuah chip mikrokontroler ATmega328. Terdiri dari 14 pin digital (6 pin yang berfungsi sebagai output PWM), serta 6 input analog, sebuah koneksi USB, penghubung *power supply*, 1 *header* ICSP, dan 1 tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung

sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkan ke sebuah PC menggunakan USB atau memebrikan supply yang bersumber dari baterai atau sumber AC ke DC agar arduino dapat beroperasi.

Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang telah di program sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB menurut Ohoiwutun & Rumalutur [6]

Pada rancangan ini mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali dari sistem secara keseluruhan. Mikrontroler akan menerima signal analog dari sensor arus dan tegangan yang selanjutnya akan diteruskan ke data *logger* sehingga menampilkan data baik berupa nilai tabel maupun grafik

Modul Wifi Arduino ESP8266

Modul wifi arduino ESP8266 merupakan sebuah modulyang berfungsi sebagai perangkat tambahan agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Jumlah daya yang di butuhkan sekitar 3.3v pada modul wifi ini,yang memiliki tiga mode *wifi* yaitu *Station*, *Acces point* dan *Both* (Keduanya). Modul wifi arduino ESP8266 terdiri dari prosesor, memori dan GPIO yang mana jumlah pin menyesuaikan dengan jenis ESP8266 yang di gunakan pada alat ini.

Sehingga modul ini bisa berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler menurut Wilutomo & Yuwono [7]

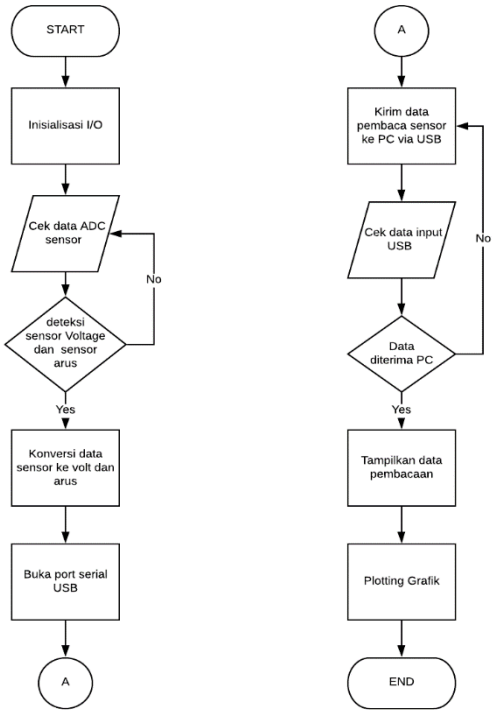
Multimeter

Multimeter adalah alat yang dapat mengukur tegangan, arus maupun hambatan yang mana dalam suatu rangkaian listrik menurut suryawinata dkk [8]

Diagram Flowchart

Dalam suatu rancangan penelitian diperlukan sebuah diagram Flowchart yang berfungsi untuk mengetahui tahapan-tahapan sistem yang dilalui.

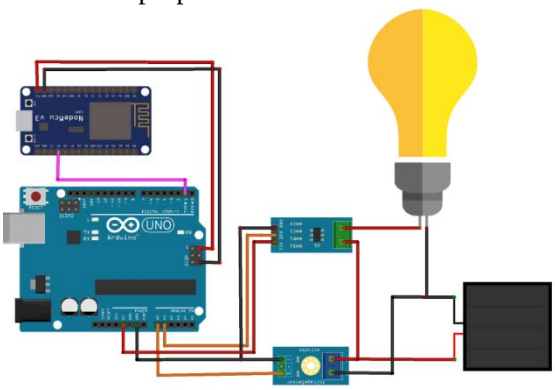
Flowchart rancang bangun dapat dilihat pada gambar berikut (Gambar 2)



Gambar 2. Diagram Flowchart

Desain Elektrik

Pada rangkaian desain elektrik yang digunakan untuk membuat rancang bangun monitoring *Solar cell*, terdiri dari beberapa komponen yaitu *Solar cell*, 2 buah sensor tegangan dan sensor arus, mikrokontroller Arduino uno r3, motor driver, dan *power supply* dari PC/Laptop. Berikut adalah desain elektrik:

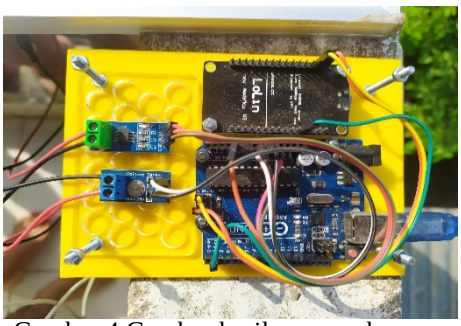


Gambar 3. Desain elektrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan

Hasil perancangan alat monitoring solar cell berbasis mikrokontroler arduino terlihat pada gambar 4



Gambar 4 Gambar hasil rancang bangun mikrokontroler arduino



Gambar 4 Gambar Monitoring Solar Cell menggunakan mikrokontroler arduino

Data Pengukuran

Dalam data pengukuran tegangan dan arus terdapat dua jenis pengambilan data yaitu menggunakan sistem mikrokontroler arduino atau menggunakan *multimeter* dengan sumber tegangan DC dan menggunakan beban lampu pijar, Pengujian tegangan dan arus pada *solar cell*, awalnya dilakukan pengukuran tegangan pada *solar cell* pada pagi hari mulai pukul 09:00.

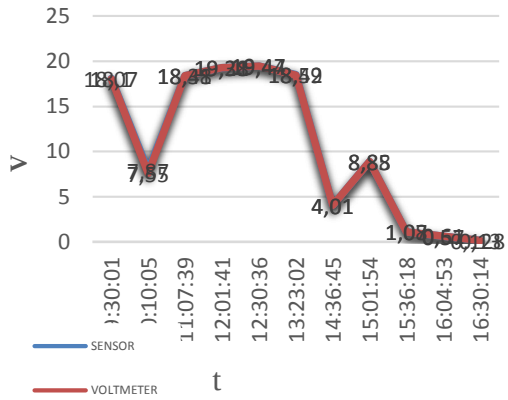
Hasil pengukuran pada Tabel 1 dan 2 yang menunjukkan saat melakukan Pengujian sensor arus dan tegangan pada *solar cell* menggunakan mikrokontroler arduino dan Multimeter untuk mengetahui besar tegangan dan arus *solar cell*.

Tabel 1. Hasil analisis pengujian sensor

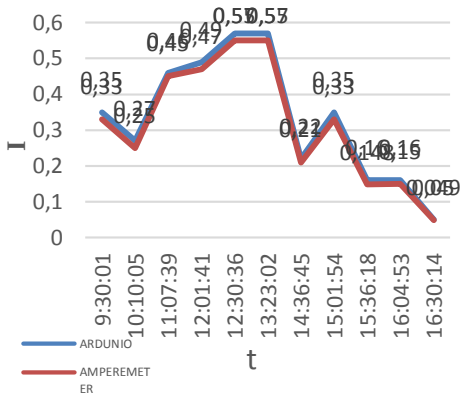
Waktu	Pengukuran sensor		
	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
9:30:01	18.1	0.35	6.33
10:10:05	7.87	0.27	2.12
11:07:39	18.41	0.46	8.46
12:01:41	19.31	0.49	9.46
12:30:36	19.31	0.57	11.00
13:23:02	19.47	0.57	11.09
14:36:45	18.52	0.22	4.07
15:01:54	4.01	0.35	1.40
15:36:18	8.88	0.16	1.42
16:04:53	1.08	0.16	0.17
16:30:14	0.61	0.05	0.03

Tabel 2. Hasil analisis pengujian Multimeter

Waktu	Pengukuran Multimeter		
	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
09:30:01	18.07	0.35	6.32
10:10:05	7.55	0.27	2.03
11:07:39	18.38	0.46	8.45
12:01:41	19.28	0.49	9.44
12:30:36	19.44	0.57	11.08
13:23:02	19.49	0.57	11.10
14:36:45	18.52	0.22	4.07
15:01:54	4.01	0.21	0.84
15:36:18	8.85	0.16	1.41
16:04:53	1.07	0.16	0.17
16:30:14	0.60	0.04	0.02



Gambar 5 grafik perbandingan sensor tegangan dan voltmeter



Gambar 6 grafik perbandingan sensor arus dan amperemeter

Dari tabel dan grafik dapat kita lihat hasil perbandingan menggunakan sistem monitoring sensor menggunakan mikrokontroler arduino

dan menggunakan voltmeter dan ampermeter dimana pengukuran menggunakan sensor lebih akurat dan data yang di simpang pada microsoft acces tersimpan dengan rapi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan didapat simpulan sebagai berikut.

Rancang bangun Sistem *monitoring* parameter *Solar cell* yang telah di buat terdiri dari pembacaan nilai tegangan, arus dan daya, dengan kemampuan fitur *data logger* memudahkan pekerjaan dan analisis agar data dapat tersimpan sehingga bisa di gunakan sewaktu-waktu ketika di butuhkan analisis.

Hasil analisis sistem *monitoring* parameter *Solar cell* menggunakan *mikrokontroler arduino uno* lebih akurat dan dapat di bandingkan dengan sistem pengukuran menggunakan Multimeter yang mana kemampuan *mikrokontroler arduino uno* bisa dapat di tampilkan secara *Real time* pada *Microsoft Acces* atau aplikasi *Blynk.*

SARAN

Saran pada penelitian ini yaitu keakuratan monitoring *solar cell* tergantung oleh keakuratan sensor arus dan tegangan oleh karena itu lebih rutin melakukan pengecekan sensor arus dan tegangan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih dan apresiasi tinggi diberkan kepada pihak-pihak yang membantu dalam proses penelitian ini. adapun pihak-pihak tersebut adalah sebagai berikut:

1. Allah Swt yang telah membantu melancarkan segala hal yang berkaitan dalam proses penelitian ini.
2. Kedua Orang tua yang selalu mendoakan dan membantu fasilitas dana selama proses penelitian ini.
3. Kepada dosen pembimbing Ibu Yosi Apriani, S.T., M.T. selaku pembimbing pertama dan bapak Ir. Muhar Danus, M.T., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan arahan dan masukann yang membangun, sehingga mempermudah penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. R. Fachri, I. D. Sara, Dan Y. Away, "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino Secara Real Time," *Jre*, Vol. 11, No. 4, Hlm. 123, Sep (2015), Doi: 10.17529/Jre.V11i3.2356.

[2] M. Fuentes, M. Vivar, J. M. Burgos, J. Aguilera, Dan J. A. Vacas, "Design Of An Accurate, Low-Cost Autonomous Data Logger For Pv System Monitoring Using Arduino^{tm} That Complies With Iec Standards," *Solar Energy Materials And Solar Cells*, Vol. 130, Hlm. 529–543, Nov 2014, Doi: 10.1016/J.Solmat.(2014).08.008.

[3] J. Arifin Dan I. Muttaqin, "Optimasi Sudut Penempataan Solar Cell Pada Pemasangan Lampu Lapangan Parkir Uniska," Vol. 1, Hlm. 3, (2018).

[4] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712," Vol. 12, No. 1, Hlm. 7, (2016).

[5] A. Fitriandi, E. Komalasari, Dan H. Gusmedi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus Dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler Dengan Sms Gateway," Vol. 10, No. 2, Hlm. 12, (2016).

[6] J. Ohoiwutun Dan S. Rumalutur, "Miniatur Sistem Kontroler Eskalator Otomatis Menggunakan Arduino," *Jelekn*, Vol. 5, No. 1, Hlm. 46–56, Jul (2019),

[7] R. M. M. Wilutomo Dan T. Yuwono, "Rancang Bangun Memonitor Arus Dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Web Berbasis Arduino Due," *Gema Teknologi*, Vol. 19, No. 3, Art. No. 3, Okt (2017).

[8] H. Suryawinata Dan D. Purwanti, "Sistem Monitoring Pada Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Atmega 328 Dan Real Time Clock Ds1307," Vol. 9, No. 1, Hlm. 7, 2017

P-38

ANALISIS PERANCANGAN SISTEM INFORMASI POSYANTEK UNTUK MENDUKUNG KEBERLANJUTAN PRODUK TEKNOLOGI TEPAT GUNA DI KOTA BALIKPAPAN

POSYANTEK INFORMATION SYSTEMS DESIGN ANALYSIS TO SUPPORT SUSTAINABILITY OF APPROPRIATE-TECHNOLOGY PRODUCTS IN BALIKPAPAN CITY

Subur Anugerah, S.T., M.Eng.*
Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mulia Balikpapan, Kalimantan Timur

**E-mail: subur.anugerah@universitasmulia.ac.id*

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 24-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pemerintah mendorong daerah menyelenggarakan pendirian Pos Pelayanan Teknologi Tepat Guna atau Posyantek sebagai lembaga pelayanan teknologi antardesa. Posyantek berkedudukan di kecamatan bertugas memberikan pelayanan teknis, menyediakan informasi dan orientasi berbagai jenis produk yang dibutuhkan masyarakat. Di Kalimantan Timur, menurut data yang diperoleh tahun 2015 yang lalu terdapat 55 buah Posyantek yang tersebar di kabupaten/kota. Namun, Kota Balikpapan hanya mengirimkan tiga Posyantek atau 50% dari jumlah Posyantek yang ada. Sebagai daerah penyangga calon Ibu Kota Negara, Balikpapan terus didorong dalam rangka peningkatan dan pemerataan kesejahteraan masyarakat. Menurut sumber, kurangnya partisipasi publik dalam Posyantek akibat ketiadaan sistem informasi yang membantu pengelola memantau dan memublikasikannya pada masyarakat. Sistem ini diharapkan membantu pengelola melakukan perencanaan, pelaksanaan, pengelolaan, dan dokumentasi serta penyusunan laporan dan publikasi. Sistem diharapkan membantu pengelola mendorong partisipasi publik menghasilkan inovasi teknologi tepat guna yang berkelanjutan. Analisis perancangan sistem menggunakan metode berorientasi objek dengan bantuan tools Unified Modeling Language (UML). Hasilnya berupa dokumen spesifikasi kebutuhan sistem informasi atau perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai acuan pengembangan sistem informasi Posyantek.

Kata kunci: Rekayasa Perangkat Lunak, Posyantek

ABSTRACT

The government encourages the regions to establish the Appropriate Technology Service Post or Posyantek as an inter-village technology service agency. Posyantek which is located in this sub-district has the task of providing technical services, providing information and orientation for various types of products needed by the community. In East Kalimantan, according to data obtained in 2015, there were 55 Posyantek scattered in districts/cities. However, the City of Balikpapan only sent three Posyantek or 50% of the total number of Posyantek in existence. As a buffer zone for the candidates for the State Capital City, Balikpapan continues to be encouraged in order to increase and distribute the welfare of the community. According to sources, the lack of public participation in Posyantek is due to the absence of an information system that helps managers monitor and publish it to the public. This system is expected to assist managers in planning, implementing, managing, and documenting as well as preparing reports and publications. The system is expected to help managers encourage public participation in producing sustainable, appropriate technology innovations. Analysis of system design using object-oriented methods with the help of Unified Modeling Language (UML) tools. The result is a document of information system requirements or software requirements specification that can be used as a reference for the development of the Posyantek information system.

Keywords: Software Engineering, Posyantek

PENDAHULUAN

Peraturan Menteri Desa Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi RI Nomor 23 Tahun 2017 menyebutkan bahwa Pos Pelayanan Teknologi Tepat Guna atau Posyantek adalah lembaga pelayanan Teknologi Tepa Guna (TTG) antardesa. Posyantek yang berkedudukan di kecamatan ini memiliki tugas memberikan pelayanan teknis, menyediakan informasi dan orientasi berbagai jenis produk yang dibutuhkan masyarakat. [1]

TTG harus memiliki kriteria antara lain berupa produk yang dibutuhkan masyarakat. Dapat dimanfaatkan dan dipelihara dengan mudah. TTG harus mampu menyelesaikan permasalahan yang terjadi di masyarakat. TTG juga tidak boleh merusak lingkungan. TTG harus menghasilkan nilai tambah dari aspek ekonomi dan aspek lingkungan.

Di Provinsi Kalimantan Timur, tahun 2015 yang lalu tercatat memiliki 55 unit Posyantek yang tersebar di kabupaten/kota. Kemampuan Posyantek di beberapa daerah tersebut perlu terus ditingkatkan agar dapat dimanfaatkan masyarakat yang membutuh-kan.[2]

Masalah terjadi khususnya di Kota Balikpapan terungkap hanya mengirimkan tiga Posyantek sebagai perwakilan yang aktif, yakni Posyantek Pinandita, Posyantek Balikpapan Tengah, dan Posyantek Balikpapan Utara. Berbeda dengan daerah lain yang justru mampu mengirimkan lebih banyak Posyantek. Kabupaten Paser terdapat 10 Posyantek, Kabupaten Penajam Paser Utara 4 Posyantek, dan Kutai Kartanegara memiliki 9 Posyantek serta beberapa kabupaten/kota lainnya.[2] Minimnya partisipasi Posyantek Balikpapan, menurut narasumber, diduga kurangnya partisipasi Posyantek sehingga masyarakat kurang mengetahui manfaat keberadaan Posyantek.

Wali Kota Balikpapan mendorong dengan menerbitkan SK No. 188.45-24/2019 tentang Pos Pelayanan Teknologi Tepat Guna Kota Balikpapan pada tanggal 17 Januari 2019 yang lalu. SK ini salah satunya menugaskan agar 6 Posyantek yang ada di masing-masing kecamatan menjembatani masyarakat sebagai pengguna TTG dengan sumber TTG.[3]

Berdasarkan permasalahan tersebut, salah satu upaya untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam memanfaatkan Posyantek di daerah adalah dengan merancang sistem informasi Posyantek sesuai dengan Permendes nomor 23 tahun 2017. Dengan demikian diharapkan penyelenggara Posyantek dapat melakukan perencanaan, pelaksanaan, pengelolaan, dan pendokumentasian serta penyusunan laporan dan publikasi melalui sistem tersebut. Ini juga mendorong partisipasi publik untuk menghasilkan inovasi teknologi tepat guna.

METODOLOGI

Data ataupun informasi yang diperoleh dalam rangka *Requirements Specification* berasal dari wawancara maupun diskusi dengan pelaksana Posyantek tingkat kota, termasuk menggali kendala-kendala yang dijumpai dalam pelaksanaannya selama ini. Selain itu, penulis perlu mempelajari landasan hukum maupun berbagai *literature* pendukung lainnya.

Dari hasil *Requirements Elicitation* tersebut diperoleh kebutuhan berdasarkan beberapa masukan dan luaran SI Posyantek yang diharapkan pengguna sebagai berikut.

Masukan (*Input*) sebagai berikut.

1. Input Data Kegiatan Pembinaan Posyantek
2. Input Data Kegiatan Pengembangan Internal Posyantek
3. Input Data Kegiatan Pemasaran Posyantek
4. Input Data Profil Posyantek
5. Input Data Profil Anggota Posyantek
6. Input Data Sekolah/Perguruan Tinggi Posyantek
7. Input Data Profil Prospek
8. Input Data Hasil Inovasi
9. Input Data Inovator
10. Input Data Profil Narasumber

Adapun Luaran (output) sebagai berikut.

1. Laporan Kegiatan Pembinaan (Keseluruhan, perbulan)
2. Laporan Kegiatan Pembinaan (Per Posyantek, perbulan)
3. Laporan Kegiatan Pengembangan (Keseluruhan, perbulan)
4. Laporan Kegiatan Pengembangan (PerPosyantek, perbulan)
5. Laporan Kegiatan Pemasaran (Keseluruhan, perbulan)
6. Laporan Kegiatan Pemasaran (Perposyantek, perbulan)
7. Laporan Prestasi yang didapatkan
8. Laporan inovasi keseluruhan
9. Laporan inovasi per Posyantek
10. Laporan inovasi per Posyantek per bulan
11. Laporan inovasi perkelompok (pelajar atau umum)
12. Laporan inovasi persekolah/perguruan tinggi

13. Laporan inovator keseluruhan
14. Laporan inovator per-Posyantek
15. Laporan prospek

Adapun proses bisnis yang ada pada sistem informasi Posyantek ini adalah berdasarkan Permendes nomor 23 tahun 2017. Pada Pasal 14 dan 15 menyebutkan bahwa pengembangan TTG dilakukan melalui kegiatan sebagai berikut.[1]

a. **Penelusuran**, yaitu meliputi identifikasi, verifikasi, dan validasi secara langsung atau tidak langsung dapat dilakukan melalui penyelenggaraan lomba inovasi TTG. Sistem Posyantek harus memenuhi kebutuhan penelusuran ini.

b. **Pemetaan**, pertama, pemetaan TTG eksisting dilakukan melalui observasi, wawancara, survei, pengumpulan data dan informasi terkait TTG yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat.

   Kedua, pemetaan potensi sumber daya lokal dilakukan melalui identifikasi, verifikasi, dan validasi sumber daya alam dan sumber daya manusia dengan prioritas lima aspek pemanfaatan TTG, yakni.
   - penyediaan atau pengolahan pangan,
   - pemanfaatan energi baru dan terbarukan,
   - penyediaan dan pemeliharaan infrastruktur,
   - pengelolaan lingkungan, dan
   - pemampuan ekonomi.

   Lima aspek tersebut dilakukan secara partisipatif melalui observasi, wawancara, survei, pengumpulan data dan informasi terkait lainnya.

   Ketiga, pemetaan kebutuhan TTG dilakukan melalui analisis TTG eksisting dan ketersediaan potensi sumber daya alam.

c. **Pengkajian**, yakni dilakukan terhadap hasil penelusuran inovasi teknologi dan sumber daya lokal untuk pengembangan dan penyempurnaan hasil temuan/invensi TTG serta pengembangan produk unggulan.

d. **Pendokumentasian**, yakni dilakukan melalui pengumpulan, pemilahan dan pemilihan, pengolahan, penetapan identitas dan penyimpanan data/informasi yang terkait TTG dan/atau sumber daya lokal.

e. **Pelindungan**, memfasilitasi pengajuan sampai dengan diterbitkannya sertifikat Hak Kekayaan Intelektual, Hak Paten Sederhana dan/atau sertifikat Standar Nasional Indonesia terhadap temuan/ invensi akar rumput. Baik Kementerian, Pemerintah Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/Kota memfasilitasi perlindungan hukum terhadap hasil temuan/inovasi akar rumput.

f. **Pemasaran**, yakni menyediakan fasilitasi jaringan pasar/pemasaran dan akses modal/permodalan.

Untuk mendukung keberlanjutan produk TTG dalam Posyantek yang dihasilkan para inovator, diperlukan pengembangan proses dan peningkatan produk TTG hingga mencapai tahap penyempurnaan sehingga dimanfaatkan pengguna akhir (*end-user*).

Menurut AW Date (2014) yang telah melakukan studi Teknologi Tepat Guna di India, menyebutkan proses pengembangan dan peningkatan produk TTG dapat menggeneralisasi metodologi untuk solusi TTG dengan serangkaian langkah antara lain.[4]

1. Mengidentifikasi kebutuhan yang diinginkan masyarakat.
2. Menentukan kondisi sekitarnya untuk menentukan tingkat kolektivitas orang-orang yang terkait dengan kebutuhan dan juga menentukan situasi dan batasan lain yang relevan.
3. Mengubah kebutuhan menjadi masalah teknologi yang bisa dipecahkan.
4. Memindai tahapan atau urutan solusi teknis yang tersedia.
5. Memilih tahapan atau melakukan inovasi solusi teknis baru melalui penelitian dan percobaan pengembangan yang berkelanjutan.
6. Melakukan penggabungan bagian-bagian kecil (mikro-difusi).
7. Mencari mekanisme transfer untuk penggabungan (difusi) TTG yang lebih luas.

Dari proses bisnis tersebut dapat diindentifikasi kelompok pengguna (*User-Requirements*) sistem informasi Posyantek antara lain.

1. **Pengelola Sistem Informasi**. Pengguna ini bertindak mengelola sistem secara keseluruhan, termasuk mengembangkan dan memperbaiki sistem informasi serta mengamankan data jika terdapat gangguan atau *failure*;
2. **Pengelola Posyantek Kota**. Pengguna ini mengelola data yang dihimpun dari Posyantek kecamatan. Posyantek kota akan mengirimkan hasil seleksi atau produk TTG unggulan ke tingkat provinsi. Pengguna ini melakukan **Pelindungan** produk TTG untuk didaftarkan Hak Cipta;
3. **Pengelola Posyantek kecamatan**. Pengguna ini mengelola data yang diterima peserta lomba inovasi pada tahap **Penelusuran**. Pengguna ini melakukan verifikasi dan validasi di tingkat kecamatan kemudian mengirimkannya ke tingkat kota. Pengguna ini memantau perkembangan keberlanjutan TTG hingga masuk tahap sempurna.
4. **Peserta lomba inovasi TTG**. Pengguna ini adalah masyarakat umum di setiap kecamatan dan memiliki produk inovasi TTG, sekolah, dan perguruan tinggi. Mereka melakukan pendaftaran produk inovasinya ke dalam sistem;
5. **Inovator TTG**. Pengguna ini adalah peserta lomba inovasi TTG yang telah masuk sebagai inovator TTG untuk mendapatkan dukungan dan melakukan pengembangan lebih lanjut sebagai upaya keberlanjutan produk TTG sampai pada tahap sempurna hingga mendapatkan Hak Cipta;
6. **Investor atau pemodal TTG**. Pengguna ini mendapatkan informasi produk TTG yang akan memilih produk untuk mendapatkan dukungan lebih lanjut;
7. **Masyarakat umum**. Pengguna umum yang ingin mengetahui produk unggulan, tertarik, hingga berminat memiliki dan membutuhkan produk secara langsung;

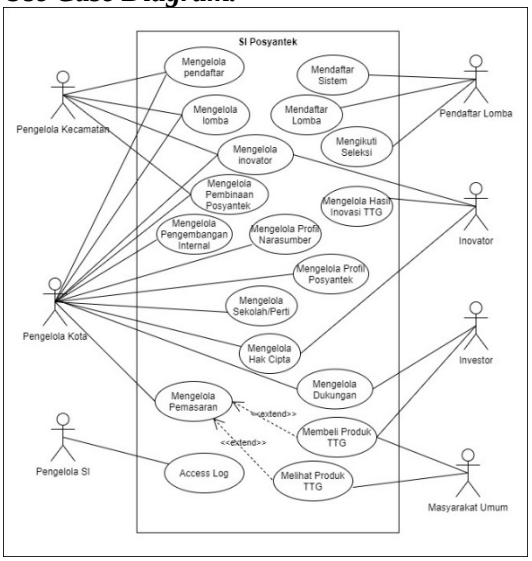
Setelah melakukan identifikasi kebutuhan pengguna, langkah berikutnya adalah membuat pemodelan (*System Modeling*) dengan *tools*, dalam hal ini *Unified Modeling Language* (UML). Menurut Sommerville [5], model adalah tampilan abstrak dari sistem dengan mengabaikan detail sistem.

Dengan demikian, langkah pemodelan menggunakan *Use Case Diagram*, *Use Case Description*, *Activity Diagram*, dan *Sequence Diagram, Entity Relationship Diagram* dan *Class Diagram*. [5]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan perancangan dapat diuraikan pada pembahasan sesuai dengan langkah-langkah yang telah dipaparkan dalam Metodologi. Meski demikian, mengingat makalah ini sangat terbatas, maka uraian pembahasan disajikan dalam sejumlah langkah yang menunjukkan sebagian proses. Berikut pembahasan.

1. Use Case Diagram.



Gambar 1. Use *Case Diagram*

Pada makalah ini, mengingat keterbatasan media, maka *Use Case* tidak dijelaskan secara keseluruhan. Hanya diambil salah satu *Use Case* yang membantu menggambarkan detil proses pada *Use Case* yang lainnya.

2. *Use Case Description*.

Use Case Description (UCD) menjelaskan aliran proses *Use Case* yang cukup abstrak. Tanpa diberikan penjelasan atau keterangan interaksi antara *Actor* dan *Use Case*, maka Use Case Diagram akan sulit diterjemahkan oleh tim pengembang sistem.

Oleh karena itu, UCD merupakan detil dari setiap *Use Case* dan *Requirements Gathered* atau *Requirements Elicitation*. Berikut salah satu UCD pada *Use Case Name* Mendaftar Sistem yang dijelaskan dalam Tabel 1.

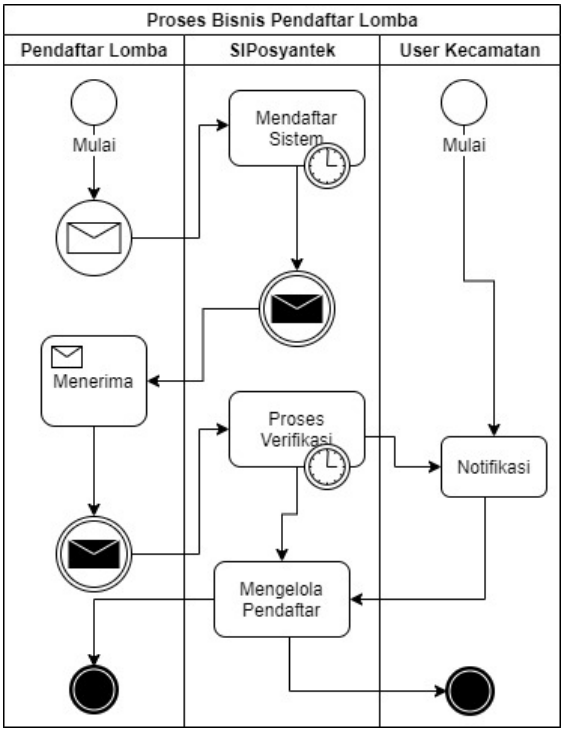
Tabel 1. *Use Case Description*

Use Case ID	SIP-PL-01
Use Case Name	Mendaftar Sistem
Created By	Subur Anugerah
Date Created	7-10-2020
Description	Use case ini memungkinkan user Pendaftar Lomba mendaftar pada sistem informasi Posyantek lebih dulu sebelum mendaftarkan diri ikut lomba. User memasukkan Nama Lengkap, nama akun, password, email, dan asal Posyantek kecamatan di Balikpapan.
Primary Actor	User Pendaftar Lomba
Secondary Actor	Tidak ada
Include use cases	-
Extend use cases	-
Preconditions	User Pendaftar Lomba memiliki akun email untuk mendapatkan verifikasi akun pendaftaran system Posyantek.
Post conditions	Sistem akan mengirimkan akun pendaftaran ke email user. Sistem akan melakukan validasi kebenaran email dari user.
Main Flow	1. User memasukkan Nama Lengkap, nama akun, password, email, dan memilih asal Posyantek 2. Sistem melakukan validasi masukan user 3. Sistem mengirim email verifikasi data ke email user 4. User mem-validasi kiriman sistem lewat email 5. Sistem mem-validasi data user bahwa email benar terverifikasi.
Alternative Flows	2.a. Jika Validasi gagal, maka - Sistem memberi pesan gagal - Sistem memberikan form pendaftaran lagi 5.a Jika validasi gagal, maka - Sistem memberi pesan gagal - Sistem mengarahkan user mengisi data email dengan benar dan valid. 5.b. Jika email user sudah terdaftar, maka - Sistem memberitahu bahwa user sudah terdaftar - Sistem mengarahkan agar user menggunakan fitur lupa password dengan memasukkan email tersebut. User akan menerima pesan untuk validasi email.

USD pada Use Case lainnya dapat mengacu pada Tabel 1, tetapi dengan deskripsi sesuai dengan kasus masing-masing.

3. *Actitvity Diagram* dengan BPMN

Diagram aktivitas menjelaskan proses-proses yang terjadi pada setiap *Use Case*, misal bagaimana proses bisnis Pendaftar Lomba mendaftarkan diri pada SI Posyantek lebih dulu sebelum mengikuti lomba. Begitu pula dengan *Use Case* yang lain. Pada makalah ini dipaparkan proses bisnis dalam bentuk BPMN (*Business Process Modeling Notation*) pada *user* Pendaftar Lomba.



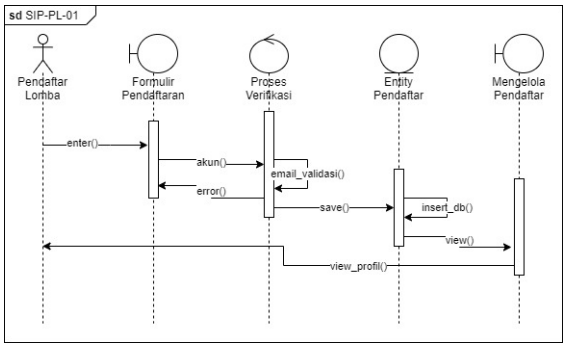
Gambar 2. *Business Process Modeling Notation* (BPMN) *User* Pendaftar Lomba ketika Mendaftar Sistem

4. *Sequence Diagram*

Diagram ini menggambarkan interaksi antar objek yang terjadi pada *Use Case Diagram.* Diagram ini memperjelas skenario yang diuraikan pada *Use Case Description*, baik pada *Main Flow* maupun *Alternative Flows.*

Pada makalah ini, *Sequence Diagram* menjelaskan skenario yang terjadi pada *user* Pendaftar Lomba saat melakukan pendaftaran pada sistem informasi Posyantek untuk pertama kalinya.

Sedangkan pada Use Case yang lain dijelaskan pada dokumen terpisah dari makalah ini.



Gambar 3. *Sequence Diagram* Pendaftar Lomba ketika Mendaftar Sistem

5. *Entity Relationship Diagram*

Pada tahap ini menemukan entitas-entitas berdasarkan tahapan-tahapan sebelumnya. Dengan begitu, kumpulan entitas tersebut dapat dihubungkan satu dengan yang lain (*relationship*) sehingga terbentuk *Entity Relationship Diagram*.

Meski demikian, mengingat masih dalam tahap perancangan, maka ketika masuk dalam tahap pengembangan akan mengalami sedikit ataupun banyak perubahan proses sehingga mempengaruhi pembentukan entitas.

Untuk itu, penulis memberikan saran agar pembuatan ERD menggunakan Model Data Logis.

6. *Class Diagram*

Class Diagram ini menerangkan penyusunan Entitas pada ERD disertai dengan fungsinya. *Class* Diagram menggambarkan struktur dan deskripsi *class*, *package* dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti *containment*, pewarisan, asosiasi, dan lain-lain.

Class Diagram memberikan pandangan secara luas dari suatu sistem dengan menunjukan kelas-kelasnya dan hubungannya. Bersifat statis, yaitu menggambarkan hubungan apa yang terjadi, bukan menjelaskan apa yang terjadi jika kelas-kelas tersebut berhubungan.

KESIMPULAN

Analisis perancangan SI Posyantek ini cukup kompleks mengingat pengumpulan data yang tidak saja berhubungan dengan kebutuhan pengguna akhir saja, tetapi juga berdasarkan regulasi atau peraturan yang menjadi dasar didirikannya Posyantek. Analis diharapkan memahami proses pengelolaan kelima kategori teknologi tepat guna yang berbeda. Analis juga diharapkan mengetahui proses pengelolan keberlanjutan versi produk TTG hingga dukungan pemasarannya.

Hasil akhir dari analisis perancangan sistem ini pada akhirnya dapat digunakan melengkapi dokumen spesifikasi kebutuhan perangkat lunak atau *Software Requirements Specification (SRS)*. Dengan dokumen tersebut, penulis atau siapa saja yang berkeinginan untuk mengembangkan sistem informasi Posyantek di daerahnya dapat mengacu atau menjadikan dokumen sebagai referensi, baik untuk perancangan maupun pengembangan SI Posyantek.

SARAN

Makalah ini disusun dalam rangka mengidentifikasi kebutuhan sistem informasi Posyantek untuk membantu penulis menyusun sistem informasi tersebut. Seluruh data dan informasi yang diperoleh dan diolah penulis pada makalah ini masih belum cukup lengkap. Hasil analisis dan perancangan sistem ini perlu ditindaklanjuti dengan penyempurnaan penyusunan kebutuhan spesifikasi perangkat lunak, diikuti implementasi dan pengujian sehingga dapat dimanfaatkan secara langsung oleh pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Mulia Dr. Agung Sakti Pribadi, S.H., M.H. yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk melakukan tridharma perguruan tinggi dengan terbuka dan seluas-luasnya. Terima kasih juga kepada Budi Wahyudi, S.T., M.M. dari Dinas Perindustrian Kota Balikpapan yang memberikan kepercayaan kepada penulis untuk melakukan eksplorasi kebutuhan sistem dalam rangka mendukung pemberdayaan masyarakat Kota Balikpapan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2017 tentang Pengembangan dan Penerapan Teknologi Tepat Guna dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam Desa. Tanggal 18 Desember (2017).

[2] Ghofar, M. *55 Posyantek Kaltim Tingkatkan Pemanfaatan TTG*. Available at: https://kaltim.antaranews.com/

[3] Effendi, Rizal. Wali Kota Balikpapan. Surat Keputusan No. 188.45-24/2019 tentang Pos Pelayanan Teknologi Tepat Guna Kota Balikpapan, 17 Januari (2019).

[4] Date, A.W. *Understanding Approriate Technology*. Mechanical Engineering Department. Indian Institute of Technology, Bombay, India. (2014): 15

[5] Sommervile, Ian. *Software Engineering*. Tenth Edition. (2015). Available at: http://iansommerville.com

[6] Endriani, Muetia. Said, Abdullah, M Ulum, Chazienul. *Implementasi Program Pemberdayaan Masyarakat Melalui Posyantek (Pos Pelayanan Teknologi) di Provinsi DKI Jakarta (Studi pada Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Perempuan dan Keluarga Berencana DKI Jakarta)*. Jurusan Administrasi Publik, Fakultas Ilmu Administrasi, Universitas Brawijaya, Malang. Jurnal Administrasi Publik (JAP), Vol. 3, No. 12, Hal.1997-(2002)

[7] Reijswoud, V. van. *Appropriate ICT As A Tool To Increase Effectiveness In ICT4D: Theoretical Considerations And Illustrating Cases.* Divine Word University. Papua New Guinea. EJISDC (2009) 38, 9, 1-18.

[8] Seng. P. *Lecturing 4. Use Case Description. Software Engineering Practices*. Nanyang Polytechnic. Singapore. 2015. Available at: YouTube.

[9] Hapsari, Dwi. *Peran Posyantek (Pos Pelayanan Teknologi Tepat Guna) Dalam Pemberdayaan Masyarakat (Studi Deskriptif Kualitatif Peran Komunikasi Posyantek Tekno Mitra Giri dalam Pemberdayaan Kelompok Usaha Kecil di Kecamatan Wonogiri)*. Publikasi Ilmiah. Program Studi Ilmu Komunikasi. Fakultas Komunikasi dan Informatika. Universitas Muhammadiyah Surakarta. (2017).

[10] IEEE STD. *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. 830™-1998(R2009) *Revision of* IEEE STD 830-1993. *Software Engineering Standards Committee of the* IEEE *Computer Society*. (2009).

P-39

ANALISIS UJI SIFAT FISIK BIODIESEL (B100) YANG TERBUAT DARI MINYAK JELANTAH

ANALYSIS OF THE PHYSICAL PROPERTIES TEST OF BIODIESEL (B100) MADE FROM WASTE COOKING OIL

Suherna[1*], Gunawan[2], Norista Lambe[3]
[1,2,3]Universitas Balikpapan, Balikpapan, Balikpapan

[*]E-mail: Suherna@uniba-bpn.ac.id

Diterima 12-09-2020	Diperbaiki 02-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Analisis Uji Sifat Fisik Biodiesel (B100) Yang Terbuat Dari Minyak Jelantah. Peningkatan konsumsi bbm jenis solar yang tinggi menyebabkan terjadinya kekurangan pasokan bbm jenis solar, sehingga peneliti dan pemerintah mencari penggantinya yaitu biodiesel. Tujuan dalam skripsi ini adalah untuk mencari cara membuat biodiesel (B100) dari minyak jelantah dan menguji sifat fisik biodiesel (B100) tersebut, dan apakah sudah sesuai standar biodiesel SNI 7182:2015 Metode transesterifikasi digunakan untuk membuat biodiesel (B100) dari minyak jelantah. Pengambilan data secara langsung pada lab energi baru dan terbarukan Universitas Balikpapan dan lab PT. Petrolab Services Balikpapan yaitu sifat fisik dari 2 sampel biodiesel (B100) Berdasarkan hasil perhitungan didapat Massa jenisnya pada kedua sampel (B100) adalah 880 Kg/m^3 dan 870 Kg/m^3, dan viskositasnya adalah 6,82 mm^2/s dan 5,75 mm^2/s. Flash point pada sampel 1 (B100) adalah 175^{0}C dan sampel 2 (B100) adalah 175^{0}C. Pour point adalah 6^{0}C pada sampel 1 dan 2 (B100). Cetane index kedua sampel (B100) adalah 36,4).

Kata kunci: Minyak jelantah, Transesterifikasi, Biodiesel (B100), Sifat Fisik

ABSTRACT

Analysis Of The Physical Properties Of Biodiesel (B100) Made From Waste Cooking Oil*. The increase of fuel high consumption of solar caused the shortage of supply of diesel fuel type, so that researchers and government seeking replacement is biodiesel. The purpose in this thesis is to look for how to make biodiesel (B100) from waste cooking oil and test the physical properties of the biodiesel (B100), and whether it is compliant with the biodiesel standard SNI 7182:2015 Transesterification method is used to make Biodiesel (B100) of the waste cooking oil. Data retrieval directly on the Renewable Energy Lab of University of Balikpapan and lab PT. Petrolab Services Balikpapan which is the physical properties of 2 biodiesel samples (B100) based on the results obtained density of the mass in both samples (B100) Is 880 Kg/m3 and 870 Kg/m3, and the viscosity is 6.82 mm2/s and 5.75 mm2/S. Flash point on Sample 1 (B100) is 1750C and sample 2 (B100) is 175^{0}C. Pour Point is 60^0 C on Sample 1 and 2 (B100). Cetane Index on both samples (B100) is 36.4.*

Keywords: Waste cooking oil, transesterification, biodiesel (B100), physical properties.

PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi bbm jenis solar yang tinggi, sehingga peneliti dan pememrintah mencari pengganti solar yaitu biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dari sumber terbarukan dengan komposisi ester asam lemak dari minyak nanbati. Minyak jelantah merupakan salah satu minyak nabati yang akan merusak lingkungan jika dibuang sembarangan, maka perlu penelitian pembuatan dan analisis biodiesel dari minyak jelantah. Tujuan dalam skripsi ini adalah mencari cara membuat biodiesel (B100) dari minyak jelantah dan cara menguji sifat fisik biodiesel (B100) tersebut, dan hasil pengujian sifat fisik biodiesel (B100).

Agar pembahasan permasalah tidak melebar dan agar yang dibahas lebih terarah, maka diadakan suatu pembatasan terhadap pembahasan yang ada sebagai berikut :

1. Membahas proses pembuatan biodiesel hasil transesterifikasi dari minyak jelantah dari penjual gorengan molen pisang.
2. Tidak membahas nilai kadar bahan tak tersabunkan, belerang, fosfor, angka iodium, angka penyabunan, angka asam, titik kabut, korosi lempeng tembaga, residu karbon, warna, nilai kalor dan abu tersulfatkan
3. Penelitian dilakukan di Lab EBT Universitas Balikpapan dan Lab PT. Petrolab Services Balikpapan
4. Pengambilan data pengujian sifat – sifat fisik (massa jenis, viskositas kinematik, flash point, pour point, dan cetane index) yang terdapat pada 2 sampel biodiesel (B100).
5. Penelitian menyesuaikan kemampuan analisa bbm jenis biodiesel pada lab di kota Balikpapan.
6. Volume minyak jelantah yang diteliti adalah 3 liter
7. Volume biodiesel (B100) adalah 2 liter Menurut Mukhibin, ST (2010).

Biodiesel adalah bahan bahar mesin diesel yang terbuat dari bahan bakat terbarukan yang terdiri atas ester alkil dari asam – asam lemak yangdibuat dari minyak nabati, minyak hewani atau dari minyak goreng bekas/daur ulang melalui proses transesterifikasi.

Sifat – sifat Fisik Bahan Bakar Mesin Diesel antara lain viskositas, pour point, flash point, carbon residu, warna , nilai kalor, dan bilangan setana. Viskositas merupakan sifat fisik yang penting bagi bahan bakar mesin diesel karena berpengaruh pada proses pembentukan kabut saat penyemprotan/ penginjeksian. Pour point adalah suhu terendah dimana bahan bakar dapat dialirkan. Flash point adalah suhu terendah dimana bahan bakar dalam campurannya dengan udara akan menyala, bila nyala tersebut terjadi secara terus – menerus maka suhu tersebut dinamakan titik bakar (fire point). Carbon residu adalah sisa karbon yang tertinggal pada proses pembakaran yang menyebabkan terbentuknya endapan kokas yang dapat menyumbat saluran bahan bakar. Warna bahan bakar tidak terlalu berpengaruh terhadap kinerja mesin diesel. nilai kalor menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Bilangan setana adalah ukuran kulaita penyalaan sebuah bahan baka diesel dalam keadaan terkompresi.

Tabel 1. Keputusan Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi tentang spesifikasi bahan bakar nabati jenis biodiesel sesuai dengan SNI 7182:2015

Parameter Uji	**Persyaratan**	**Satuan min/maks**
Massa Jenis Pada 40^0C	850 – 890	kg/m^3
Viskositas kinematic pada 40^0 C	2,3 – 6,0	mm^2/s
Angka setana	51	min
Flash Point	100	^{0}C, min
Pour Point	18	^{0}C, maks

(sumber : lampiran keputusan dirjen EBTKE, 2015)

METODOLOGI

Tempat penelitian dilakukan di Lab EBT Universitas Balikpapan dan Lab PT. Petrolab Services Balikpapan

Minyak Jelantah berasal dari penjual gorengan molen pisang.



Gambar 1. Minyak jelantah

Tabel 2. Spesifikasi minyak jelantah

Parameter uji	**Nilai**
Massa jenis (kg/m^3)	928
Viskositas (mm^2/s)	96,5
Kadar air (%)	0,7
Warna	Cokelat kehitaman

(Sumber : Ganesh, 2014)

Alat-alat penelitian yang digunakan untuk membuat sampel biodiesel (B100) dari minyak jelantah dan mengujinya :

a. Timbangan digital,
b. Beaker glass,
c. Thermostat,
d. Mixer,
e. Tabung gelas panjang
f. Uang logam Rp.1000
g. Jangka sorong
h. Penggaris
i. Heater
j. Stopwatch
k. Alat uji Flash Point

Prosedur dalam melakukan proses penelitian adalah sebagai berikut:

1. melakukan pengumpulan data dari
2. studi literatur maupun observasi.
3. Menyiapkan alat dan bahan pembuatan biodiesel dari minyak jelantah.
4. Melakukan pemanasan awal pada minyak jelantah 500 mL sampai suhu 500C.
5. Membuat larutan metoksida, dengan 200 mL methanol dicampur dengan NaOH sebanyak 3 gram.
6. Mencampur dan mengaduk larutan metoksida dan minyak jelantah selama 5 menit.
7. Tuangkan ke botol plastik dan diamkan selama 1 hari.
8. Melakukan pencucian biodiesel dengan air bersuhu 350C selama 10 menit.
9. Melakukan pemisahan air dan biodiesel.
10. Melakukan uji data sifat fisik (massa jenis, viskositas kinematik, flash point, pour point, cetane index) pada 2 sampel biodiesel (B100).
11. Menganalisis dan menyimpulkan hasil penelitian sifat fisik (massa jenis,

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian 2 sampel biodiesel (B100) dengan volume 1liter/sampel diuji sifat fisiknya di laboratorium energi baru dan terbarukan Universitas Balikpapan dan laboratorium PT. Petrolab Services Balikpapan.



Gambar 2. Sampel 1 biodesel (B100)



Gambar 3. Sampel 2 biodesel (B 100)

Dari data hasil pengujian , didapat 2 sampel biodiesel (B100) dengan volumenya 2 liter, dimana merupakan gabungan 6 sampel biodiesel kotor yang kemudian dilakukan pencucian biodiesel kotor dengan air bersih yang telah dipanaskan sampai suhu 35^{0}C dengan perbandingan 70:30 selama 10 menit.

Data penelitian untuk massa jenis dan viskositas yang diambil dari Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan Universitas Balikpapan adalah sebagai berikut :

1. Data massa jenis minyak jelantah dengan suhu ruangan 34^{0}C menggunakan metode Rusdiana [12] yaitu 0,8 g/mL dan dikonversikan ke kg/m^3 adalah 800 kg/m^3. Data massa jenis sampel 1 (satu) biodiesel (B100) yaitu 0,88 g/mL dan dikonversikan ke kg/m^3 adalah 880 kg/m^3. Data massa jenis sampel 2 (dua) biodiesel (B100) yaitu 0,87 g/mL dan dikonversikan ke kg/m^3 adalah 870 kg/m^3.
2. Data viskositas dari minyak jelantah dengan menggunakan metode Rusdiana, [12], dimana diambil rata – rata hasil pengujiannya yaitu 0,008 Pa.s, dikonversikan ke mm^2/s adalah 10 mm^2/s. Data hasil nilai rata – rata viskositas dari

sampel 1 (satu) biodiesel (B100) adalah 0,006 Pa.s, dikonversikan ke mm^2/s adalah 6,82 mm^2/s. Data hasil nilai rata – rata viskositas dari sampel 2 (dua) biodiesel (B100) adalah 0,005 Pa.s, dikonversikan ke mm^2/s adalah 5,75 mm^2/s.

Data penelitian untuk massa jenis, viskositas, *flash point*, *pour point*, dan *cetane index* yang diambil dari Laboratorium PT. *Petrolab Services* Balikpapan sebagai berikut :

1. Data pengujian pada sampel 1 (satu) biodiesel (B100) didapat hasilnya yaitu massa jenisnya pada suhu 15^0C adalah 915,62 kg/m^3. Viskositas kinematik pada suhu 40^0C adalah 31,07 mm^2/s. *Flash point* dengan metode *Pensky Martens Close Cup* adalah 175^0C. *Pour point* pada sampel 1 biodiesel (B100) adalah 6^0C. Nilai cetane indexnya adalah 36,4.
2. Data pengujian pada sampel 2 (dua) biodiesel (B100) didapat hasilnya yaitu massa jenisnya pada suhu 15^0C adalah 914,50 Kg/m^3. Viskositas kinematik pada suhu 40^0C adalah 30,04 mm^2/s. *Flash point* dengan metode *Pensky Martens Close Cup* adalah 175^0C. *Pour point* pada sampel 1 biodiesel (B100) adalah 6^0C. Nilai cetane indexnya 34,6.

Data persentase hasil pembuatan (B100) pada sampel 1 adalah 68,86%, pada sampel 2 (B100) yaitu 67,50%.

Tabel 3 : Hasil pengujian 2 sampel (B100) di lab EBT Universitas Balikpapan dan di lab PT. Petrolab Services Balikpapan

Parameter uji	Nilai sampel I	Nilai sampel II
Massa jenis pada suhu 34^0 – 40^0 C	Lab EBT Uniba = 880 kg/m^3	870 kg/m^3
	Lab Petrolab = 915,62 kg/m^3	914,50 kg/m^3
Viskositas kinematik pada suhu 34^0 – 40^0 C	Lab EBT Uniba = 6,82 mm^2/s	5,75 mm^2/s
	Lab Petrolab31,07 mm^2/s	30,04 mm^2/s
Flash point	175^0 C	175^0 C
Pour point	6^0 C	6^0 C
Centane index	36,4	36,4

KESIMPULAN

Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan metode transesterifikasi. Pengujian sifat fisik terhadap dua sampel biodiesel (B100) menggunakan metode (Rusdiana, [12]) dilakukan di lab EBT Universitas Balikpapan dan lab PT. Petrolab Services Balikpapan.

Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah yaitu dengan melakukan proses transesterifikasi dimana, yang dimulai dengan pemanasan awal minyak jelantah yang volumenya 500 mL mencapai suhu 50^0C, kemudian membuat larutan metoksida yang terdiri dari metanol yang volumenya 200 mL dan 3 gram NaOH. Setelah itu, larutan metoksida dicampur ke minyak jelantah yang telah dipanaskan dan diaduk menggunakan mixer selama 5 menit, lalu tuang ke dalam botol plastik. Tunggu 1 hari atau 24 jam, supaya terjadi proses pengendapan antara gliserin dan biodiesel kotor, dan pisahkan biodiesel kotor dan gliserin. Lakukan pencucian biodiesel kotor dengan air bersih yang telah dipanaskan 35^0C, lama pencucian dilakukan selama 10 menit, sehingga jadilah biodiesel (B100).

Pengujian sifat fisik (massa jenis, viskositas) pada 2 sampel biodiesel (B100) dilakukan di Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan Universitas Balikpapan dan (massa jenis, viskositas,*flash point, pour point, cetane index*) diuji di laboratorium PT. Petrolab Services Balikpapan.

Hasil pengujian pada Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan mendapatkan nilai massa jenis minyak jelantah biodiesel (100) sampel l adalah 880 kg/m^3 sampel 2 adalah 870 kg/m^3sedangkan untuk nilai viskositasnya sampel 1 adalah 6,82 mm^2/s sampel 2 adalah 5,75 mm^2/s. Hasil Pengujian pada Laboratorium PT. *Petrolab Services* Balikpapan mendapatkan nilai massa jenis minyak jelantah biodiesel (100) sampel 1 adalah 915,62 kg/m^3 sampel 2 adalah 914,50 kg/m^3; nilai viskositas untuk sampel 1 adalah 31,07 mm^2/s sampel 2 adalah 30,04 mm^2/s; nilai *flash point* sampel 1 adalah 175^0C sampel 2 adalah 175^0C; untuk nilai *puor point* sampel 1 adalah 6^0C sampel 2 adalah 6^0C; dan untuk nilai *cetane index* sampel 1 dan sampel 2 sama yaitu 36,4

Data pengujian pada kedua sampel (B100) pada laboratorium PT. Petrolab Services Balikpapan didapat massa jenisnya adalah 915,62 Kg/m^3dan 914,50 Kg/m^3. Data uji viskositas kinematik pada suhu 40^0C adalah 31,07 mm^2/s dan 30,04 mm^2/s. *Flash point*nya adalah 175^0C dan 175^0C. *Pour point*nya adalah 6^0C dan 6^0C. *Cetane index* pada kedua sampel biodiesel (B100) adalah 36,4 dan 36,4

SARAN

Untuk penelitian ini masih bisa dikembangkan lagi menggunakan alat dan teknologi yang lebih baik, bahan minyak nabati dan katalis yang berbeda pada proses pembuatannya, diuji menggunakan metode pengujian yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan Kepala,korrdinator serta asisten Laboratorium aenergi Baru dan Terbarukan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan. dan kepada pimpinan dan karyawan PT. Petrolab Services Balikpapan yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Astawa, K. 2018. Uji Sifat Fisik Biodiesel sebagai Bahan Bakar Alternatif, Prosiding KNEP IX. ISSN 2338-414X. pp. 31–36.

[2] Ganesh. 2014. Intensified synthesis of biodiesel using hydrodynamic cavitation reactors based on the interesterification of waste cooking oil. pp. 285-292.

[3] Haryanto, A., Yozana, O. And Triyono, S. 2017. Aplikasi Kinetika Reaksi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah melalui Reaksi Transesterifikasi Basa. KETEKNIKAN PERTANIAN. pp. 261–266.

[4] Londhe, H. et al. 2019 . Testing of Anisole and Methyl Acetate as Additives to Diesel and Biodiesel Fuels in a Compression Ignition Engine. Fuel. Elsevier. pp. 79–92.

[5] Mukhibin, ST, M. 2010. Mengubah Minyak Jelantah menjadi SOLAR. Yogyakarta: SOLOMON.

[6] Mulyana, R. 2013. Kepdirjen Standar dan Mutu BBN Jenis Bioediesel.pdf.

[7] Nasional, B. S. 2015. Standar BBM Biodiesel (B100) Sni 7182:2015. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

[8] Nguyen, V. P. et al. 2018. Optimization of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil using Static Mixer Technology. PUSTAKABiofuels Department. Vietnam Petroleum Institute. Taylor & Francis.

[9] Paryanto, I. dan Wibowo, C. S. 2018. Pedoman Umum Penanganan DAN Penyimpanan Bahan Bakar Biodiesel. Jakarta: DIREKTORAT BIOENERGI.

[10] Prasetyo, J. 2018. Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. Ilmiah Teknik Kimia UNPAM.

[11] Rezeika, S. H., Ulfin, I. dan Lailun, Y. 2018. Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis NaOH dengan Variasi Waktu Reaksi Transesterifikasi dan Uji Performanya dengan Mesin Diesel. Akta Kimia INDONESIA. pp. 175–189.

[12] Rusdiana, R. 2015. Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO. al.

[13] Sadaf, S.et BiodieseProduction from Waste Cooking Oil: An Efficient Technique to Convert Waste into Biodiesel. Sustainable Cities and Society. Elsevier B.V.

[14] Sari, R. M. dan Kembaren, A. 2018. Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Tebu dalam Mereduksi Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) untuk Pemurnian Minyak Jelantah sebagai Biodiesel. TALENTA USU. pp. 4–8.

[15] Yudha, R. F., Setiawan, A. Dan Mayangsari, N. E. 2017. Identifikasi Komponen FAME (Fatty Acid Methyl Ester) pada Biodiesel yang Disintesis dari Minyak Goreng Bekas. Conference Proceeding on Waste Treatment Technology. pp. 2013–2018.2018.

P-40

KEBIJAKAN INTRODUKSI TEKNOLOGI INSEMINASI BUATAN

ARTIFICIAL INSEMINATION TECHNOLOGY INTRODUCTION POLICY

Zulkifli Poli, Jantje F. Paath, Lentji R. Ngangi, dan Femi H. Elly
Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi, Manado Sulawesi Utara, 95115

Email Korespondensi : polizulkifli@gmail.com

Diterima 25-09-2020	Diperbaiki 11-10-2020	Disetujui 15-10-2020

ABSTRAK

Teknologi Inseminasi Buatan adalah suatu teknologi yang berkembang saat ini dalam rangka meningkatkan produktivitas ternak sapi. Teknologi telah dikenal oleh masyarakat bahkan beberapa petani telah mengadopsi teknologi tersebut. Permasalahannya belum semua petani dapat memanfaatkan teknologi tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji sejauhmana kebijakan pemerintah dalam menerapkan teknologi Inseminasi Buatan. Metode penelitian adalah metode survei dengan teknik pengambilan data yang digunakan adalah metode PRA. Lokasi sampel ditentukan secara purposive yaitu kecamatan yang telah memanfaatkan teknologi Inseminasi Buatan. Responden adalah peternak yang telah memanfaatkan teknologi Inseminasi Buatan. Responden kunci adalah pejabat Dinas Pertanian Peternakan dan Inseminator. Analisis data adalah deskriptif. Ternak sapi di wilayah penelitian menjadi unggulan masyarakat sebagai sumber pendapatan mereka. Pengembangan ternak sapi ditunjang oleh ketersediaan sumberdaya lokal. Strategi dan kebijakan pemerintah dalam mendorong peningkatan populasi ternak sapi adalah dicanangkan kebijakan optimalisasi inseminasi buatan. Pemerintah juga membuat kebijakan penyediaan sarana prasaran diantaranya tersedianya pos Inseminasi Buatan yang layak untuk tiap satu kecamatan. Kebijakan yang lain adalah mengadakan pelatihan inseminator. Kebijakan ini direspon baik oleh petani sapi potong. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kebijakan introduksi Inseminasi Buatan membantu petani dalam meningkatkan produktivitas ternak sapi potong. Petani yang telah mengikuti program Inseminasi Buatan 100 persen menghasilkan anak. Saran perlu sosialisasi kebijakan yang telah dicanangkan pemerintah.

Kata kunci : Kebijakan, introduksi, teknologi, inseminasi buatan

ABSTRACT

Artificial Insemination Technology was a technology that was developing in order to increase the productivity of cattle. Technology was known to the public and even some farmers had adopted this technology. The problem was that not all farmers can take advantage of this technology. This research was conducted with the aim of examining the extent of government policies in implementing Artificial Insemination technology. The research method was a survey method with the data collection technique used was the PRA method. The location of the sample was determined purposively, namely the districts that had used Artificial Insemination technology. Respondents were farmers who had used Artificial Insemination technology. Key respondents were officials from the Department of Agriculture, Livestock and Inseminators. The data analysis was descriptive. Cattle in the research area were the community's leading sources of income. Cattle development was supported by the availability of local resources. The government's strategy and policy in encouraging an increase in the population of cattle was the implementation of an artificial insemination optimization policy. The government had also made a policy for providing infrastructure, including the availability of appropriate Artificial Insemination posts for each district. Another policy was to hold inseminator training. This policy had been responded well by cattle farmers. Based on the results of the study, it can be concluded that the introduction of Artificial Insemination policy helps farmers in increasing the productivity of cattle. Farmers who had followed the Artificial Insemination program 100 percent produce calves. Suggestions need to socialize policies launched by the government.

Keywords: Policy, introduction, technology, artificial insemination

PENDAHULUAN

Teknologi inseminasi buatan adalah suatu teknologi yang berkembang saat ini dalam rangka meningkatkan produktivitas ternak sapi. Teknologi telah dikenal oleh masyarakat bahkan beberapa petani telah mengadopsi teknologi tersebut. Teknologi Inseminasi Buatan dapat memberikan kontribusi yang positif apabila petani peternak sebagai pengguna dapat menggunakannya dalam proses produksi untuk meningkatkan produktivitas ternak sapi. Peningkatan produktivitas ternak sapi dilakukan dengan tujuan untuk memenuhi permintaan daging sapi dalam rangka memenuhi kualitas hidup sumberdaya manusia. Hal ini dilakukan sebagai upaya penyediaan pangan yang cukup, bergizi, aman, dan dapat dijangkau oleh konsumen.

Pengguna teknologi Inseminasi Buatan adalah petani peternak sebagai pengguna potensial, sehingga teknologi tersebut telah dikembangkan sesuai kebutuhannya. Teknologi inseminasi buatan diintroduksi kemudian diterapkan petani peternak dalam rangka mendorong pengembangan peternakan sapi di pedesaan. Pengembangan peternak diarahkan dari tradisional ke peternakan sapi potong yang berorientasi bisnis, modern dan berkelanjutan. Sistem produksi peternakan *(Livestock Production System)* sapi potong saat ini diklasifikasikan menjadi dua tipe utama yaitu sistem tradisional dan modern [1].

Tujuan pengembangan peternakan sapi yang sesuai program pemerintah ditujukan dalam peningkatan ketahanan pangan dan peningkatan daya beli melalui perbaikan pendapatan petani peternak. Pencapaian tujuan tersebut dibutuhkan kebijakan dan strategi yang dapat digunakan dan diaplikasikan. Kebijakan dan strategi dimaksud diantaranya pemberdayaan petani peternak melalui introduksi teknologi inseminasi buatan.

Permasalahannya belum semua petani dapat memanfaatkan teknologi tersebut. Padahal pemerintah teknologi inseminasi buatan telah dicanangkan pemerintah melalui berbagai program. Sosialisasi telah dilakukan baik oleh pemerintah dalam hal ini penyuluh dan inseminator maupun perguruan tinggi. Berdasarkan pemikiran dan latar belakang maka telah dilakukan kajian berkaitan dengan kebijakan introduksi inseminasi buatan yang dicanangkan untuk pengembangan peternakan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sejauhmana kebijakan pemerintah dalam menerapkan teknologi inseminasi buatan.

METODOLOGI

Metode penelitian adalah metode survei dengan teknik pengambilan data yang digunakan adalah metode PRA. Model pendekatan PRA digunakan untuk penelitian pemberdayaan melalui introduksi teknologi [2]. Lokasi sampel ditentukan secara *purposive sampling*adalah kecamatan yang telah memanfaatkan teknologi inseminasi buatan, yaitu Kecamatan Sangkub. Responden adalah petani peternak yang telah memanfaatkan teknologi inseminasi buatan dan telah menghasilkan anak. Responden kunci adalah pejabat dinas pertanian peternakan dan inseminator. Analisis data adalah deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ternak sapi adalah salah satu komoditas yang sudah lama dikenal dan dikembangkan oleh masyarakat pedesaan. Ternak sapi di wilayah penelitian menjadi unggulan masyarakat sebagai sumber pendapatan petani peternak. Selanjutnya, pengembangan ternak sapi ditunjang oleh ketersediaan sumberdaya lokal. Populasi ternak sapi mengalami peningkatan tetapi agak lambat, sehingga dibutuhkan kebijakan dan strategi berbagai pihak. Pengembangan usaha ternak sapi merupakan suatu usaha yang dilakukan dengan menerapkan strategi dan kebijakan oleh pemerintah sebagai fasilitator. Tercapainya upaya tersebut diperlukan strategi dalam meningkatkan partisipasi petani peternak secara aktif. Dukungan kebijakan pemerintah yang strategis sebagai penentu berhasil tidaknya pengembangan ternak sapi [3]. Populasi ternak sapi potong di wilayah ini mengalami peningkatan dari tahun 2018 naik sebanyak 7,68 persen pada 2019 [4]. Peningkatan ini dianggap rendah sehingga dibutuhkan upaya untuk mempercepat pertumbuhan ternak sapi. Hal ini perlu dilakukan mengingat permintaan terhadap produk ternak sapi setiap tahunnya mengalami peningkatan. Salah satu faktor yang diduga sebagai penyebab rendahnya populasi ternak sapi potong di Indonesia (termasuk di wilayah penelitian) adalah produktivitasnya yang rendah [5].

Strategi dan kebijakan pemerintah dalam mendorong peningkatan populasi ternak sapi adalah dicanangkan kebijakan optimalisasi inseminasi buatan. Penerapan program kebijakan optimalisasi inseminasi buatan ini dilakukan dengan cara inseminator mengunjungi petani peternak yang memiliki ternak sapi sebagai akseptor. Ternak sapi yang

sedang birahi langsung dikawinkan melalui inseminasi buatan. Kendala yang dihadapi petani bahwa setelah ternak sapi dikawinkan, petani peternak tidak melaporkan ke inseminator apakah ternak sapi bunting atau tidak. Kesadaran petan peternak untuk menghubungi inseminator masih kurang. Inseminator dan penyuluh dalam pelaksanaan sosialisasi berusaha mendorong petani peternak untuk proaktif. Penerapan program inseminasi buatan dilakukan oleh pemerintah dengan penyesuaian-penyesuaian berdasarkan kondisi petani peternak. Pernyataan beberapa peneliti bahwa inovasi yang disampaikan dan diterapkan oleh inseminator dan penyuluh sebaiknya memperhatikan kondisi petani peternak sapi [6] [7].

Pemerintah juga membuat kebijakan penyediaan sarana prasarana diantaranya tersedianya pos inseminasi buatan yang layak untuk tiap satu kecamatan. Permasalahannya pemanfaatan pos inseminasi buatan tersebut belum maksimal. Indikasinya pemerintah perlu melakukan sosialisasi tentang kebijakan tersebut. Selain itu, inseminator sangat dibutuhkan untuk berada di pos tersebut sehingga pelayanan dapat dilakukan secara maksimal.

Kebijakan yang lain adalah mengadakan pelatihan inseminator. Hal ini telah dilakukan oleh pemerintah dan setiap tahun program ini terlaksana dengan efektif. Pemerintah telah merekrut 6 (enam) orang inseminator dan mereka telah melaksanakan tugas dengan mengunjungi petani peternak yang memiliki ternak sapi akseptor. Kendala yang dihadapi adalah kurangnya pengetahuan petani peternak dalam mendeteksi birahi sehingga sulit untuk menentukan kapan ternak sapi dikawinkan melalui inseminasi buatan.

Pemerintah telah membuat program strategi dan kebijakan berkaitan dengan pengembangan peternak sapi melalui introduksi teknologi inseminasi buatan. Kebijakan ini direspon baik oleh petani sapi, walaupun belum maksimal, sehingga hasil yang dicapai juga belum maksimal. Aplikasi inseminasi buatan adalah upaya yang telah dilakukan pemerintah daerah untuk meningkatkan mutu dan produktivitas sapi aceh [8].

Teknologi inseminasi buatan merupakan suatu inovasi sebagai usaha manusia dalam perkawinan ternak seperti ternak sapi. Perkawinan ternak dilakukan dengan cara menyuntikkan semen ke dalam saluran reproduksi betina yang sedang birahi. Semen telah diencerkan dengan pengencer tertentu dengan menggunakan metode dan peralatan khusus. Teknologi ini telah diterapkan oleh petani peternak di Kecamatan Sangkub. Petani peternak sebagai renponden telah mengawinkan ternaknya dan berhasil seperti terlihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Ternak Sapi Akseptor



Gambar 2. Anak Sapi Hasil Inseminasi Buatan

Petani peternak dalam hal ini selalu proaktif memberi laporan apabila ternak sapi miliknya dalam keadaan birahi. Kondisi ini berdampak terhadap tingkat keberhasilan penerapan program inseminasi buatan tersebut. Ternak sapi yang telah berhasil dan anak hasil inseminasi sudah tiga ekor. Jenis sapi yang diikutkan dalam program inseminasi buatan adalah sapi Limosin dan sapi PO.

Gambar 1 menunjukkan ternak sapi yang dimiliki salah satu petani peternak sebagai contoh. Petani peternak tersebut memiliki empat ekor sapi dan tiga ekor sudah dikawinkan melalui teknologi inseminasi buatan. Petani peternak tersebut merupakan contoh bagi petani yang lain dalam merespon introduksi inseminasi buatan.

Gambar 2. menunjukkan ternak sapi yang dihasilkan dari perkawinan melalui inseminasi buatan. Hasil ini menjadi contoh bagi petani peternak sapi yang ada di Kecamatan Sangkub. Indikasinya bahwa petani peternak walaupun mengembangkan ternak sapi secara sambilan, tetapi petani peternak tetap memperhatikan sistem perkawinan ternak. Petani peternak telah menerapkan introduksi teknologi sebagai program pemerintah[9].

Hasil penelitian menunjukkan petani peternak responden yang mengikuti program inseminasi buatan berhasil menghasilkan anak dan tidak mengalami kendala. Tetapi, di Kecamatan Sangkub masih terdapat petani peternak yang mengalami kendala dalam mengikuti program inseminasi buatan. Keberhasilan program inseminasi buatan tergantung pada : (i) penyediaan betina produktif, (ii) sperma berkualitas, (iii) penerapan teknologi dan manajemen reproduksi yang sesuai dengan kebutuhan, (iv) pemeliharaan kebuntingan, dan (v) *recording* harus dilakukan secara terintegrasi. Indikasinya sosialisasi perlu ditingkatkan sehingga petani peternak yang memiliki sapi akseptor siap menerima program dan dapat diterapkan dengan maksimal. Berdasarkan rekomendasi beberapa peneliti bahwa strategi yang dapat didayagunakan adalah peningkatan peran kelompok peternak. Hal ini dilakukan sebagai upaya peningkatan kualitas petani peternak sehingga memiliki keberdayaan dalam menerapkan teknologi inseminasi buatan. Berdasarkan beberapa hasil penelitian bahwa introduksi teknologi inseminasi buatan belum memberikan hasil yang maksimal. Hal ini disebabkan terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi berhasil tidaknya program inseminasi buatan tersebut, diantaranya deteksi birahi, *post thawing motility*, *handling semen*, ketepatan waktu IB, keterampilan inseminator, kualitas semen, deposisi semen, dan ternak itu sendiri [10] [11].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kebijakan introduksi inseminasi buatan membantu petani dalam meningkatkan produktivitas ternak sapi potong. Petani yang telah mengikuti program Inseminasi Buatan 100 persen menghasilkan anak.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan perlu sosialisasi kebijakan inseminasi buatan yang telah dicanangkan pemerintah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor, Dekan, Ketua dan Sekretaris LPPM UNSRAT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dengan menggunakan dana bantuan melalui skim RTUU.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Sodiq, Suwarno, F. R. Fauziyah, Y. N. Wakhidati dan P. Yuwono. Sistem Produksi Peternakan Sapi Potong di Pedesaan dan Strategi Pengembangannya. *Agripet*, 17.1 (2017) : 60-66.

[2] I. Ridwan, A. Dollo dan A. Andriyani. Implementasi Pendekatan Participatory Rural Appraisal pada Program Pelatihan. *Journal of Nonformal Education and Community Empowerment*, 3.2 (2019) : 88-94.

[3] S. Rusdiana dan L. Praharani. Pengembangan Peternakan Rakyat Sapi Potong: Kebijakan Swasembada Daging Sapi dan Kelayakan Usaha Ternak. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 36.2 (2018) : 97-116.

[4] BPS Bolaang Mongondow Utara. Bolaang Mongondow Utara Dalam Angka. Boroko, Bolaang Mongondow Utara (2020).

[5] Suprianto dan Djuliansah. Kajian aplikasi teknologi inseminasi buatan dalam upaya peningkatan produktivitas dan pendapatan usaha ternak sapi potong di Kabupaten Tasikmalaya. *Mimbar Agribisnis*, 1.3 (2016) : 211-226.

[6] I.M. Mulyawati, D. Mardiningsih, dan S. Satmoko. Pengaruh umur, pendidikan, pengalaman dan jumlah ternak peternak kambing terhadap perilaku sapta usaha beternak kambing di Desa Wonosari Kecamatan Patebon. *Agromedia*. 34.1 (2016) : 85-90.

[7] Ediset dan E. Heriyanto. Posisi status sosial ekonomi peternak sapi potong dalam proses adopsi bioteknologi reproduksi di

Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat. *Jurnal Peternakan Indonesia (JPI)*, 22.1 (2020) : 56-65.

[8] N. B. Tarmizi, Dasrul, G. Riady. Keberhasilan Inseminasi Buatan (IB) pada sapi aceh menggunakan semen beku sapi Bali, Simental, dan Limosin di Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Jimvet*, 2.3 (2018) : 318-328.

[9] S.H. Purnomo. E. T. Rahayu dan S. B. Antoro. Strategi pengembangan peternakan sapi potong rakyat Di Kecamatan Wuryantoro Kabupaten Wonogiri. *Buletin Peternakan*. 41. 4 (2017) : 484-494.

[10] N.T. Widjaja. Akhdiat, D. Purwasih. Pengaruh Deposisi Semen Terhadap Keberhasilan Inseminasi Buatan (IB) Sapi Peranakan Ongole. *Sains Peternakan*, 15.2 (2017) : 49-51.

[11] B.M.W. Tiro. Kinerja reproduksi induk sapi sebelum dan sesudah pendampingan pada Kelompok Tani Lembu Agung, Distrik Kurik, Kabupaten Merauke. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 17.2 (2017) : 86-91.

P-41

ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS LISTRIK TERHADAP HASIL PENGELASAN *SMAW* MATERIAL ST 37 DENGAN ELEKTRODA *LOW HIDROGEN* PADA PENGUJIAN VISUAL, RADIOGRAFI, STRUKTUR MAKRO DAN MIKRO

ANALYSIS OF THE EFFECT ELECTRICAL CURRENT STRENGTH ON THE RESULTS OF ST 37 SMAW MATERIAL USING LOW HYDROGEN ELECTRODES IN VISUAL, RADIOGRAPHY, MACRO AND MICRO STRUCTURES

Rienaldy Eka Hartanto[1*], Sigit Yulianto[2], Moch. Sugiri[3]
[1]*Teknik Las, Balai Latihan Kerja Kompetensi (BLKK) Disnakertrans Prov Jawa Barat*
Jl. K.H Agus salim No 206, Bekasi Jaya, Kec. Bekasi Timur, Kota Bekasi
[2,3]*Teknik Mesin, Fakultas teknik Industri, Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU)*
Jl. Mawar Merah No.23, RT.2/RW.1, Pd. Kopi, Kec. Duren Sawit, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13460

[*]*E-mail: rienaldyeka@gmail.com*

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 04-11-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Mateial ST 37 merupakan baja karbon rendah yang banyak digunakan untuk konstruksi, salah satu proses penyambungan yang sering dilakukan ialah proses pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari dan menentukan kuat arus yang menghasilkan pengelasan paling baik pada proses SMAW posisi 3G dengan tebal 10 mm. Proses penelitian yang dilakukan meliputi pengujian visual inspection, penetrant test, radiografi, struktur makro dan mikro yang telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukan bahwa kuat arus pengelasan adalah sebesar root 70 ampere, fill 100 ampere, dan capping 100 ampere. Kuat arus yang digunakan pada sample A berkategori kecil, pada sample B berkategori sedang dan sample C berkategori besar. Pada hasil pengujian visual, penetrant test dan radiografi, spesimen B dinyatakan accepted sedangkan A dan C dinyatakan tidak sesuai dengan kriteria standard sehingga dinyatakan rejected. Pada pengujian struktur makro B memiliki hasil yang paling baik jika dibandingkan spesimen A dan C, dimana spesimen A terdapat cacat slag inclusion pada internal pengelasan, sedangkan specimen C terlihat daerah (Heat effected Zone) HAZ yang lebar jika dibandingkan dengan spesimen A dan B. Hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa jenis struktur mikro yang muncul pada spesimen A, B dan C adalah ferrite dan pearlite. Pada spesimen A daerah HAZ terlihat pearlite dan ferit Widmanstatten yang memiliki ukuran butiran besar, dengan orientasi arah yang hampir sama, sehingga memudahkan terjadinya perambatan retak. sedangkan pada spesimen B dan C daerah HAZ terlihat pearlite dan acicular ferit dengan butiran yang halus dan mempunyai ketangguhan lebih tinggi dibanding strutur mikro yang lain.

Kata kunci: visual inspection, penetrant test, radiografi, struktur makro, struktur mikro, pengelasan, SMAW

ABSTRACT

ST 37 material is a low carbon steel that is widely used for construction. One of the connection processes that is often done is the welding process. This research is intended to find the electrical current that produces the best welding in the SMAW process on 3G position with a thickness of 10 mm based on visual inspection tests, penetrant tests, radiographic tests, macro and micro structures that have been done. The results shows that the electrical current is 70 amperes root, 100 amperes fill, and 100 amperes capping. The current strength used in sample A is in the small category, in sample B it is in the medium category and the sample C is in the large category. Based on the results of visual tests, penetrant tests and radiographic tests, specimen B status was "accepted" while A and

C were not in accordance with standard criteria so their status was "rejected". In the macro structure test, specimen B has the best results when compared to specimens A and C. where specimen A has a slag inclusion defect in internal welding, while specimen C shows a wide HAZ when compared to specimens A and B. The microstructure test shows that microstructure types that appear in specimens A, B and C are ferrite and pearlite. In specimen A, the HAZ shows pearlite and Widmanstatten ferrite that has large grain size with almost the same orientation, that lets a crack propagation occur easily. Whereas in specimens B and C, the HAZ shows pearlite and acicular ferrite with fine grains which have higher toughness compared to other micro structure.

Keywords: visual inspection, penetrant test, radiography test, macro structure, micro structure, welding, SMAW

PENDAHULUAN

Proses Pengelasan digunakan pada beberapa bidang industri diantaranya seperti boiler, perkapalan, pipa saluran bertekanan dan lain sebagainya. Disamping itu proses pengelasan dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan keras pada perkakas, mempertebal bagian yang sudah aus dan lain-lain. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi merupakan sarana untuk mencapai proses pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat las yaitu kekuatan dari sambungan dan memperhatikan sambungan las sehingga hasil dari pengelasan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Proses pengujian hasil pengelasan yang yang dilakukan berdasarkan Permenakertrans No.2 tahun 1982 mengenai Klasifikasi juru las di tempat kerja diantaranya pengujian visual, radiografi, makropis, dan sifat mekanik. Proses pengujian hasil lasan perlu dilakukan untuk menjamin kekuatan dan keselamatan sambungan las.

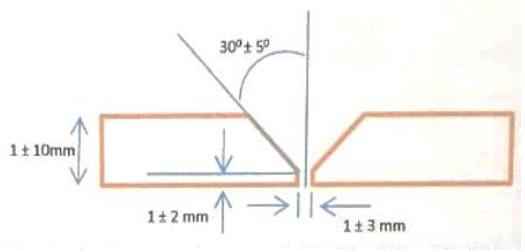
Dibidang pelatihan kerja tepatnya di Balai Latihan Kerja kompetensi Dinas Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Provinsi Jawa Barat, kejuruan Teknik Las, proses pengelasan yang sering digunakan yaitu pengelasan *Shield Metal Arc Weldinig (SMAW)*, tebal pelat yang digunakan beragam, dari tebal pelat tipis yaitu ukuran 5 mm sampai pelat tebal dengan ukuran 12 mm, bahan yang digunakan adalah baja karbon ST 37. Menurut *DIN 17100* baja karbon ini banyak digunakan untuk konstruksi umum dan mudah untuk dilakukan pengelasan. Sehingga, penulis mengangkat judul penelitian yaitu analisis pengaruh kuat arus listrik terhadap hasil pengelasan *SMAW* material st 37 dengan elektroda jenis *low hidrogen* pada pengujian visual, radiografi, struktur makro, dan struktur mikro

METODOLOGI

Pada penelitian ini Proses pengelasan yang diamati merupakan proses *SMAW*. Posisi pengelasan 3G dengan sambungan *Butt Joint single V*, dengan teknik pengelasan *Vertical Up*. Material yang digunakan yaitu material baja karbon rendah ST 37 dengan ukuran plat 10 mm x 100 mm x 300 mm (dibevel 30 □). Menggunakan elektroda Jenis *Low Hydrogen* dengan standard AWS A5.1 E 7016 – 52-U untuk *root* diameter 2,6 dan AWS A5.1 E 7016 diameter 3,2 untuk *filling* dan *capping* dengan variasi parameter pengelasan sesuai rekomendasi manufaktur elektroda. Tabel 1 menunjukkan parameter besar arus listrik yang digunakan. Desain sambungan yang digunakan dalam penelitian seperti dalam gambar 1.

Tabel .1 Variasi besar arus

Spesimen A	Spesimen B	Spesimen C
Root : 60 A	*Root* : 70 A	*Root* : 80 A
Fill : 80 A	*Fill* : 100 A	*Fill* : 120 A
Cap : 80 A	*Cap* : 100 A	*Cap* : 120 A



Gambar 1. Desain sambungan las

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian visual, penetrant test, radiografi, metalografi struktur makro, dan metalografi struktur mikro. Dengan mengcu kepada *Acceptable criteria standard* yang digunakan adalah *AWS D1.1. Structural Welding Code-Steel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Visual dan Penetrant

Berdasarkan hasil pengamatan *visual inspection* dan *penetrant test* yang dituangkan dalam dokumentasi dan report pengujian, Berikut hasil pengujian spesimen yang dapat di lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan *visual inspection* dan *penetrant test*

NO.	SPESIMEN MARKING	WELDING DEFECT		RESULT
		WELD FACE	ROOT WELD	
1	A1	excessive reinforcment, Incomplate Fusion, Slag Inclusion, Undercut	Undercut	Rejected
	A2	Undercut, Incomplate Fusion, excessive reinforcment,	-	Rejected
	A3	excessive reinforcment, Undercut	Undercut	Rejected
2	B1	Undercut	-	Accepted
	B2	Undercut	-	Accepted
	B3	Undercut	-	Accepted
3	C1	excess Wide Bead, Arc Strike, Undercut, Angular distortion	-	Rejected
	C2	excess Wide Bead, Slag Inclusion, Arc Strike Undercut, Angular distortion	Undercut , root concavity	Rejected
	C3	excess Wide Bead, Surface cold lap, start stop, Arc Strike Undercut, Angular distortion	-	Rejected

Dari tabel 2 terlihat bahwa hasil pengelasan pada spesimen A, B, dan C terdapat beberapa cacat. Tidak semua spesimen yang memiliki cacat dikatagorikan *rejected*, hal ini dikarenakan penentuan *accepted dan rejected* berdasarkan standar yang digunakan yaitu *AWS D1.1*.

Salah satu cacat yang timbul pada weld face spesimen A adalah *exessive reinforcment* , cacat ini merupakan salah satu jenis cacat pengelasan yang disebabkan salah satunya karena kuat arus listrik yang digunakan saat capping relatif rendah. batas toleransi yang diberikan pada standard *AWS D1.1* yaitu 3 mm sedangkan cacat *exessive reinforcment* yang ditemukan pada spesimen A melebihi 3 mm, hal ini menyebabkan seluruh spesimen A dinyatakan reject dan perlu dilakukan perbaikan sesuai prosedur. Pada sisi *Weld root* terlihat hasilnya lebih baik, tidak teralu banyak cacatan.

Pada spesimen B tidak terlalu banyak cacat las yang ditemukan, terlihat cacat las *undercut* , namun hasil pengukuran tercatat kurang dari 1 mm. sehingga spesimen B dinyatakan *accapted*. Pada sisi *weld root* tidak ditemukan cacat. Cacat yang adapun masih masuk toleransi standar.

Spesiman C terlihat memiliki banyak cacat las, diantaranya *sharp and deep undercut*, setalah diukur melebihi standra yaitu 1,5 mm dimana batas standar yaitu 1 mm. Selain itu,, *wide bead* yang terlalu lebar dan profile las yang buruk membuat hasil seluru spesimen C dinyatakan *rejected*. Pada sisi *weld root* terlihat ada cacat undercut namun tidak dalam, dan di satu lokasi di temukan *root cocavity.*

2. Pengujian Radiographi

Hasil pengamatan uji radioghrapi ini didapatkan dari interpreter yang telah memiliki kualifikasi di bidang Radiographi interpreter, didapatkanlah data aktual radiographi pada report dan dituangkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan pengujian radiographi

NO	SPESIMEN MARKING	INTERNAL WELDING DEFECT	RESULT
1	A1	Slag Inclusion > 10 mm	Rejected
	A2	Porosity 3 mm Poor Profile	Rejected
	A3	Incomplate Fusion < 2" Porosity 3 mm	Rejected
2	B1	Undercut 0,5 mm	Accepted
	B2	Undercut 0,5 mm	Accepted
	B3	Undercut 0,5 mm	Accepted
3	C1	cluster Porosity Elongated Slag inclusion > 10 mm	Rejected
	C2	Slag Inclusion > 10 mm Porosity 3 mm	Rejected
	C3	Poor Profile Slag inclusion > 10 mm	Rejected

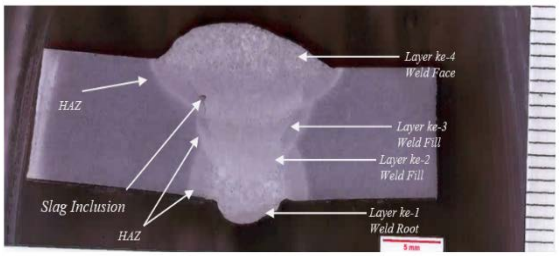
Dari data yang tertuang pada tabel 3 terlihat bahwa cacat pengelasan internal yang banyak timbul pada spesimen A adalah *Slag Inclusion* dan *Incomplate Fusion* salah satu penyebab dari timbulnya cacat tersebut berdasarkan buku welding inspection penulis Sri Widharto adalah kuat arus cenderung rendah pada saat pengelasan lajur [1]. Karena cacat tersebut sudah diluar batas penerimaan standard maka spesiman A dinyatakan *rejected*. Sedangkan pada spesimen B tidak terdapat cacat internal namun cacat visual pada *weld face* yaitu *undercut*. Kedalaman undercut masih dalam batas penerimaan, sehingga spesimen B dikategorikan *accepted*.

Cacat las yang timbul pada Spesimen C adalah porosity dan poor profile kedua cacat ini disebabkan salah satunya karena kuat arus pengelasan yang digunakan terlalu tinggi [2]. Sehingga, Karena cacat tersebut sudah diluar batas penerimaan standard maka spesiman C dinyatakan rejected.

3. Pengujian Sturktur Makro

Setelah dilakukan pengujian methalographi struktur makro dilakukan lah

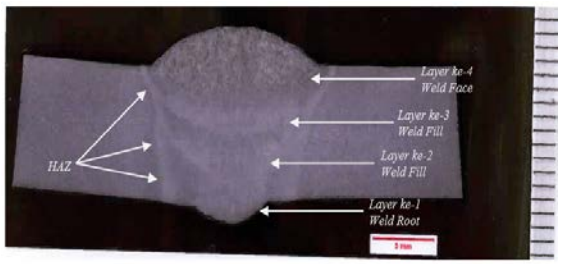
pengamatan hasil langsung dengan mata telanjang untuk memeriksa penetrasi lasan, bentukan lapisan las, ukuran dari daerah pengaruh panah (*HAZ*), dan kemungkinan munculnya cacat las. Spesimen uji diambil dari potongan benda kerja dengan permukaan halus yang dilapis cairan asam. Berikut merupakan foto struktur makro spesimen A,B dan C.



Gambar 2. Foto pengujian Makro spesimen A

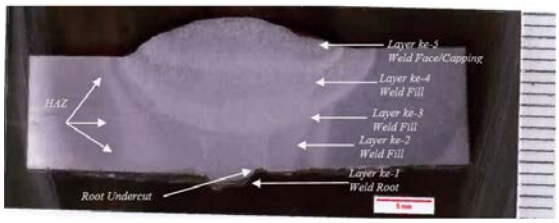
Struktur makro spesimen A memiliki penetrasi lasan yang menonjol dengan ukuran 3 mm bentukan lapisan las terlihat menyatu dengan lapisan las lainnya, sebanyak 4 layer pengelasan terdiri dari lapisan *weld root* pada lapisan pertama, kedua dan ke tiga merupakan lapisan pengelasan weld fill, dan yang terakir atau ke- 4 adalah *weld face/capping*, terlihat *Heat affected zone (HAZ)* yang merupakan logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat sehingga daerah ini yang paling kritis dari sambungan pengelasan.

Dari gambar 2 terlihat daerah *HAZ* relatif sedikit jika dibandingkan dengan spesimen B dan C, karena kuat arus yang digunakan pada spesimen A lebih kecil dibandingkan dengan spesimen B dan C. selain daerah HAZ, Di lapisan pengelasan layer ke-3 teramati cacat *las slag inclusion* (lihat gambar 2), cacat yang teramati sejalan dengan hasil pengamatan cacat las pada pengujian radioghrapi.



Gambar. 3 Foto pengujian makro spesimen B

Struktur makro spesimen B memiliki penetrasi lasan yang menonjol dengan ukuran 2-2,5 mm, bentukan lapisan las terlihat menyatu dengan lapisan las lainnya, sebanyak 4 layer pengelasan terdiri dari lapisan *weld root* pada lapisan pertama, kedua dan ke tiga merupakan lapisan pengelasan weld fill, dan yang terakir atau ke- 4 adalah *weld face/ capping*, terlihat *HAZ* relatif sedang dibandingkan dengan spesimen A dan C. Pada spesimen B ini tidak telihat indikasi cacat.



Gambar. 4 Foto pengujian makro spesimen C

Struktur makro spesimen C memiliki penetrasi lasan yang menonjol dengan ukuran 3 mm, bentukan lapisan las terlihat menyatu dengan lapisan las lainnya, sebanyak 5 layer pengelasan terdiri dari lapisan weld root pada lapisan pertama, kedua, ketiga, dan keempat merupakan lapisan pengelasan *weld fill*, dan yang terakir atau kelima adalah *weld face/ capping*, terlihat daerah *HAZ* dari gambar 3 terlihat daerah *HAZ* relatif lebih lebar jika dibandingkan dengan spesimen A dan B, karena kuat arus yang digunakan pada spesimen C lebih besar dibandingkan dengan spesimen A dan B. selain daerah *HAZ*. Lapisan pengelasan layer ke-1 teramati cacat las *root undercut* (lihat gambar 4), karena cacat las yang teramati masih di cacat yang teramati sejalan dengan hasil pengamatan cacat las pada pengujian visual dan penetrant test.

Dari pengamatan foto struktur makro ketiga spesimen diatas, dapat disimpulkan data seperti dalam tabel 4.

Tabel. 4 Hasil pengamatan pengujian makro

NO	*LAYER*	*WELDING DEFECT*	Daerah *HAZ*
1	4	*Slag Incluion*	Sedikit (lihat gambar 2)
2	4	-	Sedang (lihat gambar 3)
3	5	*Root Undercut*	Lebar (lihat gambar 4)

4. Pengujian Sturktur Mikro

Pada pengamatan struktur mikro hasil pengelasan penulis akan membahas daerah hasil pengujian struktur mikro. Sebagaimana

dijelaskan sebelumnya bahwa lokasi pengambilan foto pada spesimen dikategorikan menjadi 3 bagian, yaitu : *base metal* (benda kerja awal), *heat affected zone* (daerah terpengaruh panas) dan weld metal (logam las) yang terdiri dari *top weld dan root weld*.

Base metal merupakan bagian logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur maupun sifat pada logam tersebut. Pada gambar 5 merupakan foto struktur mikro yang didapatkan pada base metal spesimen A, B, dan C.

Berdasarkan diagram fasa *FE-C* foto pengujian struktur mikro pada base metal 500X terlihat base metal baja low karbon ST 37 ini terdiri dari struktur pearlite dan ferrite, seperti yang tampak pada gambar 5, dimana pearlite terdiri dari lapisan cementite [1]. Pada spesimen A, B, dan C foto struktur mikro tampak sama, hal ini menggambarkan bahwa material yang digunakan pada spesimen merupakan material yang digunakan sama yaitu low carbon steel ST 37.



Gambar. 5 Foto pengujian struktur mikro pada base metal 500X

Pengamatan pada daerah *Heat affected zone (HAZ)* yang merupakan logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan sehingga daerah ini menjadi daerah paling kritis dari sambungan las karena meninggalkan tegangan sisa. Spesimen A, B, dan C memiliki parameter pengelasan yang berbeda untuk mengetahui perbedaan yang terdapat daerah *HAZ* penulis mengamati hasil pengujian metalografi test struktur mikro pada spesimen seperti gambar 6.

Foto pengujian metalografi test struktur mikro pada *HAZ* 500X berdasarkan diagram fasa FE-C [2], terlihat bahwa suhu sekitar 723 C merupakan suhu transformasi austenite menjadi fasa pearlite (yang merupakan gabungan fasa *ferrite* dan *sementite*). Transformasi fasa ini dikenal sebagai reaksi eutectoid dan merupakan dasar proses perlakuan panas dari baja. Bila baja dipanaskan hingga mencapai suhu austenite dan kemudian didinginkan perlahan-lahan selama beberapa jam untuk mencapai suhu kamar, maka sutruktur fasa yang dihasilkan adalah campuran dari ferrite dan sementite.

Waktu pendinginan yang lama akan menyebabkan jenis struktur mikro yang paling banyak terbentuk adalah *feritte Widmanstatten*. Kandungan oksigen yang besar juga akan menyebabkan terbentuknya *ferrite Widmanstatten* dan ferit batas butir dengan ukuran yang besar. Seperti di jelaskan Abson dan Pargeter jika temperatur pengelasan lebih rendah maka akan terbentuk *ferit Widmanstatten*. Jenis struktur mikro ini terbentuk pada temperatur 750°C – 650°C disepanjang batas butir. Seperti yang terlihat pada gambar 6. dimana Terlihat saat perlakuan pada spesimen A di daerah *HAZ* pembesaran 500x, terliha fasa berbentuk tajam. Fasa tersebut adalah fasa *Ferrite Widmanstaten* memiliki ukuran butiran besar dengan orientasi arah yang hampir sama sehingga memudahkan terjadinya perambatan retak [8].

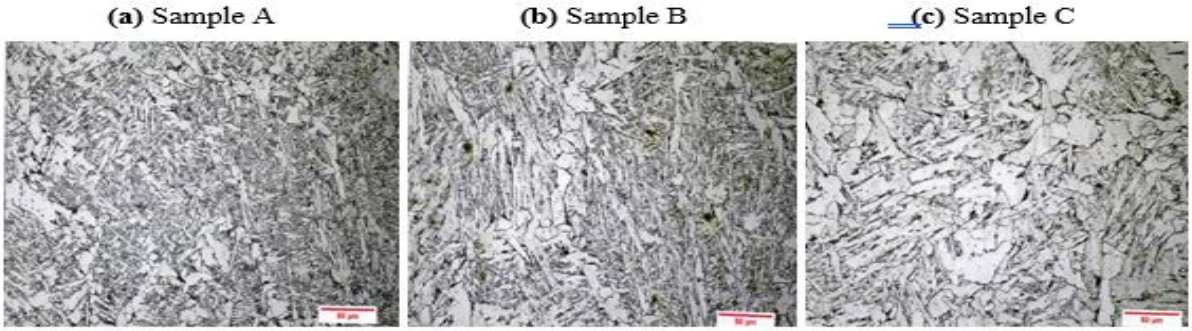
Sedangkan hasil foto butiran pada spesimen B dan C akan lebih baik karena distribusi ukuran ferrite yang lebih rata dan halus dibandingkan dengan A. jika dilihat bentuk butiran yang timbul merupakan *Ferrite Acicular*, dimana *Abson dan Pargeter* menjelaskan bahwa *Ferrite Acicular*, berbentuk intragranular dengan ukuran yang kecil dan mempunyai orientasi arah yang acak. Biasannya jenis struktur mikro *acicular ferit* terbentuk sekitar temperatur 650^{o}C dan mempunyai ketangguhan lebih tinggi dibanding strutur mikro yang lain [2]. Setelah melakukan pengamatan pada daerah base metal dan *HAZ*, selanjutnya yang akan diamati adalah bagian *weld metal*, *Weld metal* adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku, komposisi logam las terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda [3]. Dimana bagian *weld metal* yang diamati ada dua lokasi, yaitu *top weld* dan *root weld* (gambar 7 dan gambar 8).

Baja carbon rendah seperti ST 37 dengan nilai carbon 0,17 akan mengalami perubahan struktur mikro menjadi beberapa jenis setelah dilas, dimana sifat-sifatnya masing-masing struktur mikro tersebut berbeda beda baik dari kekerasan, kuat tarik mupun sifat-sifat lain seperti kepekaan terhadap keretakan dan serangan karat.

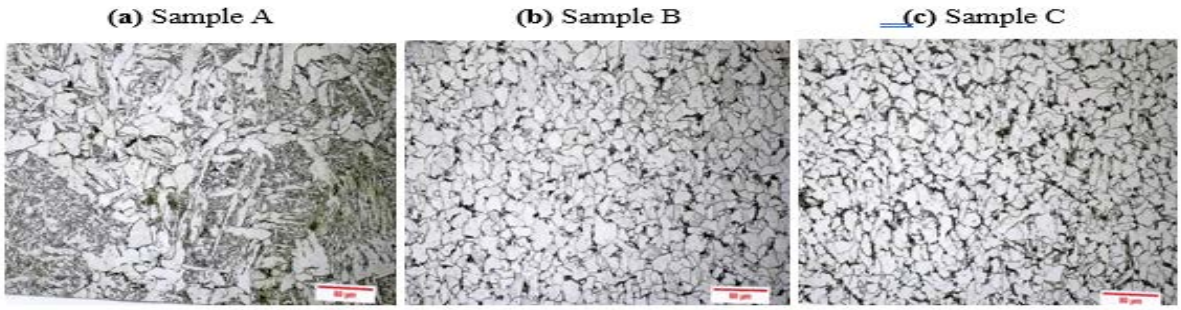
Struktur fasa yang muncul saat mengamati hasil struktur mikro pada gambar 7 dan 8 adalah ferrite dan pearlite namun terlihat bentuk butiran berbentuk manik-manik *(columnar bead)*. Sifatnya mirip dengan memiliki ukuran butiran besar dengan *fasa Ferrite Widmanstaten* dimana orientasi arah yang hampir sama sehingga memudahkan terjadinya perambatan retak [2]. Namun pada *root weld* hasil foto spesimen B dan C terlihat bentuk fasa yang rata, lebih halus dan berbentuk intragranular dengan ukuran yang kecil dan mempunyai orientasi arah yang acak. Biasannya jenis struktur *mikro acicular ferit* yang mempunyai ketangguhan lebih tinggi dibanding strutur mikro yang lain.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa secara umum pada spesimen A, B dan C jenis struktur mikro yang muncul adalah ferrite dan pearlite, namun disetiap lokasi pengambilan foto struktur mikro terdapat perbedaan bentuk butiran. Pada daerah *HAZ* spesimen A terlihat pearlite dan *ferit Widmanstatten* dengan butiran yang lebih tajam, sedangkan pada daerah *HAZ* spesimen B dan C terlihat pearlite dan *acicular ferit* dengan butiran yang halus.

Berbeda dengan daerah top weld dan root weld pada spesimen A terlihat keduanya merupakan fasa *pearlite* dan *ferit Widmanstatten* sedangkan pada spesimen B dan C pada top weld butiran terlihat tajam layaknya *ferit Widmanstatten* dan *pearlite*, sedangkan pada root weld butiran terlihat seperti butiran pada base metal dengan *fasa pearlite* dan *acicular ferit*.



Gambar 7. Foto pengujian struktur mikro pada top weld 500X



Gambar 8. Foto pengujian struktur mikro pada bottom weld 500X

KESIMPULAN

Hasil pengujian visual, penetrant test dan radiograpi test, spesimen B dinyatakan accepted sedangkan A dan C dinyatakan tidak sesuai dengan kriteria standard sehingga dinyatakan *rejected*. Pada pengujian struktur makro B memiliki hasil yang paling baik jika dibandingkan specimen A dan C. dimana spesimen A terdapat cacat *slag inclusion* pada internal pengelasan dan, sedangkan specimen C terlihat daerah *HAZ* yang lebar jika dibandingkan dengan spesimen A dan B.

Hasil pengujian struktur mikro secara keseluruhan jenis struktur mikro yang muncul pada spesimen A, B dan C adalah ferrite dan pearlite. Pada spesimen A daerah *HAZ* terlihat pearlite dan *ferit Widmanstatten* dengan memiliki ukuran butiran besar dengan orientasi arah yang hampir sama sehingga memudahkan terjadinya perambatan retak, sedangkan pada spesimen B dan C daerah *HAZ* terlihat pearlite dan acicular ferit dengan butiran yang halus dimana mempunyai ketangguhan lebih tinggi dibanding strutur mikro yang lain.

Kuat arus yang menghasilkan pengelasan paling baik pada proses *SMAW*

posisi 3G material ST 37 dengan tebal 10 mm berdasarkan pengujian visual, penetrant test, radiografi , struktur makro dan mikro yang telah dilakukan. Didapatkan lah hasil tersebut dimana kuat arus pengelasan *root* 70 ampere, *fill* 100 *ampere* dan capping 100 *ampere*.

SARAN

Perlu dilakukan jenis pengujian yang lain dalam penelitian selanjutnya seperti pengujian Kekerasan, keuletan, dan kekuatan tarik agar data penelitan pengaruh kuat arus ini dapat lebih akurat dan sempurna. Perlu dilakukan pengujian secara mekanik pada bagian memanjang peneglasan untuk mengetahui kesetabilan pada pengelasan.

Perlu dilakukan penelitian pada material yang berbeda, seperti stainless, alumunium, titanium , dll .Agar dilakukan dengan proses pengelasan dan posisi pengelasan yang berbeda. Seperti proses GMAW, GTAW, atau SAW.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini, sehingga penelitian dan penulisan artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Alhamdulillah.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Widharto “Welding Inspection” *Mitra Wacana Media*, (2013): 9-10

[2] Winarto, The Japan Welding Society, Asosiasi Pengelasan Indonesia. “TEKNOLOGI PENGELASAN”, The Japan Welding Society, (2010): 93

[3] Abson, D. J. dan Pargeter, R. J., 1986, Factors Influencing Strength, “Microstructure and Toughness of as Deposited Manual Metal Arc Welds Deposited Manual Metal Arc Welds Suitable for CMn Steel Fabrications, International Metal Reviews”, vol. 31, No. 4, 141-193

P-42

KARAKTERISTIK DAN PREFERENSI PENGGUNA MODA TRANSPORTASI MENUJU BANDARA SOEKARNO – HATTA (Studi Kasus: Terminal 1 dan 2 Bandara Soekarno-Hatta)

Characteristics and Preferences of Transportation Users towards Soekarno-Hatta Airport.

Dita N. Salsabila [1], Idi Namara [2]
[1,2]Tanri Abeng University , Jl. Swadarma Raya No . 58 , Jakarta
[2]Tanri Abeng University , Jl. Swadarma Raya No . 58 , Jakarta

E-mail : dita.salsabila@student.tau.ac.id

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 05-11-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Masyarakat membutuhkan sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Hal ini disebabkan karena transportasi merupakan kebutuhan turunan (derived demand) dari suatu sistem aktivitas yang fungsi utamanya adalah menjembatani jarak geografis antara "produsen" dan "konsumen". Oleh karena itulah bandara biasanya dibangun di pinggiran kota atau bahkan jauh di luar kota. Penulisan Tugas Akhir ini untuk mengetahui sampai sejauh mana Karakteristik Dan Preferensi Pengguna Moda Transportasi Menuju Bandara Soekarno – Hatta. Analisis yang didapatkan bahwa faktor karateristik pelaku perjalanaan dimana usia, penghasilan, pekerjaan, juga kepemilikan kendaraan. Dan faktor karakteristik pergerakan pelaku perjalanaan yang meliputi maksud perjalanaan, berapa kali melakukan perjalanaan, dan asal pelaku perjalanaan. Dengan menyebarkan kuesioner kepada 100 responden. Setelah data didapatkan maka dianalisa dengan teori preferensi. Maka didapatkan preferensi pengguna masing – masing moda transportasi sebanyak Bus DAMRI 33 pelaku perjalanaan, Taksi 15 responden, Kendaraan Pribadi 27 pelaku perjalanaan dan KA Bandara 25 responden. Maka sebelum adanya KA Bandara masyarakat menggunakan transpotasi umum seperti DAMRI, Taksi, dan Kendaraan pribadi dan setelah adanya KA Bandara masyarakat masih busa memilih dan memanfaatkan kendaraan umum lainnya dengan alasan masing – masing responden.

Kata Kunci : Karakteristik Pelaku Perjalanan, Sistem Pergerakan, Preferensi.

ABSTRACT

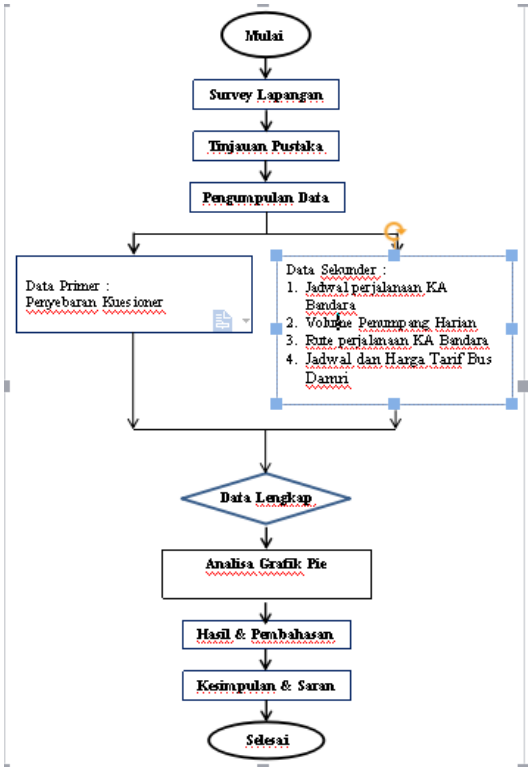
Communities need adequate transportation facilities and infrastructure. This is because transportation is a derived demand (derived demand) from an activity system whose main function is to bridge the geographical distance between "producers" and "consumers". Therefore, airports are usually built on the outskirts of the city or even far outside the city. The writing of this Final Project is to find out to what extent the Characteristics and Preferences of Users of Transportation Mode Towards Soekarno-Hatta Airport. The analysis found that the characteristics of the perpetrators of the journey where age, income, occupation, as well as vehicle ownership. And the characteristic factors of the movement of the perpetrators of the journey include the purpose of the trip, the number of times the trip is carried out, and the origin of the perpetrator of the journey. By distributing questionnaires to 100 respondents. After the data is obtained, it is analyzed with preference theory. So the user preferences of each mode of transportation were obtained as many as 33 DAMRI Bus operators, 15 respondents Taxi, Private Vehicle 27 travel participants and 25 Airport Train participants. So before the public airport train, public transportation such as DAMRI, taxi and private vehicles were used and after the airport train, people could still choose and use other public vehicles with the reasons of each respondent.

Keywords: Characteristics of Travel Agents, Movement Systems, Preferences.

PENDAHULUAN

Salah satu alat transportasi yang kini diandalkan oleh masyarakat adalah pesawat terbang. Dengan keunggulannya yang dapat menempuh jarak tertentu dengan waktu tempuh yang lebih singkat [1], Namun kelemahannya adalah membutuhkan prasarana yang berupa bandara dengan segala kelengkapannya pada lahan yang cukup. Sebagai bandara utama sekaligus pintu gerbang Indonesia, sudah selayaknya Bandara Soekarno-Hatta memiliki keterpaduan dengan sistem angkutan darat lainnya untuk memudahkan akses dari dan menuju pusat kota [6] Saat ini, sarana transportasi umum yang melayani rute menuju Bandara Internasional Soekarno-Hatta hanya meliputi bis, taksi, dan DAMRI dengan akses keluar masuk utama bandara melalui Jalan Tol Prof. Sediyatmo. Pada tanggal 1 Februari 2008 Jalan Tol Prof. Sediyatmo yang merupakan akses utama menuju dan dari Bandara Soekarno-Hatta ditutup karena banjir. Maka semenjak kejadian itu, sebagai akses alternatif dari dan menuju Bandara Soekarno-Hatta dipilih dengan menggunakan moda kereta api, dengan pertimbangan sebagai layanan yang andal di saat akses jalan tol juga sering didera kemacetan. Moda transportasi kereta api ini dikenal dengan Kereta Api Bandara Soekarno-Hatta. *Airport Rail Link* adalah kereta penumpang yang menghubungkan antara bandara dengan pusat kota yang dilayani oleh bandara tersebut Permen Menhub No 43 [2]. Transportasi menunjukkan hubungan yang sangat erat dengan gaya hidup, jangkauan dan lokasi dari kegiatan yang produktif, selingan serta barang–barang dan pelayanan, yang tersedia untuk dikonsumsi [9]. Setiap manusia mempunyai karakteristik individu yang berbeda-beda antara yang satu dengan yang lain karakteristik individu mencakup usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, status perkawinan di masa kerja dalam organisasi [10]. Karakteristik pengguna dalam penelitian ini misalnya adalah usia, gender, serta status pernikahan. Usia seseorang mungkin akan mempengaruhi perilakunya dalam aktivitas ekonominya. Karakteristik pelaku perjalanan merupakan ciri atau karakteristik dari pelaku pengguna moda transportasi, misalnya tingkat pendapatan, kepemilikan kendaraan,tempat tinggal, faktor sosial ekonomi lainnya, kepemilikan SIM, struktur rumah tangga, lokasi kerja [3]. Preferensi pelanggan adalah sikap pelanggan yang menginginkan suatu barang atau jasa berdasarkan kemampuan yang dimiliki untuk memberikan nilai kepuasan terhadap apa yang dibeli atau yang ditawarkan [7]. Karakteristik Pengguna moda transportasi yaitu tempat tinggal, pekerjaan , penghasilan dan kepemilikan kendaraan [12]. Untuk pemilih moda transportasi di negara yaitu *Captive User* dan *Choiser User* [7]. Faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan moda transportasi yaitu biaya perjalanan, waktu perjalanan, kenyamanan dan kemudahan [8]. Penentuan responden dilakukan dengan menggunakan cara yaitu Responden dari masyarakat di lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Simple Random Sampling* secara Proposional [4].

METODOLOGI



Gambar 1. Metodologi Penelitian

SURVEI LAPANGAN

Sebelum dilakukan penelitian yang sebenarnya, terlebih dahulu dilakukan survei pendahuluan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian. Survei pedahuluan dilakukan secara random pada skala populasi yang kecil. Tujuannya adalah untuk menentukan lokasi, Mengamati kondisi dan meneliti tingkat kesesuaian dari metode survey dengan kuesioner yang digunakan

Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan survei di terminal 1 dan 2 terhadap penumpang yang menggunakan moda transportasi umum (bus DAMRI, Taksi dan KRL Bandara) dan mobil pribadi, yang bertujuan menuju Bandara Soekarno-Hatta.

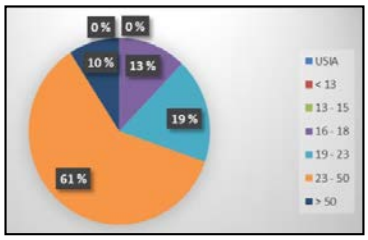
Pengambilan Data

penyebaran kuisioner kepada para pengguna moda transportasi menuju Bandara Soekarno-Hatta dilakukan selama empat hari, waktu pelaksanaan survei dilakukan pada jam kerja yaitu pagi, siang, dan sore.

Karakteristik Pelaku Perjalanan / Responden Pengguna *Airport Bus* DAMRI

Hasil survei yang telah dilakukan di kawasan terminal penumpang Bandara Soekarno – Hatta yaitu terminal 1 dan 2 keberangkatan maupun penjemputan. Adapun hasil dari survei tersebut adalah sebagai berikut:

a. Berdasarkan Usia dari Pelaku Perjalanan/Responden. Para calon penumpang pesawat yang menggunakan bus DAMRI memiliki umur cukup beragam, yaitu 17 tahun sampai 64 tahun. Kelompok yang paling banyak dengan usia 23 – 50 tahun dengan jumlah 20 orang (61%), sedangkan yang memiliki umur rentang 19 – 23 tahun berjumlah 6 orang (19%), pada umur 16-18 tahun 4 orang (13%) dan angka yang terkecil yaitu pada umur > 50 tahun sekitar 3 orang (9%).

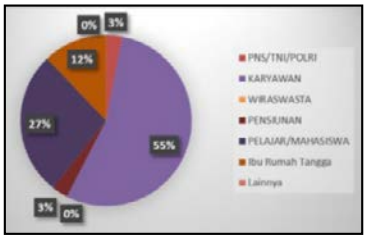


Gambar 2. Komposisi Responden Pengguna Bus DAMRI berdasarkan Usia

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

b. Berdasarkan Pekerjaan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Pekerjaan disini di golongkan menjadi enam bagian yaitu PNS/TNI/POLRI, Karyawan,pekerjaan sebagai Karyawan, Pelajar/Mahasiswa dan Ibu Rumah Tangga sebanyak (27%) dan (12 %) dengan tujuan yang berbeda – beda seperti hanya ingin berekreasi atau menjemput kerabat maupun keluarga, dengan jumlah responden yang sedikit yaitu PNS/TNI/POLRI dan Pensiunan masing – masing (3%) Wiraswasta,

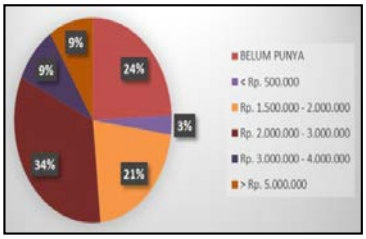
Pensiunan, Pelajar/Mahasiswa, dan Ibu Rumah Tangga. Dari hasil survei menyatakan bahwa paling banyak atau yang mendominasi sebanyak (55%) memiliki



Gambar 3. Komposisi Responden Pengguna Bus DAMRI berdasarkan Pekerjaan

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

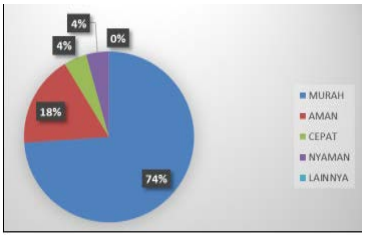
c. Berdasarkan Pendapatan/Penghasilan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Pada tingkat pendapatan di bagi menjadi 6 kelompok dari yang tidak memiliki penghasilan, < Rp 500.000, Rp. 1.500.000 - 2.000.000, Rp. 2.000.000 - Rp 3.000.000, Rp 3.000.000 - Rp 4.000.000 dan > Rp 5.000.000. Dari hasil survei mendapatkan yang paling banyak menaiki bus DAMRI dengan penghasilan Rp 2.000.000 sampai dengan Rp 3.000.000 sebanyak 11 Responden dengan nilai persentase (34%), maka sekitar (74%) alasan kenapa lebih banyak memilih transportasi bus DAMRI dengan alasan harga tiket atau biaya yang dikeluarkan terbilang sangat murah. Beberapa yang tidak memiliki penghasilan hingga (24%) yang notabene memiliki atau masih diberi uang saku oleh keluarganya dan beberapa berpenghasilan tidak tetap dan pada pendapatan Rp. 1.500.000 – Rp. 2.000.000 memiliki persentase (21%). Beberapa memiliki persentase yang sama yaitu (9%) pada pendapatan 3.000.000 - Rp 4.000.000 dan > Rp 5.000.000, sedangkan pada pendapatan < Rp 500.000 hanya (3%).



Gambar 4. Komposisi Responden Pengguna Bus DAMRI berdasarkan Pendapatan

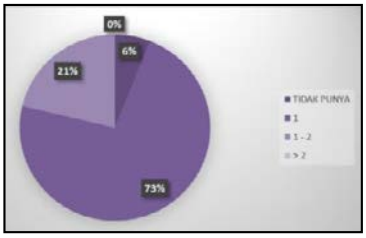
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

d. Berdasarkan Pemilihan Moda Transportasi dari Pelaku Perjalanan/Responden. Maka pemilihan moda transportasi bus DAMRI ditentukan oleh tingginya pendapatan dan murahnya biaya yang dikeluarkan dengan nilai responden 74% maka banyak yang memilih bus DAMRI tersebut. Sedangkan pada keamanan kendaraan atau perjalanan hanya sampai 18% berbanding jauh dari kenyamanan dan kecepatan yang hanya mendapatkan 4% dari responden



Gambar 5. Komposisi Responden Pengguna Bus DAMRI berdasarkan Alasan Memilih Transportasi.
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

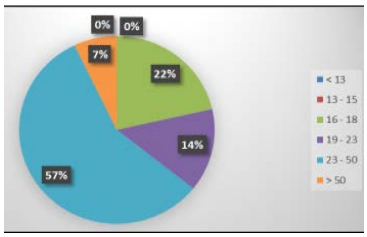
e. Berdasarkan kepemilikan kendaraan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Karakteristik responden tentang kepemilikan kendaraan yang dibagi atas 4 kategori yaitu tidak memiliki, memiliki 1 kendaraan, 1– 2 kendaraan, dan > 2 kendaraan. Hasil survei didapatkan bahwa yang memiliki 1 kendaraan paling banyak sebanyak 73% atau sebanyak 24 responden angka ini membuktikan bahwa bus DAMRI adalah kendaraan yang sangat membantu dengan rata-rata memiliki 1 kendaraan, dengan kata lain para pengguna lebih memilih bus DAMRI dibandingkan memakai kendaraan pribadi mereka, 42% dari pemilik 1 kendaraan adalah roda dua dan 29% adalah roda empat. Sedangkan pada kepemilikan kendaraan 1 - 2 kendaraan sebanyak 7 responden sekitar 21% dari kepemilikan, sedangkan pada jumlah > 2 tidak ada yang memiliki.



Gambar 6. Komposisi Responden Pengguna Bus DAMRI berdasarkan Kepemilikan Kendaraan.
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

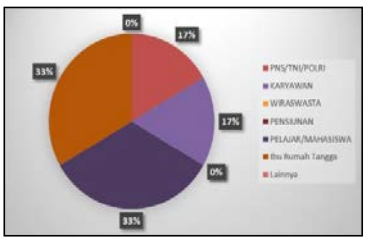
Karakteristik Pelaku Perjalanan / Responden Pengguna Taksi

a. Berdasarkan Usia dari Pelaku Perjalanan/ Responden. Berdasarkan hasil survei yang dilakukann dengan kategori umur yang paling banyak menaiki atau memilih moda taksi sebagai kendaraan menuju Bandara Soekarno-Hatta, pada usia yang paling banyak pada umur 35 – 50 tahun dengan persentase 57% sedangkan pada usia 16-18 tahun sebanyak 22% dan pada umur 19 – 23 tahun sebanyak 7%. Dari hasil suevey dimpulkan bahwa Taksi tidak diminati oleh responden dengan usia >50 tahun dan usia dibawah 16 tahun



Gambar 7. Komposisi Responden Pengguna Taksi berdasarkan Usia
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

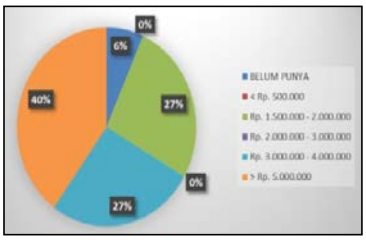
b. Berdasarkan Pekerjaan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Pada survei hasil pengguna taksi berdasarkan pekerjaan didapat yang nilai persentase yang paling banyak adalah wiraswasta dan pelajar mahasiswa masing-masing memiliki nilai persentase 33% sedangkan pekerjaan PNS/TNI/POLRI dan karyawan memiliki nilai persentase yang sama yaitu 17% berbeda dengan pensiunan dan ibu rumah tangga yang tidak memiliki nilai persentase



Gambar 8. Komposisi Responden Pengguna Taksi berdasarkan Pekerjaan
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

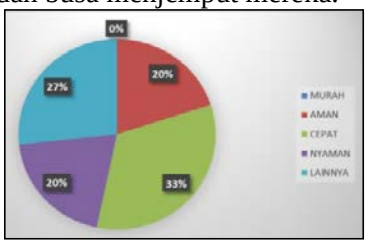
c. Berdasarkan Pendapatan/Penghasilan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Pada survei pendapatan yang memilih taksi dibagi menjadi 6 kelompok dari yang tidak memiliki penghasilan, < Rp 500.000, Rp. 1.500.000 - 2.000.000, Rp. 2.000.000 - Rp 3.000.000, Rp

3.000.000 - Rp 4.000.000 dan > Rp 5.000.000. Penghasilan atau pendapatan perbulan yang paling banyak yaitu > Rp. 5.000.000, sebanyak 40% jumlah ini lebih banyak dibandingkan dengan yang belum berpenghasilan yang hanya memiliki 6% sedangkan <Rp. 500.000 dan Rp 2.000.000 - Rp 3.000.000 yang tidak memiliki persentase, sedangkan 27% dimiliki oleh Rp 3.000.000 - Rp 4.000.000 dan Rp 1.500.000-Rp. 2.000.000 memiliki presentase yang sama dan mendekati presentase 40%



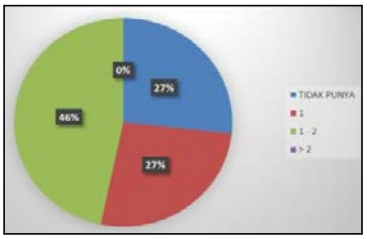
Gambar 9. Komposisi Responden Pengguna Taksi berdasarkan Penghasilan
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

d. Berdasarkan Pemilihan Moda Transportasi dari Pelaku Perjalanan/Responden. Dimana pada pengguna taksi notabene lebih memilih yang cepat dapat dibandingkan dengan yang memiliki waktu tunggu yang lama sehingga nilai persentasenya adalah 33% lebih tinggi dibandingkan dengan murah yang tidak memiliki nilai tersebut. Sedangkan pada pemilihan aman hanya memiliki nilai 20% begitupula dengan nyaman, dan nilai 27% itu lainnya dimana mereka tidak memiliki alasan untuk menaiki taksi karena menurut mereka yang memilih lainnya taksi memudahkan mereka tanpa mereka harus berjalan atau ke tempat stasiun ataupun terminal terlebih dahulu karena taksi busa memuat barang banyak dan busa menjemput mereka.



Gambar 10. Komposisi Responden Pengguna Taksi berdasarkan Alasan Memilih Transportasi.
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

d. Berdasarkan Kepemilikan Kendaraan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Kepemilikan kendaraan yang lebih memilih menggunakan taksi dibandingkan dengan membawa kendaraan sendiri, dan setelah hasil survei didapatkan nilai tertinggi yaitu 46% dimana memiliki 1 – 2 kendaraan sepada motor atau mobil itu sendiri dengan alasan jika mereka membawa mobil sendiri terkesan lebih tidak praktis dibandingkan menggunakan taksi karena kebanyakan memiliki jadwal penerbangan atau mempunyai jadwal perjalanan. Sedangkan yang memiliki 1 kendaraan memiliki nilai persentase 27% notabene dari responden hanya memiliki kendaraan roda dua sama halnya dengan tidak memiliki kendaraan memiliki nilai yang sama dengan 1 kendaraan. Jadi responden pengguna taksi merupakan golongan masyarakat menengah ke atas yang memiliki lebih banyak alternatif pilihan moda transportasi menuju Bandara Soekarno – Hatta dan kepemilikan kendaraan pribadi ternyata tidak menghalangi responden untuk menggunakan moda taksi.

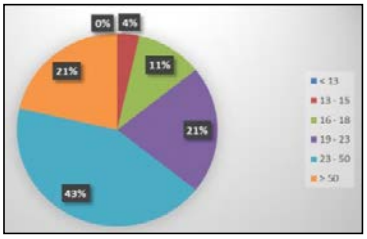


Gambar 11. Komposisi Responden Pengguna Taksi berdasarkan Kepemilikan Kendaraan Transportasi. Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Karakteristik Pelaku Perjalanan / Responden Pengguna Kendaraan Pribadi

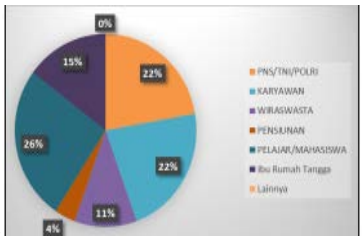
Hasil survei yang telah dilakukan di kawasan terminal penumpang Bandara Soekarno – Hatta adalah sebagai berikut :

a. Berdasarkan Usia dari
b. Pelaku Perjalanan/Responden. Hasil survei memberikan penjelasan beragamnya usia yang ada di Bandara Soekarno – Hatta yaitu usia dari 35 – 50 tahun memiliki nilai persentase sebesar 43% yang membawa kendaraan pribadi dengan usia kebanyakan 42 tahun dengan keperluan yang beragam, memiliki nilai 21% dengan usia > 50 tahun dan 19 – 23 tahun dengan usia rata-rata 23 tahun dan 53 tahun, bukan hanya membawa atau mengendarai tapi ada beberapa usia yang hanya ikut dengan orang tua atau kerabatnya untuk melakukan penjemputan atau hanya sekedar rekreasi saja dengan usia 16 – 18 tahun yang memiliki nilai 11% dan 13 – 15 dengan nilai 4%.



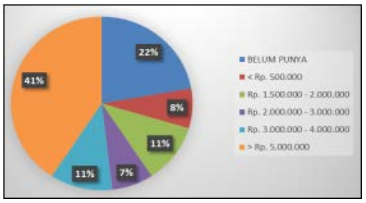
Gambar 12. Komposisi Responden Pengguna Kendaraan Pribadi berdasarkan Usia
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

c. Berdasarkan Pekerjaan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Disurvei pekerjaan yang membawa kendaraan pribadi sangat banyak dan beragam dimana dengan pekerjaan atau profesi sebagai pelajar atau mahasiswa memiliki nilai 26% dikarenakan usia 19 tahun dan 16 – 18 tahun juga 13– 15 tahun dimana mereka tidak membawa melainkan ikut dengan keluarganya dan pada pekerjaan PNS/TNI/POLRI dan karyawan memiliki nilai yang sama yaitu 22% berbeda dengan karyawan kebanyakan dari mereka membawa kendaraan pribadi mereka untuk menghemat waktu tunggu dan lebih nyaman dalam perjalanan begitupula dengan PNS/TNI/POLRI yang juga membawa kendaraan pribadi mereka. Wiraswasta memiliki nilai persentase sebesar 11% dan ibu rumah tangga di atas wiraswasta yaitu 15% dalam hal ini ibu rumah tangga yang ikut dengan keluarganya sama dengan umur di bawah 19 tahun dengan tujuan yang beragam, sedangkan pensiunan 4% lebih rendah dari nilai persentase lainnya



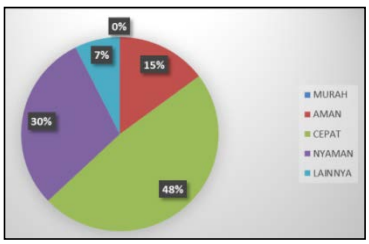
Gambar 13. Komposisi Responden Pengguna Kendaraan Pribadi berdasarkan Pekerjaan Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

c. Berdasarkan Pendapatan/Penghasilan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Pendapatan atau pengasilan hasil survei didapatkan pendapatan paling tinggi adalah > Rp 5.000.000 dengan nilai persentase sebanyak 41% lebih banyak dibandingkan dengan penghasilan yang lain dan ada yang belum memiliki penghasilan yang biasanya pekerjaan mereka masih pelajar atau mahasiswa dan beberapa masih belum mendapatkan gaji tetap dengan nilai persentase sebesar 22%, pada nilai persentase 11% yang memiliki penghasilan Rp 1.500.000 – Rp 2.000.000 dan Rp 3.000.000 – Rp 4.000.000, sedangkan pada penghasilan < Rp 500.000 didapatkan nilai persentase sebesar 8% dan pendapatan Rp 3.000.000 – Rp 4.000.000 sebesar 7% dari nilai persentasenya.



Gambar 14. Komposisi Responden Pengguna Kendaraan Pribadi berdasarkan Penghasilan.
Sumber: Analisis Penulis dari hasil kuesioner

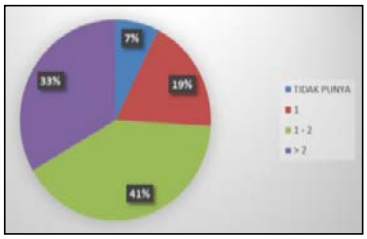
d. Berdasarkan Pemilihan Moda Transportasi dari Pelaku Perjalanan/Responden. Dan hasil survei menyatakan bahwa memilih transportasi sendiri atau kendaraan pribadi lebih cepat 48% dikarenakan tidak memiliki waktu tunggu dan juga nyaman dalam hal berpergian dengan membawa barang banyak dan juga menjadi pilihan untuk orang yang ada di luar Jakarta seperti Bogor, Depok, Bekasi, dan lain – lain. Pada tingkat murah hanya 0% karena menurut mereka membawa kendaraan pribadi itu cepat tetapi harus lebih banyak mengeluarkan biaya, namun pada tingkat lainnya mendapatkan nilai persentase sebesar 7%, seperti kemacetan di perjalanan.



Gambar 15. Komposisi Responden Pengguna Kendaraan Pribadi berdasarkan Alasan Memilih.
Sumber: Analisis Penulis dari hasil kuesioner

e. Berdasarkan Kepemilikan Kendaraan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Kepemilikan kendaraan menurut hasil survei membuktikan bahwa setiap orang yang menggunakan kendaraan pribadi pasti memiliki kendaraan satu atau dua kendaraan bahkan lebih dari 2, dengan jumlah kendaraan yang banyak maka 41% calon penumpang pesawat atau keperluan lainnya memiliki 1 – 2 kendaraan roda dua maupun roda empat, sedangkan dengan

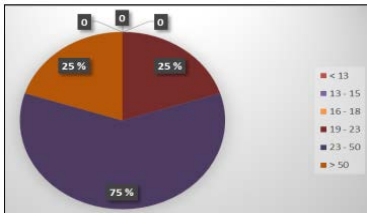
kepemilikan kendaraan > 2 responden sebanyak 33%, lalu yang memiliki 1 kendaraan sebesar 19%, dan yang tidak memiliki kendaraan hanya 7% dimana mereka yang memiliki umur di bawah 23 tahun menuju bandara dengan mobil milik keluarga atau kerabatnya. Lihat gambar 4.15 komposisi kepemilikan kendaraan



Gambar 16. Komposisi Responden Pengguna Kendaraan Pribadi berdasarkan Kepemilikan Kendaraan.
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

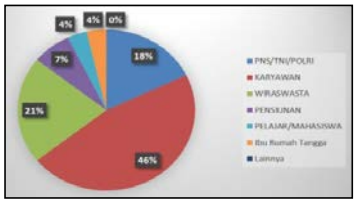
Karakteristik Pelaku Perjalanan/ Responden Pengguna KA. Bandara

a. Berdasarkan Usia dari Pelaku Perjalanan/Responden. Berdasarkan hasil survei, penggunaan moda KA Bandara terbanyak dilakukan oleh responden dengan kelompok umur 19 – 23 tahun dan > 50 tahun memiliki nilai yang sama yaitu 25% dari total responden, sedangkan pada umur 23 – 50 tahun memiliki nilai responden sebesar 75% dimana merupakan kelompok umur yang memiliki nilai responden paling banyak, sedangkan pada umur < 23 tahun, 13 – 15 tahun, dan 16 – 18 tahun tidak memiliki responden. Dengan umur yang relatif di atas usia 19 tahun maka banyak yang menaiki KA Bandara dibandingkan usia di bawah 19 tahun, sehingga KA Bandara sebagai kendaraan atau alat transportasi yang banyak dipilih oleh usia di atas 19 tahun.



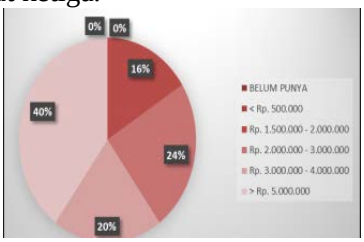
Gambar 17. Komposisi Responden Pengguna KA Bandara berdasarkan Usia
Sumber Analisis Penulis dari hasil kuesioner

b. Berdasarkan Pekerjaan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Pada hasil survei mengenai pekerjaan atau profesi yang menggunakan moda oleh pensiunan oleh pensiunan, untuk pelajar atau mahasiswa sebanyak 4% sama seperti ibu rumah tangga



Gambar 18. Komposisi Responden Pengguna KA Bandara berdasarkan Pekerjaan
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

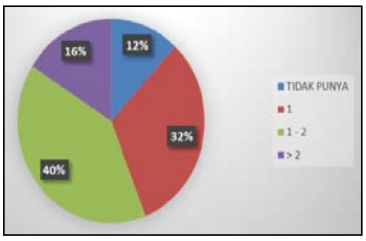
b. Berdasarkan Pendapatan/Penghasilan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Hasil kuesioner tingkat pendapatan atau penghasilan perbulan didapatkan hasil yang beragam mulai dari yang tertinggi hingga yang terendah dimana > Rp.5.000.000 memiliki persentase 40% sedangkan pada penghasilan Rp.2.000.000 - Rp.3.000.000 sebesar 24% sedikit perbandingan dengan penghasilan Rp. 3.000.000 - Rp. 4.000.000 yaitu sebanyak 20% perbedaanya hanya 4%, dan Rp. 1.500.000 - Rp. 2.000.000 hanya memiliki persentase 16% nilai yang rendah dibandingkan dengan pendapatan lainnya begitupula dengan yang belum memiliki penghasilan dan < Rp.500.000 tidak ada responden sama sekali. Maka hasil survei sudah membuktikan bahwa penghasilan yang beragam lebih > Rp. 5.000.000 dan diatas penghasilan Rp. 500.000 lebih memilih KA Bandara sebagai moda transportasi menuju bandara, pada jumlah penghasilan tersebut busa disimpulkan bahwa KA Bandara menjadi transportasi masyarakat menengah keatas.transportasi KA Bandara juga beragam namun yang paling banyak menggunakan KA Bandara yaitu sebagai karyawan sebanyak 46% ebih banyak dibandingkan pekerjaan lainnya, wiraswasta sebanyak 21%, pada peringkat ketiga.



Gambar 19. Komposisi Responden Pengguna KA Bandara berdasarkan Penghasilan
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

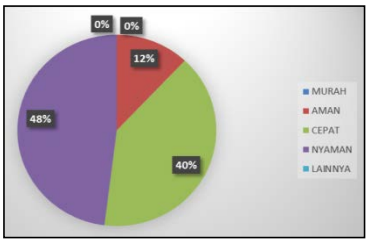
c. Berdasarkan kepemilikan kendaraan dari Pelaku Perjalanan/Responden. Pendapatan bukan hanya menjadi faktor memilih KA Bandara tapi dari kepemilikan kendaraan pun busa menjadi alasan, memiliki kendaraan bukan berarti mereka tidak memilih KA

Bandara, justru dengan KA Bandara lebih memudahkan perjalanan dan terbilang sangat nyaman, memudahkan calon penumpang pesawat karena lebih mudah dijangkau dari tempat mereka tinggal. Dan hasil surveinya adalah masing – masing reponden memiliki kendaraan dari 1 – 2 kendaraan sebanyak 40% dan yang memiliki 1 kendaraan sebanyak 32% , 16% untuk mereka yang memiliki kendaraan lebih dari 2, dan yang tidak memiliki kendaraan hanya 12% responden. Dari semua responden yang memiliki kendaraan punya alasan yang sama terhadap KA Bandara tersebut yaitu tingkat kenyamanan yang sangat tinggi busa dilihat di gambar 19 alasan memilih KA Bandara, dan hasil survei di atas membuktikan bahwa kepemilikan kendaraan yang banyak bukan berarti menjadi tolak ukur untuk menggunakan KA Bandara. Lihat di gambar 20 Komposisi Responden Pengguna KA Bandara Berdasarkan Kepemilikan Kendaraan.



Gambar 20. Komposisi Responden Pengguna KA Bandara berdasarkan Kepemilikan Kendaraan. Sumber: Analisis Penulis dari hasil kuesioner

d. Berdasarkan Pemilihan Moda Transportasi dari Pelaku Perjalanan/Responden. Status karir atau profesi menunjukan bahwa karyawan swasta maupun negeri notabene lebih memilih KA Bandara dibandingkan dengan profesi lainnya, alasannya karena terbilang cepat untuk memenuhi kebutuhan mereka sebagai karyawan yang ditugaskan untuk pergi keluar kota atau pulau sebagai tugas dari pekerjaan mereka masing - masing. Hampir sama dengan karyawan, wiraswasta juga menggunakan KA Bandara untuk mempersingkat waktu profesi mereka yang menunjukan bahwa KA Bandara banyak diminati dari kalangan karyawan, wiraswasta dan juga PNS, TNI maupun POLRI. Dari semua responden yang memiliki kendaraan punya alasan yang sama terhadap KA Bandara tersebut yaitu tingkat kenyamanan yang sangat tinggi



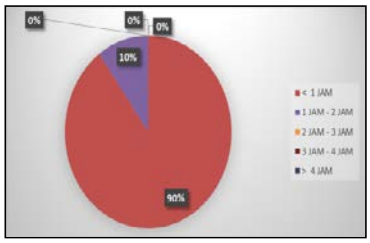
Gambar 21. Komposisi Responden Pengguna KA Bandara berdasarkan Alasan Memilih KA Bandara. Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Karakteristik Sistem Pergerakan

Informasi mengenai karakteristik sistem pergerakan bermanfaat untuk melihat tingkat pelayanan masing-masing moda transportasi. Variabel yang digunakan dalam mengidentifikasi karakteristik sistem pergerakan antara lain waktu tempuh, dan persepsi masyarakat mengenai tingkat pelayanan masing-masing moda

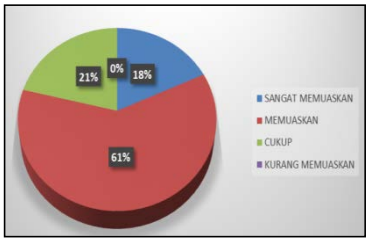
Karakteristik Sistem Pergerakan Bus DAMRI

Karakteristik sistem pergerakan bus DAMRI diidentifikasi dari lamanya waktu tunggu, waktu akses, total waktu tempuh, dan total biaya yang harus dikeluarkan. Berdasarkan hasil survei, dapat diketahui bahwa sebagian besar responden 90% menyatakan bahwa mereka hanya memerlukan waktu sekitar kurang dari 1 jam untuk mengakses keberadaan bus DAMRI dan menunggu bus berangkat. Sebagian besar dari responden 18,3% juga menyatakan bahwa mereka hanya mengeluarkan uang Rp. 50.000 untuk melakukan perjalanan menuju Bandara Soekarno-HattaNamun bila dihitung secara keseluruhan, rata-rata waktu tempuh yang dibutuhkan masyarakat sekitar 73% untuk mencapai Bandara Soekarno-Hatta adalah 121,5. Artinya masyarakat yang ingin menuju Bandara Soekarno Hatta dengan menggunakan bus DAMRI harus menuju pangkalan atau terminal bus DAMRI yang akan diberangkatkan. Dimana waktu tempuh yang dibuthkan oleh masyarakat dari tempat tinggalnya sekitar kurang dari 1 jam atau 45 menit, setelah calon penumpang menaiki bus DAMRI memerlukan waktu tunggu kurang lebih 30 menit sampai bus DAMRI berangkat



Gambar 22. Waktu Mengakses Bus DAMRI
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

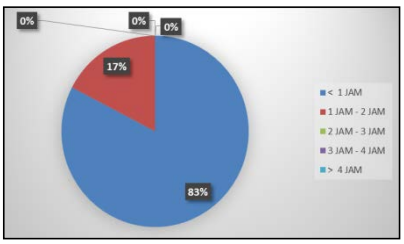
Dari segi kenyamanan dalam bus, hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar responden, yakni 61% atau 20 orang menyatakan bahwa tingkat kenyamanaan bus DAMRI memuaskan dan 21% sebanyak 7 responden menyatakan cukup, lalu 18 % atau responden berjumlah 6 orang memutuskan sangat puas dengan kenyamanaan yang ada di dalam bus DAMRI. Tingkat kenyamanan di dalam bus dapat dilihat dari kebersihan, kondisi tempat duduk, suhu udara, pelayanan bagasi, dan lain-lain. Berdasarkan pengamatan, kondisi bus DAMRI memang cukup baik, sehingga wajar bila sebagian besar responden menyatakan kepuasannya, wajar saja tidak ada yang menyatakan kurang memuaskan.



Gambar 23. Penilaian Responden terhadap Kenyamanan bus DAMRI
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Karakteristik Sistem Pergerakan Taksi

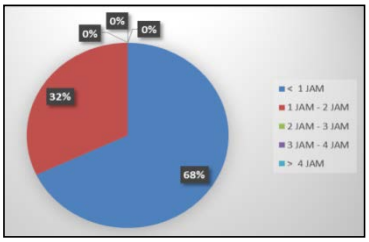
Sama seperti *airport bus* DAMRI, karakteristik sistem pergerakan taksi bandara juga diidentifikasi dari lamanya waktu tunggu dan/atau waktu akses, total waktu tempuh, serta total biaya yang harus dikeluarkan. Berdasarkan hasil survei wawancara, dapat diketahui bahwa rata-rata waktu tempuh yang dibutuhkan masyarakat untuk mencapai Bandara Soekarno-Hatta kurang lebih adalah 60 menit atau dengan rata-rata waktu tunggu 4,3 menit dan rata-rata waktu akses adalah 5,31 menit. Rata-rata total biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna taksi adalah sebesar Rp. 97.500,00. Mengenai lalu lintas menuju Bandara Soekarno-Hatta terbilang lancar, hanya beberapa titik terjadi kemacetan dikarenakan adanya kontruksi dan memperlambat perjalanaan hingga 9 menit.



Gambar 24. Waktu Mengakses Taksi
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

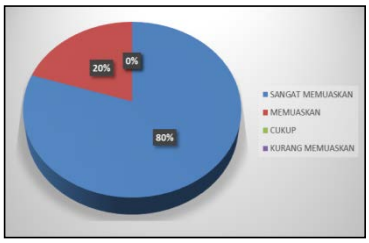
Karakteristik Sistem Pergerakan KA Bandara

Sama seperti *airport bus* DAMRI, dan juga taksi karakteristik sistem pergerakan KA Bandara juga diidentifikasi dari lamanya waktu tunggu dan atau waktu akses, total waktu tempuh, serta total biaya yang harus dikeluarkan. Berdasarkan hasil survei kuesioner wawancara, dapat diketahui bahwa rata-rata waktu tempuh yang dibutuhkan masyarakat untuk mencapai Bandara Soekarno-Hatta kurang lebih adalah 55 menit atau dengan rata-rata waktu tunggu 38 menit dan rata-rata waktu akses adalah 7.3 menit. Rata-rata total biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna KA Bandara adalah sebesar Rp. 70.000,00 disemua stasiun KA Bandara. Namun KA Bandara memiliki waktu lebih lama di banding moda lain. Karena penumpang menunggu sampai di izinkan masuk ke KA bandara



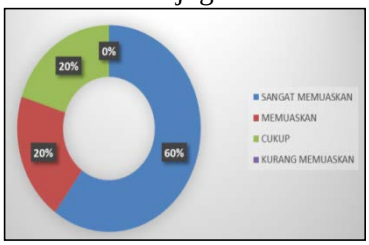
Gambar 25. Waktu Mengakses KA Bandara
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Dari segi kenyamanan KA Bandara, hasil survei membuktikan bahwa kenyamanan taksi sudah lebih dari cukup dan dapat dikatakan memuaskan. Sebanyak 80% responden menyatakan bahwa KA Bandara yang baru saja mereka gunakan untuk menuju bandara memiliki tingkat kenyamanan yang sangat memuaskan, bahkan 20% responden lainnya menyatakan bahwa kenyamanan di dalam KA Bandara memuaskan.



Gambar 26. Penilaian Responden terhadap Kenyamanan KA Bandara
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Tingkat pelayanaan yang cukup baik dari mulai ada stasiun KA Bandara yang memiliki area tunggu, tempat makan, dan lainnya pada pemesanaan tiket kereta walau memang masih banyak yang belum mengerti cara memesan tiket KA Bandara tapi pihak stasiun selalu siap membantu, kesesuaian tarif dengan fasilitas kereta juga baik

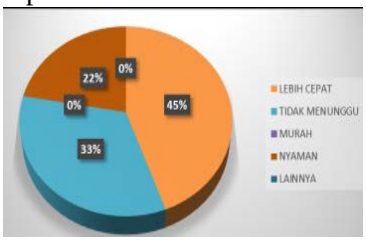


Gambar 27. Penilaian Responden terhadap Pelayanaan KA Bandara
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Karakteristik Sistem Pergerakan Kendaraan Pribadi

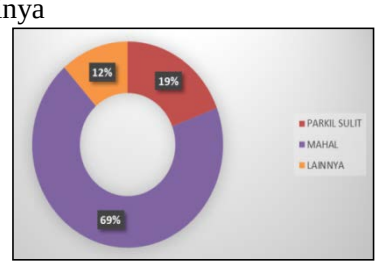
Berdasarkan hasil survei, sebagian besar responden pengguna mobil pribadi menyatakan bahwa mereka hanya mengeluarkan uang sebesar Rp.80.000,00 untuk menempuh perjalanan menuju Bandara Soekarno-Hatta. Namun berdasarkan perhitungan, setiap responden pengguna mobil pribadi rata- rata mengeluarkan biaya sebesar Rp.150.000,00 untuk BBM, tol, dan parkir. Nominal ini jelas jauh lebih tinggi dibandingkan biaya rata-rata yang harus dikeluarkan pengguna bus DAMRI, yaitu sekitar Rp.50.000,00.

Kendaraan pribadi tidak memiliki waktu tunggu maupun waktu akses karena kendaraan pribadi bersifat dari pintu ke pintu. Oleh sebab itu, responden hanya ditanya mengenai total waktu tempuh dari tempat asal ke Bandara Soekarno-Hatta. Berdasarkan hasil survei, rata-rata waktu tempuh yang dibutuhkan responden dari tempat asal ke Bandara Soekarno-Hatta adalah 94 menit, yang artinya lebih cepat 27.5 menit daripada waktu tempuh rata-rata pengguna bus DAMRI. Seperti yang di kemukakan sebelumnya menggunakan kendaraan pribadi lebih nyaman ketimbang kendaraan umum. akan tetapi kita mungkin akan sulit mendapat parkir dan mahalnya parkir di bandara Soekarno-Hatta.



Gambar 28. Keuntungan Memakai Kendaraan Pribadi
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Selain keuntungan-keuntungan tersebut, pengguna mobil pribadi juga mengalami beberapa kerugian yang disebabkan oleh faktor biaya, waktu, energi, dan sebagainya



Gambar 29. Kerugian Memakai Kendaraan Pribadi
Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Analisa Karakteristik Pelaku Perjalanan / Responden

Karakteristik pergerakan pelaku perjalanan diidentifikasi dari tempat asal sebelum berangkat ke Bandara Soekarno-Hatta, frekuensi mengunjungi Bandara Soekarno-Hatta dalam setahun terakhir, dan maksud responden mengunjungi Bandara Soekarno-Hatta.

Karakteristik Pergerakan Pelaku Perjalanan Pengguna Bus DAMRI

Dari 100 kuesioner yang di sebar secara acak terdapat sebanyak 33 responden dengan tingkat frekuensi yang berbeda.

Tabel 1. Maksud Perjalanan Responden Pengguna *Airport Bus* DAMRI

Menuju ke Bandara	Frekuensi (orang)	Persentase
Tidak Ada Menjemput/ Mengantar	1	3%
1 - 2 Kali Per 6 Bulan	17	52%
3 - 4 Kali Per 6 Bulan	14	42%
> 5 Kali Per 6 Bulan	1	3%
Jumlah	33	100%

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Lokasi awal mulai perjalanan, sebagian besar responden berasal dari Jakarta. Tempat asal ini bukan berati tempat tinggal. Melainkan busa kantor, hotel dan lainnya.

Tabel 2. Asal Responden Pengguna

Asal Perjalanan	Frekuensi (orang)	Persentase (%)
Bodetabek	8	53
JAK-UT	0	0
JAK-BAR	3	20
JAK-SEL	4	27
JAK-PUS	0	0
JAK-TIM	0	0
JUMLAH	15	100

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner *Airport Bus* DAMRI

Asal Perjalanan	Frekuensi (orang)	Persentase (%)
Bodetabek	11	34
JAK-UT	2	6
JAK-BAR	0	0
JAK-SEL	9	27
JAK-PUS	6	18
JAK-TIM	5	15
JUMLAH	33	100

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Karakteristik Pergerakan Pelaku Perjalanan Pengguna Taksi

Dari 100 responden yang memilih menggunakan taksi menuju bandara, didapatkan sebanyak 15 responden. Dimana terdapat banyak yang lebih sering memiliki jadwal penerbangan.

Tabel 3. Maksud Responden Pengguna Taksi

Menuju ke Bandara	Frekuensi (orang)	Persentase
Tidak Ada /Menjemput/ Mengantar	0	0%
1 - 2 Kali Per 6 Bulan	11	73%
3 - 4 Kali Per 6 Bulan	4	27%
> 5 Kali Per 6 Bulan	0	0%
Jumlah	15	100%

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Pada titik bodetabek kebanyakan dari calon penumpang berasal daerah Tangerang karena mereka lebih memilih taksi atau membawa kendaraan pribadi dibandingkan harus memakai DAMRI yang harus menuju Jakarta terlebih dahulu

Karakteristik Pergerakan Pelaku Perjalanan Pengguna Kendaraan Pribadi

Para pengguna kendaraan pribadi memiliki beberapa penerbangan dan banyak juga diantara mereka yang hanya sekedar menjemput atau mengantarkan saja.

Tabel 4. Asal Titik Daerah Responden Pengguna Kendaraan Pribadi

Asal Perjalanan	Frekuensi (orang)	Persentase (%)
Bodetabek	16	59
JAK-UT	0	0
JAK-BAR	3	11
JAK-SEL	5	19
JAK-PUS	2	7
JAK-TIM	1	4
JUMLAH	27	100

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Maka dari hasil survei tersebut busa dikatan bahwa bodetabek lebih dominan memilih kendaraan mereka masing – masing karena jarak dan waktu tempuh yang jauh juga banyak diantara mereka yang hanya mengantar atau menjemput kerabat ataupun keluarga.

Karakteristik Pergerakan Pelaku Perjalanan Pengguna KA Bandara

KA Bandara menjadi salah satu hal yang baru untuk menempuh jarak perjalanaan menuju bandara Soekarno hatta, tapi masyarakat masih belum banyak yang menggunakan trasportasitersebut, berikut hasil survey Nya

Tabel 5. Maksud Responden Pengguna KA Bandara

Menuju ke Bandara	Frekuensi (orang)	Persentase
Tidak Ada /Menjemput/ Mengantar	2	8%
1 - 2 Kali Per 6 Bulan	14	56%
3 - 4 Kali Per 6 Bulan	9	36%
> 5 Kali Per 6 Bulan	0	0%
Jumlah	25	100%

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Tabel 6. Asal Titik Daerah Responden Pengguna KA Bandara.

Asal Perjalanan	Frekuensi (orang)	Persentase (%)
Bodetabek	3	12
JAK-UT	0	0
JAK-BAR	1	4
JAK-SEL	7	28
JAK-PUS	14	56
JAK-TIM	0	0
JUMLAH	25	100

Sumber : Analisis Penulis dari hasil kuesioner

Dari hasil tabel di atas menunjukan bahwa asal titik daerah keberangkatan paling banyak adalah Jakarta Pusat itu dikarenakan Jakarta pusat dekat dengan stasiun KA Bandara yaitu stasiun BNI City atau stasiun sudirman, menurut responden yang berasal dari Jakarta Pusat mereka memilih KA Bandara karena jarak stasiun yang dekat dengan tempat kerja juga tempat tinggal mereka. Sedangkan responden yang berasal dari Jakarta Selatan ada 7 orang responden dan mereka berasal dari Manggarai, Tebet, Kalibata, Mampang, Pasar Minggu Baru, dan lain – lain, sebab itu mereka lebih memilih KA Bandara karena tempat tinggal mereka yang dekat dengan stasiun KRL

KESIMPULAN

Setelah beroperasinya KA Bandara, masyarakat masih memilih Bus DAMRI untuk menuju Bandara,. dengan karakteristik usia 23 - 50 Tahun masyarakat dengan pendapatan Rp. 2.000.000-Rp.3.000.000 dengan 97% adalah calon penumpang dengan tingkat kenyaman 61%. di peringkat kedua KA Bandara dengan karakteristik berpenghasilan Rp. 5.000.000, karakteristik calon penumpang hampir 92% dan tingkat kenyamanan 80 %. Lalu untuk Taksi dengan tingkat kenyamanan 40 %, karakteristik perjalanan 100% calon penumpang dengan masyarakat berpenghasilan Rp. 5.000-000. Adapun masyarakat dengan penghasilan lebih dari Rp 5.000.000 memilih untuk membawa kendaraan pribadi dengan karakteristik 44% adalah calon penumpang. KA Bandara masih menjadi pilihan kedua setelah Bus DAMRI dibandingkann dengan Kendaraan pribadi yang memiliki kekurangan dalam biaya yang dikeluarkan terlalu mahal, walau kendaraan pribadi tidak memiliki waktu tunggu dan keuntungannya lebih cepat dan taksi mudah didapatkan dan memiliki waktu akses yang singkat.

SARAN

Faktor tarif harga KA Bandara terbilang masih sangat mahal, bila harga diturunkan, diperkirakan semakin banyak yang memilih KA Bandara, dibutuhkan penambahan stasiun untuk penyesuaian trayek agar mempermudah masyarakat menuju KA Bandara

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara moril dan material. Sehingga penulisan bisa selesai dan dipublikasikan pada seminar nasional

DAFTAR PUSTAKA

[1] Warpani, Suwardjoko Merencanakan Sistem Perangkutan Bandung ITB (1990)

[2] Peraturan Mentri Perhubungan Nomor 43 Tentang Rencana Induk Kereta Api Nasional. (2011): Hal 78.

[3] Ortuzar, J. d., and Willumsen, L. G. *Modelling Transport.* Chicester: A John Wiley and Sons, Ltd., Publication. (2011): Hal 50

[4] Walpole, E. Ronald. 1995. Pengantar statistika, Edisi 3. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama (1995): hal 32.

[5] Tamin, O. Z, (1997), *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Pertama* Penerbit ITB, Bandung. (1997): Hal 21

[6] M.N. Nasution Manajemen Transportasi (2003); hal. 62

[7] Marwan, Asri, *Marketing*. Cetakan Kedua, Yogyakarta: BPFE Universitas Gadjah Mada (1990): hal 12.

[8] Minal dan Sekhar Ravi. Ch. Mode Choice Analysis: *Data, The Models, and Future Ahead*. International journal for traffic and transport enginering, 4, (3): (2014): hal 269-285.

[9] Morlok, E. K, 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta (1991) hal 3-7

[10] Ribhan," *Hubungan Karakteristik individu Dengan Kinerja Karyawan Melalui Komitmen Organisasi sebagai variabel Mediasi,* Jurnal Busnis Dan Manajemen, Vol.4 No.2(2008): hlm. 92

[12] Salim, H.A. Abba (1993) Manajemen Transportasi Jakarta: Raja Grafindo Persada (1993)

[13] Tamin, O. Z.*Perencanaan dan Pemodelan*

Transportasi Edisi Kedua Penerbit ITB, Bandung.(2000): Hal 9-12

P-43

REVIEW STANDAR BANGUNAN GEDUNG JEPANG DAN AMERIKA SERIKAT TERKAIT TSUNAMI DAN PERBANDINGANNYA DENGAN INDONESIA

REVIEW OF JAPANESE-US BUILDING CODE FOR TSUNAMI AND COMPARISON WITH INDONESIA

Dimas Hastama Nugraha
Research and Development Working Group Office for Human Settlements Technology,
Research and Development Agency, Ministry of Public Works and Housing
Laksda Adisucipto St. 165 Yogyakarta Indonesia 55281

Email: dimashastamanugraha@gmail.com

Diterima: 07-10-2020	Diperbaiki: 02-11-2020	Disetujui: 7-12-2020

ABSTRAK

Indonesia berpotensi tsunami. Tercatat beberapa kali tsunami dalam 15 tahun terakhir, antara lain tsunami terjadi di Aceh dan Nias pada tahun 2004, Pangandaran pada tahun 2006, Palu pada tahun 2018, dan yang terbaru - meskipun bukan disebabkan oleh gempa - tsunami terjadi di Anyer, Pandeglang, Banten tahun 2018. Aturan / standar yang mengatur tentang perencanaan infrastruktur khususnya bangunan gedung di Indonesia belum ada, paling banyak terbatas pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 6 / PRT / 2009. Studi ini ingin melihat tinjauan singkat gedung tersebut. kode negara lain, standar di Indonesia, dan proyeksi penerapannya di Indonesia. Analisis yang digunakan adalah analisis tinjauan pustaka. Telaah pustaka dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan standar tersebut, menginterpretasikannya untuk membuat kesimpulan. Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan dan proyeksi penerapannya di Indonesia

Kata Kunci: review, perbandingan, bangunan gedung, tsunami.

ABSTRACT

Indonesia has a potential tsunami. There have been several tsunamis recorded in the past 15 years, among others tsunami happened in Aceh and Nias in 2004, Pangandaran in 2006, Palu in 2018, and the latest- although it was not caused by the earthquake- the tsunami happened in Anyer, Pandeglang, Banten in 2018. The rules / standards governing on infrastructure planning in particular Building in Indonesia does not yet exist, at most limited to Minister of Public Works Regulation 6 / PRT / 2009. This study wants to see a brief review of the building codes in the other countries, the standards in Indonesia, and the projection of its application in Indonesia. The analysis used is literature review analysis. Literature review in this study carried out by comparing those standards, interpret them to make the conclutions. The results of this study are the comparison and projection of its application in Indonesia

Keywords: review comparison, building, tsunami.

PENDAHULUAN

Kejadian gempa disertai tsunami di Indonesia dalam kurun 15 tahun terakhir banyak, mulai dari Aceh dan Nias (2004), Pangandaran (2006), Palu (2018) dan yang terakhir, meskipun bukan karena gempa bumi, tsunami Anyer Pandegelang Banten (2018) dan Palu (2018). Korban jiwa akibat tsunami inipun tak sedikit. Rata- rata korban meninggal karena tenggelam ataupun tertimpa bangunan rumah yang runtuh akibat tsunami. Besar kecepatan dari gelombang tsunami tergantung dari kedalaman laut yang dilaluinya. Semakin dalam laut, maka gelombang tsunami yang dihasilkan semakin besar dan kecepatannya semakin cepat. Efek dari tsunami akan diperparah apabila bangunan- bangunan

berdiri di kawasan yang rentan, misalnya terletak di pinggir pantai.

Indonesia juga mempunyai potensi megathrust dan tsunami. Widiyantoro dari Institut Teknologi Bandung mengatakan bahwa berdasarkan hasil simulasi selama 5 jam didapatkan pada skenario pertama di wilayah sebelah barat Pulau Jawa, diprediksi tinggi tsunami khususnya pantai selatan Jawa maksimum 20 meter dimana semakin ke timur akan semakin kecil karena sumbernya berada di sebelah barat. Skenario kedua dikondisikan pusat gempa berada di sebelah timur, maka tinggi tsunami di sebelah timur akan lebih tinggi dari wilayah barat. Selanjutnya skenario ketiga atau skenario paling buruk dimana gempa terjadi secara bersamaan di barat dan timur, maka diprediksi tinggi tsunami maksimum 20 meter di sebelah barat, 12 meter di sebelah timur, dan di antara wilayah tersebut tinggi rata-ratanya mencapai 4,5-5 meter.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.6/PRT/2009 telah mengatur mengenai perencanaan infrastruktur di kawasan dekat dengan pantai yang berpotensi terkena tsunami. Gambaran mengenai bentuk bangunan maupun struktur dijelaskan secara umum di dalam Peraturan Menteri tersebut. Akan tetapi, dalam kenyataan di lapangan, dengan berbagai kasus tsunami yang ada, mulai dari Aceh, Pangandaran, sampai dengan Anyer dan Palu, terlihat bahwa bangunan-bangunan yang runtuh diterjang tsunami di Indonesia, maupun yang rawan tsunami dan di dekat pantai, belum memiliki *building code* yang dapat mengantisipasi kasus tsunami. Bentuk kolom maupun bentuk bangunan, pembagian massa bangunan belum dibangun sesuai dengan *building code* yang ada karena Indonesia belum mempunyai *building code* yang dapat mengantisipasi adanya tsunami.



Gambar 1. Perbandingan Palu sebelum dan sesudah Tsunami (sumber: NASA, 2018)

Di negara lain seperti Jepang pasca Kejadian Gempa Bumi dan Tsunami di Tahun 2011, pemerintahnya mulai menyusun panduan maupun *building code/* standar bangunan gedung yang dapat mengantisipasi datangnya tsunami. Pada waktu itu di Jepang, terjadi gempa bumi 9 Skala Richter dan Tsunami yang memberikan efek sampai sejauh 650 km dari Samudera Pasific yang ada di Timur Laut Jepang. Luasan genangan yang ada di 2011 tersebut mencapai 500 km2 di dekat garis pantai dan menimbulkan kerusakan serius di infrastruktur bangunan penting seperti sekolah, rumah sakit dll. Selain itu, kejadian gempa dan tsunami Jepang ini memicu krisis nuklir di Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir di Fukushima. Selain Jepang, Amerika Serikat juga perhatian terhadap isu keselamatan bangunan akibat adanya tsunami. Ini berkaca di kejadian tsunami di sekitar Hawai di medio 1970an.

Melihat pengalaman Jepang, Amerika Serikat tersebut dan kondisi Indonesia sebagai negara kepulauan, yang rentan akan gempa dan tsunami, studi ini ingin melihat review secara singkat, bagaimana *building code* yang ada di negara tersebut, standard yang ada di Indonesia, dan proyeksi penerapannya di Indonesia. Ruang lingkup dari studi ini adalah memperbandingkan standar bangunan gedung terkait tsunami di Jepang dan Amerika Serikat dan perbandingannya dengan Indonesia. Batasan penelitian ini yaitu studi hanya mempergunakan perbandingan aturan standar bangunan gedung saja terkait tsunami serta karya tulis ilmiah terkait, selain itu sifat studi hanya berupa desk studi. Batasan lainnya adalah tidak adanya uji laboratorium.

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam studi ini yaitu analisis komparatif literatur/ *literature review.* Penelitian komparatif merupakan jenis penelitian deskriptif yang berusaha mencari jawaban secara mendasar mengenai sebab-akibat, dengan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya maupun munculnya suatu fenomena atau kejadian tertentu. Penelitian komparatif merupakan penelitian yang sifatnya membandingkan, yang dilakukan untuk membandingkan persamaan dan perbedaan 2 atau lebih sifat-sifat dan fakta-fakta objek yang diteliti berdasarkan suatu kerangka pemikiran tertentuLiteratur review dilakukan dan dikomparasikan / dibandingkan antara satu dengan

yang lain, dan diintrepretasikan lalu disimpulkan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan mereview berbagai jurnal, pedoman/ standard dan karya ilmiah lainnya. Waktu pengerjaan dilakukan bulan Oktober 2019 sampai dengan Januari 2019.

.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraser (2012) yang membahas mengenai terminology tsunami memberikan gambaran Tsunami terdiri dari *direction of incident wave*, *serta inundation event* yang terdiri dari *inundation depth dan inundation height* [1].

Beban- beban yang bekerja pada waktu tsunami meliputi aya hidrostatik, gaya apung, dan beban gravitasi fluida tambahan dari air yang tertahan, gaya hidrodinamik dan gaya angkat hidrodinamik, gaya benturan puing dan gaya pembendungan puing, gerusan pondasi dan efek pelunakan tekanan pori pada tanah

Merujuk pada Macabuag et all (2018), Jepang telah memperbaharui pedoman desain bangunan terhadap Tsunami yang ada pasca gempa bumi di tahun 2011. MLIT 2570 (MLIT,2011) telah disediakan dengan tajuk *Tsunami Evacuation Building Guidelines*. MLIT yang diciptakan mempunyai target desain struktur. Kerusakan yang ada di gempa bumi Jepang di Tahun 2011 meliputi kerusakan non-struktural, kerusakan struktur lokal, global kerusakan di *superstructure*, dan kerusakan fondasi

Ref. [2] telah membuat perbandingan antara Japanese Guidance: MLIT. 2570,2011 maupun US Guidance yang diterbitkan oleh ASCE 7-16 di Tahun 2016. Adapun perbandingannya antara MLIT sebagai standar Jepang dan ASCE sebagai standar Amerika Serikat berikut

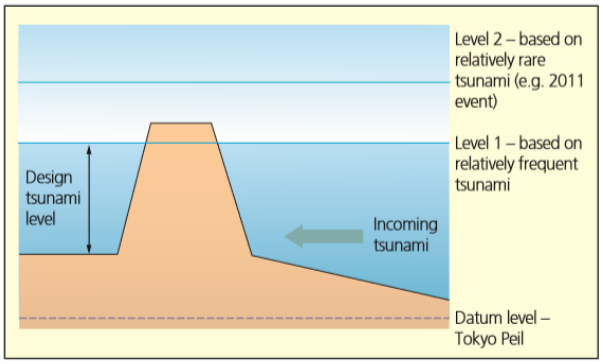
Tabel 1. Perbandingan MLIT dan ASCE

Aspek	Japanese Guidance: MLIT. 2570,2011	US Guidance ASCE 7-16 2016
Tsunami hazard asessment	Peta genangan tsunami didasarkan pada deterministic penilaian bahaya tsunami, dengan 2 periode perkiraan, level 1 : 100 tahunan dan level 2 : 1000 tahunan	Diukur dari peta amplitude gelombang tsunami lepas pantai dan tersedia pada kontur batimetri kedalaman 100 meter dan hanya diukur di 5 negara bagian US States
Penahan laut (*sea defence*)	Dikembangkan untuk level 1 dan level 2	Tidak ada panduan code untuk *sea defence* di US
Prosedur desain bangunan	Bangunan dibuat dengan mempertimbangkan inundation *cooresponding* sampai dengan level 2, dimana level 1 sudah ditahan oleh sea defence. Bagian bangunan dan struktur perlu memperhitungkan load fluida lateral, apung, untuk efek sekunder seperti debris impact dab scour sedikit panduan perhitungannya	Tidak mengenal level 1 dan level 2. *Performance based design menggunakan tsunami risk categories.*
Load assessment of building	*Load lateral fluid* dihitung sebagai gaya hidrostatis yang setara beban diterapkan ke satu sisi struktur. Tinggi profil beban hidrostatik diambil sebagai genangan kedalaman dikalikan jarak dari pantai	Load lateral fluid dihitung untuk komponen gaya hidrostatik dan hidrodinamik, dan dihitung dengan kedalaman genangan dan kecepatan

Dari tabel di atas terlihat bahwa perbandingan standar bangunan gedung Jepang dan amerika serikat. Aspek yang berbeda meliputi *assessment* serta kala ulang, wilayah yang diperhitungkan dalam standar bangunan gedung dimana Jepang memiliki luasan area yang lengkap, berbeda dengan Amerika Serikat yang hanya untuk 5 (lima) negara bagian saja. Ini semua terkait dengan faktor pencetus yang beresiko. Selain itu Jepang juga memiliki penahan laut/ *sea defense*, serta di Amerika serikat tidak ada.

Faktor yang berbeda lainnya adalah prosedur desain bangunan dimana di Jepang mengenal level 1 dan level 2. Dalam penentuan gaya yang bekerja, antara Jepang dan Amerika Serikat hamper sama, yaitu dalam aspek gaya lateral yang bekerja.

Untuk penentuan parameter genangan, Jepang di tahun 2013 mengembangkan tingkat bahaya tsunami baru [3]. Level 1 dilakukan untuk tingkat bahaya tsunami yang relative cukup sering (sampai dengan 160 tahun) dengan tingkat genangan relatif rendah (< 10 meter). Sedangkan level 2 merujuk kepada kala ulang 1000 tahunan dengan kedalaman genangan yang relatif lebih luas (lebih dari 10 meter). Keterangan ini diperjelas dengan Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan Level 1 and Level 2 (Ruby, 2015 di Macabuag 2018)

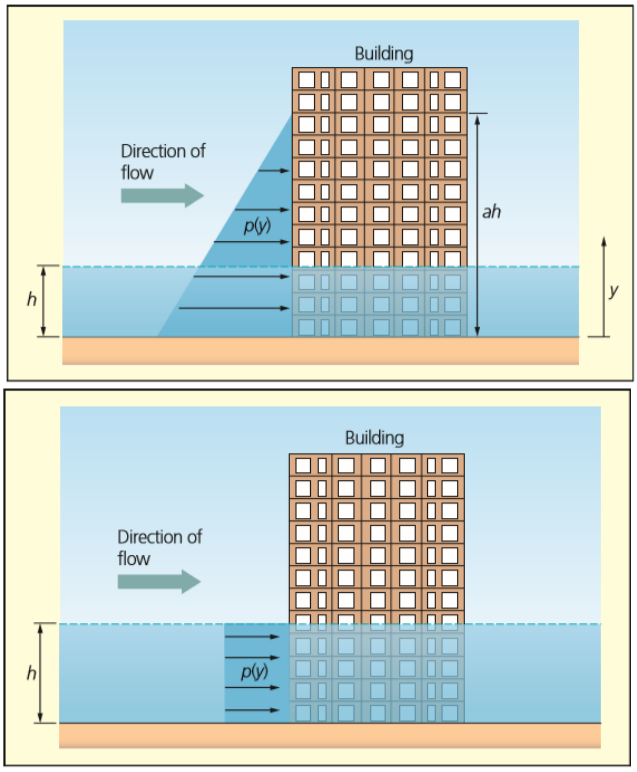
Untuk level 1, penahan/ *defense* harus dibangun untuk mencegah genangan air. Penahan harus mampu menahan tsunami tingkat 2. Meskipun demikian tindakan non-struktural mesti diambil seperti pembuatan area evakuasi, kesiapsiagaan, dan perencanaan. Meskipun demikian pendekatan level 2, mesti diambil juga dengan mempersiapkan model genangan dari pemerintah Kota dapat diperoleh., meski kecepatan dari tsunami ini belum dapat diperoleh. Sebagai catatan, setiap Pemerintah Prefektur/ Kota di Jepang selalu mempunyai model genangan apabila terjadi tsunami. Model genangan perfektur masing-masing mempunyai tipikal khas.

Perbandingan Beban Lateral Fluida

Masih menurut Ref. [2], untuk Amerika Serikat, prosedur desain bangunan didasarkan pada ASCE 7-16 bab 6 dan Tabel 1. Desain struktur dan komponen- komponen dari bangunan adalah untuk memperhitungkan beban fluida lateral, daya apung dan air yang tertahan, efek sekunder dari dampak serpihan dan gerusan. Desain anggota adalah untuk memperhitungkan global beban lateral dan tekanan fluida lokal diterapkan langsung ke anggota. Kepadatan air ditingkatkan untuk memperhitungkan puing-puing kecil dan sedimen yang terperangkap dalam aliran genangan. Perhitungan dilakukan untuk 3 (tiga) tahap proses aliran genangan a) kondisi terbalik maksimum dari kombinasi gaya hidrodinamik dan apung b) dua pertiga dari kedalaman genangan maksimum (di mana kecepatan diasumsikan paling tinggi) untuk aliran masuk dan aliran keluar c) kedalaman air maksimum (dengan asumsi kecepatan sama dengan sepertiga dari maksimum di setiap arah).

Dalam ASCE 7-16 bab 6 (ASCE, 2016) yang baru, peta amplitudo tsunami lepas pantai dan peta zona desain tsunami disediakan pada kontur batimetri kedalaman 100 m, yang ditentukan dari penilaian bahaya tsunami probabilistik (Geist dan Parsons, 2006; Thio et al., 2012; Wei et al., 2014) untuk lima negara bagian AS: California, Oregon, Washington, Hawaii, Alaska. Tsunami yang dianggap maksimum sesuai dengan peristiwa 1 dalam 2475 tahun, dipilih untuk konsistensi dengan periode kembali yang digunakan untuk penilaian bahaya seismik probabilistik di bawah ASCE 7.

Untuk gaya lateral di standard bangunan Jepang dan Amerika Serikat, gambaran ekuivalen loading statis masing- masing dapat dilihat di Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 3. Japanese (MILT) and American Standard (FEMA) untuk Gaya Lateral (sumber: Macabuag 2018)

Pada dasarnya standar Panduan AS mengacu pada kinerja / return performansi setiap 2500 tahun. Dan bedanya dengan Jepang, jika standar MILT ini berlaku di setiap wilayah di Jepang, namun ASCE 7 Beban/ Gaya tsunami dan pengaruhnya hanya berlaku di beberapa negara bagian seperti Alaska, Washington, Oregon, California, Hawaii, dan wilayah seperti Guam, Samoa Amerika, dan Puerto Rico. Pernyataan ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh

Chock [4]. Ref. [4] Jelaskan dalam MILT, tidak ada faktor tingkat risiko, tetapi di US Guidance ASCE ada 4 kategori risiko. Kategori risiko tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kategori Resiko dan Deskripsi

No	Risk Category	Description
1.	I	Bangunan dan struktur lain yang mewakili risiko rendah bagi manusia
2.	II	Semua bangunan dan struktur lainnya kecuali yang terdaftar dalam Kategori Risiko I, III, dan IV
3.	III	Bangunan dan bangunan lain yang berpotensi menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan / atau gangguan massal terhadap kehidupan sipil sehari-hari jika terjadi kegagalan
4.	IV.	Bangunan dan bangunan lain yang ditetapkan sebagai fasilitas penting

Biasanya untuk kategori- kategori di atas, perhatian design difokuskan kepada kategori risk III dan IV. Menurut ASCE 7 *per-section* 2.5 kombinasi pembebanan dirumuskan sebagai berikut

Kombinasi Gaya I: 1,2D+-1,0 Ftsu+0,25 L=0,2 S
Kombinasi Gaya II :0,9+-1,0 Ftsu
Kombinasi II: *0,9 + -1,0 Ftsu*
Kombinasi I: *1,2D + -1,0 Ftsu + 0,25 L =0,2S*

Keterangan:
D= beban mati
Tsu= gaya tsunami
L= beban hidup
S= efek gerusan

Selain ASCE, *Homeland Department United States of Amerika* juga sudah mempunyai panduan mengenai aturan yaitu FEMA P-646 mengenai *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis* (5).

Dalam memuat Tsunami, Ref. [5] menyebutkan bahwa efek beban tsunami berikut harus dipertimbangkan untuk desain struktur evakuasi vertikal: (a) gaya hidrostatis; (b) gaya apung; (c) gaya hidrodinamik; (d) gaya impulsif; (e) kekuatan dampak puing-puing; (f) kekuatan pembendungan puing-puing; (g) gaya angkat; dan (h) beban gravitasi tambahan dari air yang tertahan di lantai yang ditinggikan. Dalam dokumen ini, gaya pemecah gelombang tidak dipertimbangkan dalam desain struktur evakuasi vertikal. Secara umum, tsunami pecah di lepas pantai, dan bangunan evakuasi vertikal harus ditempatkan agak jauh ke pedalaman dari garis pantai. Istilah 'pemecah gelombang' di sini didefinisikan sebagai pemecah gelombang di mana seluruh bagian depan gelombang terbalik. Ketika gelombang pecah dalam mode terjun, bagian depan gelombang menjadi hampir vertikal, menghasilkan tekanan yang sangat tinggi dalam durasi yang sangat singkat. Begitu gelombang tsunami pecah, itu bisa dianggap sebagai lubang karena panjang gelombangnya yang sangat panjang. Pembenaran lebih lanjut untuk tidak mempertimbangkan gaya pemecah gelombang dapat ditemukan di Referensi [6]. Gaya pemecah gelombang bisa jadi sangat penting untuk struktur evakuasi vertikal yang terletak di zona pemecah gelombang, yang berada di luar cakupan dokumen ini. Jika ditentukan bahwa struktur harus ditempatkan di zona pemecah gelombang, ASCE / SEI 7-10 Beban Desain Minimum untuk Bangunan dan Struktur Lainnya dan Manual Teknik Pesisir, EM 1110-2-1100, harus dikonsultasikan untuk panduan tambahan pada gaya pemecah gelombang [7].

Cara menghitung asumsi beban tsunami di FEMA yang mengalir tsunami terdiri dari campuran sedimen dan air laut. Kebanyakan aliran transpor sedimen tersuspensi tidak melebihi (2konsentrasi sedimen 5%. Berdasarkan asumsi (1konsentrasi volume sedimen rata-rata vertikal sebesar 5% dalam air laut, densitas fluida aliran tsunami harus diambil 1,1 kali massa jenis air tawar, atau ρs = 1.100 kg / m3 = 2.13 siput / ft3.

Kedalaman aliran tsunami sangat bervariasi tergantung pada tiga dimensi batimetri dan topografi di lokasi yang dipertimbangkan. Tiga skenario yang mungkin di mana topografi dapat mempengaruhi hubungan antara Elevasi Tsunami maksimum (TE) di lokasi tertentu dan elevasi run up daratan (R) akhir. Untuk ekspresi pemuatan yang disajikan dalam bab ini, diasumsikan bahwa TE = R. Ekspresi ini dapat disesuaikan jika simulasi numerik genangan tsunami memberikan perkiraan TE yang lebih tepat di lokasi yang dipertimbangkan sebagai simulasi.

Ada variabilitas yang signifikan dalam ketinggian gelombang tsunami lokal, berdasarkan batimetri lokal dan efek topografi, dan

ketidakpastian dalam simulasi numerik genangan tsunami. Berdasarkan penilaian empiris dari data survei tsunami yang lalu, direkomendasikan bahwa elevasi *run up* (R) desain diambil 1,3 kali elevasi run up maksimum (R) yang diprediksi untuk menutupi potensi variabilitas dalam estimasi pemodelan. Elevasi genangan dari titik run up kembali ke garis pantai kemudian akan diskalakan dengan faktor yang sama. Secara umum, kriteria desain ASCE yang dibuat oleh *Association of Civil Engineering Engineers* di Amerika mirip dengan FEMA.

Indonesia sudah mengatur Standard mengenai perencanaan bahaya tsunami melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.6/PRT/2009 telah mengatur mengenai perencanaan infrastruktur di kawasan dekat dengan pantai yang berpotensi terkena tsunami. Untuk Standard Nasional Indonesia yang mengatur mengenai beban tsunami terhadap bangunan belum ada.

Untuk standard yang diacu oleh Peraturan Menteri ini, masih mengacu kepada National Tsunami Mitigation Hazard Program (NTMHP), March 2001, Guideline designing for tsunami, dan ini belum diperbaharui terhadap Japan Guidance MILT maupun ASCE.

Secara umum, zonasi daerah kawasan Tsunami sudah dijelaskan di dalam Peraturan Menteri PU ini. Didalam Lampirannya Pasal 5 yang menyebutkan bahwa "Penentuan penggunaan zonasi rawan tsunami untuk kawasan terbuka seperti untuk pertanian, tempat parkir dan rekreasi, atau daerah rawan bencana alam, disarankan untuk dipertimbangkan sebagai strategi perencanaan tata guna lahan utama. Strategi ini didesain untuk menjaga agar pembangunan di kawasan rawan bencana dilakukan seminimum mungkin", dimana bila daerahnya sudah padat, maka dapat diberikan skema TDR atau Transferable Development Rights.

Dalam hal strategi mitigasi setempat, Strategi mitigasi dengan jenis-jenis pengembangan pembangunan a) Selama ini proses perencanaan pengembangan pembangunan setempat telah banyak dilakukan dengan tenaga bantuan proyek sebagai pendekatan mitigasi. Hal tersebut dilakukan dengan desain bangunan dan rekayasa cara penanganan gaya tsunami secara aktif ataupun pasif, yang pada umumnya meliputi solusi di lapangan untuk mencegah, memeprlambat, mengedalikan atau membatasi (merintangi) genangan. b) Pendekatan mitigasi dapat dilakukan secara tunggal atau hybrid bergantung pada penggunaan lahan dan karakteristik setempat yang dihadapi. Ada empat teknik dasar perencanaan setempat yang dapat diterapkan pada proyek-proyek untuk mengurangi risiko tsunami, yaitu: mencegah daerah dari genangan, memperlambat aliran air, mengendalikan gaya-gaya air, dan membatasi/merintangi gaya-gaya air.

Dalam hal strategi mitigasi lokal, berdasarkan Ref. [8] strategi mitigasi dengan jenis pembangunan selama ini proses perencanaan pembangunan daerah telah dilakukan dengan tenaga pendamping proyek sebagai pendekatan mitigasi. Hal ini dilakukan dengan cara rancang bangun bangunan dan teknik penanganan gaya tsunami secara aktif atau pasif, yang umumnya mencakup solusi di lapangan untuk mencegah, memperlambat, mengendalikan atau membatasi (menghalangi) genangan. (b) Pendekatan mitigasi dapat dilakukan sendiri-sendiri atau hibrida tergantung pada penggunaan lahan dan karakteristik lokal yang dihadapi. Ada empat teknik dasar perencanaan lokal yang dapat diterapkan pada proyek-proyek untuk mengurangi risiko tsunami, yaitu: mencegah daerah tergenang, memperlambat aliran air, mengendalikan kekuatan air, dan membatasi / menghalangi kekuatan air.

Terkait dengan desain bangunan, di dalam Pasal 7 sudah dijelaskan bagaimana Perencanaan dan konstruksi bangunan baru untuk mengurangi dampak tsunami.

Salah satu subbab pasal yang ada disebutkan bahwa, "semua peraturan, standar dan pedoman desain dan konstruksi yang ada di Indonesia, harus digunakan secara optimal untuk memperoleh tingkat keamanan minimum di lokasi bencana, dengan ketentuan sebagai berikut: a) Peraturan/standar bangunan (gedung) telah menetapkan persyaratan minimum yang harus dipenuhi untuk melindungi mahluk hidup, kerusakan harta benda, dan melayani keselamatan, keamanan dan kesehatan umum dalam lingkungan pembangunan. Peraturan ini dapat diterapkan baik pada konstruksi bangunan baru maupun yang sedang dibangun kembali, diperbaiki, direhabilitasi atau diganti, atau jika sifat penggunaanya diubah pada posisi baru untuk meningkatkan risiko bencana. b) Peraturan bangunan sebaiknya telah mempertimbangkan pula persyaratan desain dan standar kebakaran, angin, banjir, dan gempa, yang belum termasuk persyaratan desain bangunan

(gedung) di kawasan rawan banjir dan rawan bencana tinggi. c) Di samping itu, peraturan itu mencakup juga untuk desain struktur gedung dan bangunan yang mengalami banjir pantai khususnya akibat beban dorong (impulsive), beban tanah, dan beban tsunami. Beban-beban tsunami terdiri atas gaya apung (buoyant), gaya gelombang (surge), gaya tarik atau seret (drag), gaya dorong (impulse), dan gaya hidrostatik".

Dalam kenyataannya, gaya-gaya yang disebutkan di dalam Lampiran Peraturan ini tidak secara spesifik bagaimana cara menghitungnya. Dengan kedalaman laut yang berbeda- beda, tentunya karakteristik tsunami di Indonesia akan berbeda- beda. Di dalam lampiran Peraturan ini, hanya disebutkan mengambil kasus di Hilo Hawai Amerika Serikat dimana setelah kejadian tsunami tahun 1970-an, maka struktur bangunan gedung ditata ulang. Semua pembangunan ulang dalam keamanan wilayah ditujukan untuk desain permukiman dan standar desain bangunan gedung. Bangunan dibawah elevasi garis kontur 6,00 m dapat menyediakan tempat parkir bagi perdagangan di perkotaan dan berfungsi sebagai penghalang untuk melindungi bangunan di daratan terhadap serangan tsunami. Akan tetapi, secara kontekstual bagaimana penerapannya di Indonesia belum dilakukan.

Terkait dengan struktur, Mengenai pembebanan yang ada, dan standard seperti SNI 03-2847 2002 mengenai Tatacara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung maupun SNI 1726-2012 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung disebutkan beban bangunan yang ada di Indonesia mencakup beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa, beban air (statis), beban hujan dan beban atap. Untuk beban yang ada di tsunami belum ada.

Peraturan Negara Kita belum mencantumkan gaya- gaya yang berpotensi terjadi ketika terjadi tsunami. Hal ini berbeda dengan peraturan di MILT maupun ASCE yang sudah secara lengkap menyebutkan. Untuk peta zonasi Tsunami, di setiap pemerintah Kota/ perfectur di Jepang sudah mempunyai, di aturan Amerika Serikat-pun, di ASCE 7-16 bab 6 (ASCE, 2016) yang baru, peta amplitudo tsunami lepas pantai dan peta zona desain tsunami disediakan pada kontur batimetri kedalaman 100 m, yang ditentukan dari penilaian bahaya tsunami probabilistik

Kondisi di Indonesia dan Proyeksi Penerapan *Building Code Tsunami* di Indonesia.

Untuk kondisi saat ini, perhitungan beban tsunami di Indonesia masih sebatas kajian- kajian akademis di universitas, belum sepenuhnya diterapkan di lapangan. Sebagai contoh acuan yang digunakan PerMent PU No.6 Tahun 2009 dimana bentuk bangunan juga mesti mempertimbangkan ruang lolosnya air, akan tetapi kenyataan di lapangan tidak demikian. Bangunan- bangunan yang terkena gempa bumi seperti di Palu, dan tsunami Anyer tidak memiliki kondisi seperti yang dipersyaratkan dalam guidance Jepang maupun Amerika Serikat

Proyeksi penerapan standard yang ada dapat diadopsi penuh maupun sebagian. Indonesia dapat mengadopsi salah satu aturan maupun menggabungkan standard yang ada. Adopsi yang dapat dilakukan misalnya dengan membuat peta zonasi modelling tsunami di daerah- daerah yang rawan tsunami, membuat pembaharuan SNI perencanaan bangunan gedung dan non- gedung, membuat jenis pembebanan baru serta melaksanakan secara penuh PerMent PU No 6 tahun 2009

KESIMPULAN

Perbandingan standar bangunan gedung untuk Jepang dan Amerika Serikat sebagai berikut. Untuk aspek *tsunami hazard assessment*, Japanese Guidance menggunakan peta genangan tsunami didasarkan pada deterministic penilaian bahaya tsunami, dengan 2 periode perkiraan, level 1: 100 tahunan dan level 2: 1000 tahunan, sedangkan untuk US Guidance menggunakan pengukuran dari peta amplitude gelombang tsunami lepas pantai dan tersedia pada kontur batimetri kedalaman 100 meter dan hanya diukur di 5 negara bagian US States. Untuk aspek penahan laut (*sea defence*), di Japan dibuat 2 level, dan di US tidak ada panduan untuk sea defence.

Untuk Prosedur desain bangunan, di Jepang Bangunan dibuat dengan mempertimbangkan *inundation cooresponding* sampai dengan level 2, dimana level 1 sudah ditahan oleh *sea defence.* Bagian bangunan dan struktur perlu memperhitungkan load fluida lateral, apung, untuk efek sekunder seperti debris impact dab scour sedikit panduan perhitungannya. Untuk US Guidance tidak mengenal level 1 dan level 2.

Performance based design menggunakan tsunami risk categories.

Pada *Load assessment of building*, untuk Japan *Load lateral fluid dihitung sebagai load hydrostatic* yang setara beban diterapkan ke satu sisi struktur. Tinggi profil beban hidrostatik diambil sebagai genangan kedalaman dikalikan jarak dari pantai. Untuk US, *Load lateral fluid* / gaya lateral dihitung untuk komponen gaya hidrostatik dan hidrodinamik, dan dihitung dengan kedalaman genangan dan kecepatan.

Indonesia telah menetapkan Standar Perencanaan Bencana Tsunami melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 6 / PRT / 2009 yang mengatur tentang perencanaan infrastruktur di wilayah dekat pantai yang berpotensi tsunami. Namun regulasi ini tidak spesifik. Sampai saat ini belum ada Standar Nasional Indonesia yang mengatur beban tsunami pada bangunan.

Peraturan tersebut mencakup rancangan bangunan dan struktur bangunan yang mengalami banjir pesisir terutama akibat beban impulsif, beban tanah, dan beban tsunami. Beban tsunami terdiri dari gaya apung, gaya lonjakan, gaya drag atau drag, gaya impuls, dan gaya hidrostatis. Akan tetapi, dalam Lampiran Peraturan, tidak dijelaskan bagaimana cara menghitungnya. l. Proyeksi dapat diterapkan, standar yang ada dapat diadopsi sepenuhnya atau diadopsi sebagian. Indonesia dapat mengadopsi salah satu aturan atau memasukkan standar yang ada. Adopsi dapat dilakukan misalnya dengan membuat peta zonasi pemodelan tsunami di daerah rawan tsunami, membuat reformasi SNI untuk perencanaan gedung dan bukan gedung, membuat jenis bongkar muat baru dan menerapkan sepenuhnya regulasi dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

SARAN

Kedepannya, Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat bersama dengan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, bersama para akademisi dari perguruan tinggi terkait dapat membuat / merumuskan standard bangunan gedung terkait tsunami/ yang mengakomodir gaya-gaya terkait tsunami. Selain itu penataan wilayah rawan tsunami juga perlu dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten/ Kota/ Provinsi dengan merujuk standar yang ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Bapak Mochamad Mulya Permana selaku Kepala Satuan Kerja Balai Litbang Penerapan Teknologi Permukiman sekaligus sebagai Kepala Balai Pelaksana Penyediaan Perumahan Jawa III, beserta seluruh kolega kantor.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fraser. S, Raby A Pomonis et al, *Tsunami damage to Coastal Defense and Buildings in the March 11th 2011 M W 9.0 Great East Japan Earthquake and Tsunami*. Bulletin of Earthquake Engineering, (2012) :131.

[2] Macabuag, Raby, Pomonis et al, *Tsunami Design Procedures for Enginnered building: a critical review.* Proceedings of the Institution of Civil Engineer- Civil Engineering ICE Publishing. (2018): 203-210.

[3] Shibayama, Esteban M, Nistor.et al, *Classification of Tsunami and Evacuation areas. Natural Hazards*, (2013) : 223-257.

[4] Chock, Gary, *ASCE 7 and the Development of a Tsunami Building Code for the US*, unpublished: 150-165.

[5] FEMA, *The Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis*, US: Home Land Department, (2012): 135-140.

[6] Yeh (2008), Robertson I and Preus J, *Development of Design Guidelines for Structures that Serve as Tsunami Vertical Evacuation Sites*, Washington: Division of Geology and Earth Resources, (2005): 200-205.

[7] US Army Coastal Engineering Research Center, 2008.

[8] Minister of Public Works Regulation 6/PRT/2009.

P-44

PENGEMBANGAN MEDIA VIDEO TUTORIAL BERBASIS ANIMASI MENGGUNAKAN 4D UNTUK MATA KULIAH PRAKTIK BATU BETON

THE DEVELOPMENT OF ANIMATION BASED VIDEO TUTORIAL MEDIA USING 4D FOR CONCRETE PRACTICES COURSE

Elza Yunika[1*], Tuti Iriani[2], Rosmawita Saleh[3]
[1,2,3]Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka RT. 11 RW. 14, Jakarta Timur

[*]E-mail: elzayunika3@gmail.com

Diterima 07-10-2020	Diperbaiki 13-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi pada mata kuliah Praktik Batu Beton. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang mengacu pada model penelitian dan pengembangan Thiagarajan. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan ini disingkat dengan 4D (four-D), yaitu pendefiniasian (define), perencanaan (design), pengembangan (development), dan penyebaran (dissemination). Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah metode kuntitatif dengan menggunakan kuisioner. Kuisioner diberikan kepada ahli materi dan ahli media untuk menguji kelayakan produk media pembelajaran. Hasil kelayakan produk media pembelajaran yang berjumlah 12 video tutorial berbasis animasi, sebagai berikut: a) Penilaian dari ahli materi mendapatkan nilai sebesar 88,00 % yang diklasifikasikan sangat layak; dan b) Penilaian dari ahli media mendapatkan nilai sebesar 84,17 % yang diklasifikasikan sangat layak. Maka, dapat disimpulkan video tutorial berbasis animasi layak dan dapat digunakan sebagai variasi media pembelajaran pada mata kuliah Praktik Batu Beton.

Kata kunci: Media Pembelajaran, Video Tutorial, Praktik Batu Beton

ABSTRACT

This study aims to produce instructional media based on animation video tutorials in the Concrete Practice course. This study using Research and Development (R&D) method which refers to the Thiagarajan research and development model. The research and development steps are abbreviated as 4D (four-D), namely the definition (define), planning (design), development (development), and dissemination (dissemination). The data collection technique used a quantitative method with questionnaire. Questionnaires were given to material experts and media experts to test the feasibility of learning media products. The results of the feasibility of learning media products, amounting to 12 animation-based video tutorials, are as follows: a) The evaluation of the material experts scores 88.00%, which is classified as very feasible; and b) The media expert's assessment gets a value of 84.17% which is classified as very feasible. So, it can be concluded that the animation-based video tutorial is feasible and can be used as a variation of learning media in the Concrete Practice course.

Keywords: Learning Media, Video Tutorial, Concrete Practice

PENDAHULUAN

Pandemi *Covid-19* pada awal tahun 2020 merupakan tahun yang mengkhawatirkan bagi seluruh negara dengan lebih dari 215 negara di dunia [1], tanpa terkecuali Indonesia merasakan dampak pandemi *Covid-19* yang menjadi kendala dalam berbagai sektor termasuk lembaga pendidikan khususnya Perguruan Tinggi [1]. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Pemerintah menginstruksikan seluruh Perguruan Tinggi melaksanakan perkuliahan tatap muka dengan pembelajaran daring [1]. Pembelajaran daring membutuhkan inovasi dan adaptasi terkait pemanfaatan teknologi yang tidak terbatas pada revolusi *industry* 4.0 dalam mendukung proses

pembelajaran [2]. Hal ini menuntut pendidik harus menggunakan teknologi dalam pembelajaran daring [3].

Perpindahan kegiatan belajar mengajar menggunakan teknologi berupa *smartphone* ataupun laptop membuat pendidik harus beradaptasi dengan keadaan ini [4]. Menurut Sadikin dan Hamidah [1], kemampuan teknologi *smartphone* dan laptop dalam mengakses internet dapat membantu mahasiswa untuk mengikuti pembelajaran daring. Selaras dengan Anggrawan [5], bahwa penggunaan teknologi *smartphone* dan laptop dalam pembelajaran daring dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Penerapan pembelajaran berbasis *online* telah dilaksanakan, seperti model *blended learning* pada mata kuliah CAD di FPTK UPI dengan proses pembelajaran jarak jauh (*distance learning*) secara *online* [6]; 2) Multimedia interaktif pada mata kuliah Teori Praktik Plumbing di PTB FT UNJ [7]; 3) Video berbasis animasi pada mata kuliah Ilmu Bahan Bangunan di PTB FT UNJ [8]; 4) *E-learning* dalam mengelola pembelajaran jarak jauh, mulai dari pemberian materi, pengumpulan tugas, dan melihat nilai pada mata kuliah PTM/Jalan Raya di PTB FT UNJ [9].

Salah satu media pembelajaran yang dikembangkan dalam kajian ini adalah video pembelajaran tutorial. Video pembelajaran dipilih sebagai salah satu alternatif untuk menyampaikan materi pembelajaran, bahan diskusi, ataupun bahan praktik dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi yang disampaikan melalui pertemuan jarak jauh [10]. Video tutorial layak digunakan sebagai alternatif pembelajaran jarak jauh [4]. Video tutorial sangat membantu proses pembelajaran dan dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa [4].

Video tutorial cocok digunakan untuk mengilustrasikan suatu peristiwa yang bergerak, prosedur, ataupun konsep yang abstrak [11]. Video tutorial paling tepat dalam mempraktikkan langkah kerja yang ada di dalam *jobsheet* [10]. Video tutorial dapat digunakan untuk mendemontrasikan gerakan-gerakan dalam ranah psikomotor yang bersifat praktik [12]. Selain itu, video tutorial dapat dijadikan media pembelajaran untuk pelaksanaan praktik secara virtual [13]. Pelaksanaan praktik secara virtual merupakan sebuah pengalaman baru bagi mahasiswa untuk mengamati dan memanipulasi fenomena dalam rangka memenuhi tujuan pembelajaran [13].

Video tutorial memiliki beberapa keunggulan, berupa kemudahan dalam mengulang tayangan video, membawa mahasiswa seolah-olah terlibat di dalam kegiatan yang ada pada video, serta video dapat diakses dimanapun dan kapanpun melalui *handphone* [14]. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan video tutorial di masa pandemi *Covid-19* dapat melengkapi sarana pembelajaran jarak jauh.

Mata kuliah Praktik Batu Beton adalah mata kuliah utama dan wajib diikuti oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan. Keahlian Praktik Batu Beton membekali mahasiswa suatu keterampilan, pengetahuan, dan sikap agar kompeten dalam melakukan pekerjaan jasa sebagai pelaksana pekerja bangunan gedung [15].

Sub materi pada mata kuliah Praktik Batu Beton di Program Studi PTB FT UNJ, yaitu macam-macam alat dan bahan praktik batu bata; memasang dinding ½ bata (bentuk memanjang, menyiku, dan menyilang); memasang dinding 1 bata (bentuk memanjang, menyiku, dan menyilang); memasang dinding kombinasi ½ dan 1 bata bentuk menyiku dan menyilang; memplester, mengaci, dan menyawut dinding; memasang tegel lantai; memasang *porcelin* di dinding; membuat dan merakit tulangan balok *sloof*/kolom.

Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan kepada 30 mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Praktik Batu Beton didapatkan bahwa 96,7% responden mengusulkan adanya media pembelajaran baru yang menarik berupa video tutorial berbasis animasi selain alat bantu pembelajaran *jobsheet*, untuk petunjuk pelaksanaan Praktik Batu Beton.

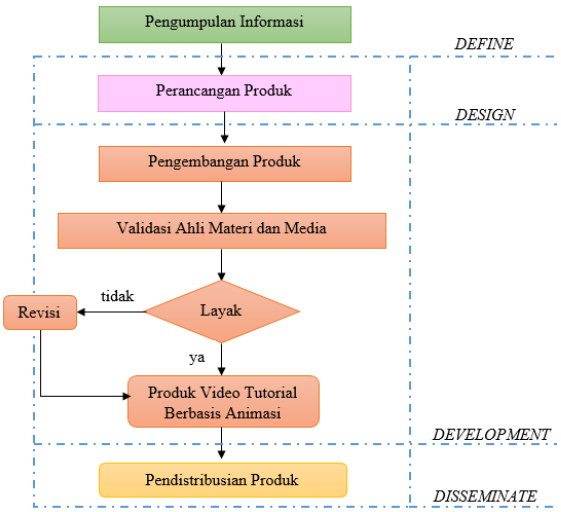
Berdasarkan pemaparan di atas, maka penelitian ini akan mengembangkan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi untuk mata kuliah Praktik Batu Beton di Program Studi PTB FT UNJ. Pengembangan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam belajar mandiri sebelum pelaksanaan praktik.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang mengacu pada model penelitian dan pengembangan Thiagarajan. Kolaborasi model Thiagarajan dan media video tutorial dinilai cocok [16] karena mampu meningkatkan

kualitas pembelajaran [17] yang valid, efektif, dan praktis [18]. Selain itu, model Thiagarajan tepat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan perangkat pembelajaran [19], memiliki uraian yang lengkap [20], dan sistematis [21]. Namun, adanya kesejajaran antara analisis konsep dan analisis tugas membuat kerancuan terhadap analisis mana yang harus dilaksanakan terlebih dahulu [22].

Langkah-langkah penelitian dan pengembangan ini disingkat dengan 4D (*four-D*), yaitu pendefinisian (*define*), perencanaan (*design*), pengembangan (*development*), dan penyebaran (*dissemination*) sesuai bagan alur berikut [23]:



Gambar 1. Alur Penelitian dan Pengembangan

Berdasarkan bagan alur tersebut, model pengembangan 4D yang digunakan pada penelitian ini, yaitu (1) *Define*, pada tahap ini dilakukan: a. *Front-end analysis* (analisis awal dan akhir) yang berisi kegiatan pembuatan latar belakang masalah dari permasalahan dasar pada mata kuliah Praktik Batu Beton sebelumnya, sehingga didapatkan fakta permasalahan dan alternatif penyelesaian yang dapat dilakukan yaitu perlunya pengembangan media pembelajaran pada mata kuliah Praktik Batu Beton; b. *Learner analysis* (analisis peserta didik) yang berisi kegiatan menyiapkan dan menyebarkan analisis kebutuhan kepada mahasiswa serta menyimpulkan hasil analisis kebutuhan tersebut; dan c. *Concept analysis* (analisis konsep) yang berisikan kegiatan menganalisa kesesuaian sub-materi dalam RPS (Rencana Pembelajaran Semester) dengan *jobsheet* mata kuliah Praktik Batu Beton, sehingga dihasilkan garis besar materi yang akan disajikan pada media pembelajaran. (2) *Design*, merupakan tahap yang berisi kegiatan dalam merencanakan media yang akan dikembangkan dan menghasilkan *storyboard* media pembelajaran. (3) *Development*, tahap ini merupakan kegiatan dalam membuat rancangan menjadi produk kemudian dilakukan pengujian validitas produk sampai dihasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. (4) *Disseminate*, pengemasan dengan memasukkan video pada *flashdisk*, *Youtube*, serta e-*modul* Praktik Batu Beton untuk dilakukan pendistribusian produk kepada mahasiswa serta dosen.

Penelitian pengembangan video tutorial berbasis animasi ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta pada bulan Maret hingga Juli 2020, dengan sasaran mahasiswa yang sedang mengambil mata kuliah Praktik Batu Beton. Penelitian ini menggunakan instrumen *non* tes berupa kuisioner dengan skala likert sebagai skala pengukuran yang memiliki rentang sangat tidak baik dengan skor 1 hingga sangat baik dengan skor 5 [24].

Teknik analisis data pada penelitian ini berupa teknik analisis validasi ahli. Validasi oleh ahli dilakukan untuk menilai kelayakan dari sebuah rancangan produk dan melakukan perbaikan berdasarkan hasil validasi tersebut. Pada teknik analisis validasi ahli digunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif untuk mengolah data yang diperoleh dari skor penilaian kuisioner yang telah diisi oleh ahli materi dan ahli media dalam proses validasi produk dengan rumus perhitungan persentase data kuantitatif [25], sebagai berikut:

$$\text{Presentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor yang diharapkan}} \text{x100 \%}$$

Setelah didapatkan persentase kelayakan, maka persentase tersebut dikonversikan menjadi data kualitatif kriteria penilaian kelayakan produk [25], sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Penilaian Kelayakan

Aspek	Keterangan
81 % -100 %	Sangat Layak
61 % - 80 %	Layak
41 % - 60 %	Cukup Layak
21 % - 40 %	Kurangg Layak
0 % - 20 %	Tidak Layak

Berdasarkan tabel tersebut, maka tabel kriteria penilaian kelayakan digunakan untuk mengklasifikasikan kelayakan produk yang telah dibuat berdasarkan hasil validasi 2 ahli materi dan 2 ahli media. Sedangkan teknik analisis deskriptif kualitatif, digunakan untuk

mengolah data yang diperoleh dari saran dan masukan ahli materi dan ahli media.

Kemudian setelah para ahli menilai produk yang telah dibuat, dilakukan pula validasi isi. Validasi isi dilakukan untuk memastikan kesesuaian dan kerelevanan isi kuisioner terhadap tujuan penelitian, serta mengetahui bahwa data yang diperoleh merupakan data yang valid. Nilai validitas Aiken'V dihitung dengan rumus [26], sebagai berikut:

$V = \frac{\sum s}{N(c-1)}$, dimana s = r – l

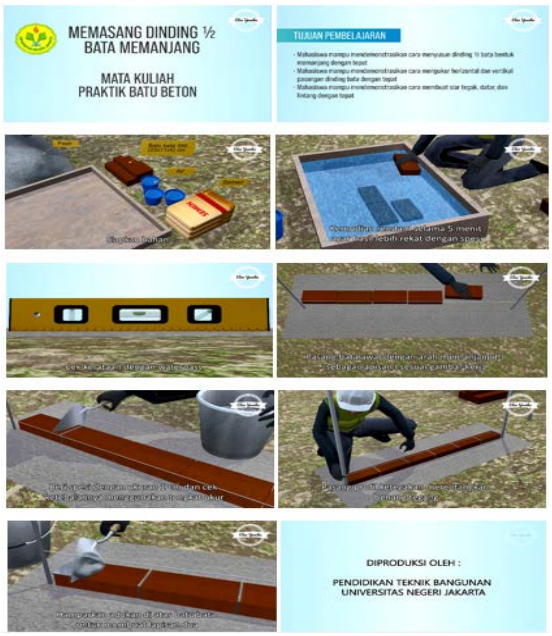
Keterangan :

V = Nilai validitas Aiken'V
r = skor penilaian yang diberikan ahli
l = skor penilaian validitas terendah = 1
c = skor penilaian validitas tertinggi = 5
N = jumlah penilai/responden

Nilai validitas Aiken'V dengan indeks kurang atau sama dengan 0,4 dikatakan kurang valid, indeks 0,4 - 0,8 dikatakan valid, dan indeks lebih dari 0,8 dikatakan sangat valid [27].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan pada penelitian pengembangan ini berupa 12 video tutorial berbasis animasi dengan durasi masing-masing 4 hingga 8 menit. Video tutorial berbasis animasi adalah rangkaian gambar panduan proses atau langkah kerja yang digunakan untuk menjelaskan materi pembelajaran ataupun pelatihan yang dikemas dalam bentuk gambar diam dengan direkayasa menjadi rangkaian gambar bergerak, sehingga mendekati realistik. Pengembangan video tutorial berbasis animasi ini mengacu pada langkah kerja yang ada di dalam *jobsheet* sesuai sub-materi pada RPS (Rencana Pembelajaran Semester). Beberapa tampilan *scene* pada produk video tutorial berbasis animasi yang dihasilkan, sebagai berikut:



Gambar 2. Tampilan *Scene* Video

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat beberapa hasil tampilan *scene* video tutorial berbasis animasi dari awal pembukaan, kemudian langkah kerja pelaksanaan Praktik Batu Beton, hingga akhir penutup.

Software pengembangan media pembelajaran yang dipilih dalam memberikan gambaran nyata saat belajar adalah *Google SketchUp* untuk pembuatan *modellin*g objek 3D. Kemudian dikombinasikan dengan *3D Studio Max* versi *student* untuk menambah animasi karakter dan visualisasi yang lebih realistik. Lalu, hasil akhir dibuat dengan *software editing Filmora* untuk menambahkan berbagai unsur media seperti musik, teks, dan suara rekaman [28].

Pada penelitian pengembangan ini didapatkan hasil validasi ahli materi terhadap produk yang dikembangkan, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Validasi Produk Ahli Materi

Aspek	Persentase Penilaian (%)	Keterangan
Isi/Materi	93,33	Sangat Layak
Kebahasaan	80,00	Layak
Penyajian	90,00	Sangat Layak
Rata-Rata	88,00	Sangat Layak

Berdasarkan data tersebut, persentase penilaian dari dua validator ahli materi terhadap video tutorial berbasis animasi didapatkan klasifikasi kelayakan produk dalam Utomo dan Ratnawati [25] pada masing-masing aspek adalah layak dan sangat layak. Persentase untuk aspek isi/materi adalah 93,33 % dan termasuk dalam klasifikasi sangat layak. Persentase untuk

aspek kebahasaan adalah 80,00 % dan termasuk dalam klasifikasi layak. Persentase untuk aspek penyajian adalah 90,00 % dan termasuk dalam klasifikasi sangat layak. Persentase rata-rata untuk total hasil validasi produk ahli materi adalah 88,00 % dan termasuk dalam klasifikasi sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang terdapat dalam media pembelajaran video tutorial berbasis animasi telah menjabarkan prosedur langkah kerja pada *jobsheet* sesuai RPS (Rencana Pembelajaran Semester) mata kuliah Praktik Batu Beton. Kesimpulan dari para ahli materi untuk produk yang divalidasi adalah produk video tutorial berbasis animasi ini layak digunakan dengan revisi. Adapun saran dan catatan yang diberikan oleh para ahli materi terhadap produk, sebagai berikut: 1) Tambahkan keselamatan kerja dan kriteria unjuk kerja; 2) Benang disesuaikan kerataan dan ketinggiannya; 3) Perbaiki hamparan adukan agar tidak langsung sampai ke ujung bata; 4) Perbaiki tujuan pembelajaran; dan 5) Kalimat "Siar tidak boleh segaris" pada ketentuan menyusun pasangan dinding batu bata, diganti menjadi "Siar tegak tidak boleh segaris". Setelah produk selesai dinilai, dilanjutkan validasi isi dengan harapan dapat memperoleh data yang valid. Hasil analisis dari validasi isi untuk instrumen validasi produk oleh ahli materi menggunakan formula Aiken'V, sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Validasi Instrumen

Aspek	V	Keterangan
Isi/Materi	0,92	Sangat Valid
Kebahasaan	0,75	Valid
Penyajian	0,88	Sangat Valid
Rata-Rata	0,85	Sangat Valid

Berdasarkan data tersebut, nilai validitas isi dari dua validator ahli materi terhadap video tutorial berbasis animasi didapatkan kategori dalam Dawati, dkk. [27] pada masing-masing aspek adalah valid dan sangat valid. Nilai validitas isi untuk aspek isi/materi adalah 0,92 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Nilai validitas isi untuk aspek kebahasaan adalah 0,75 dan termasuk dalam kategori valid. Nilai validitas isi untuk aspek pendukung penyajian adalah 0,88 dan termasuk kategori sangat valid. Nilai validitas isi rata-rata untuk total hasil validasi instrumen ahli materi adalah 0,85 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa kedua ahli memberikan penilaian yang cenderung konsisten dan instrumen yang telah dibuat adalah instrumen yang valid, sehingga data hasil validasi oleh ahli materi adalah data yang valid, yang berarti indikator penilaian tersebut mengukur sesuai dengan apa yang ingin diukur.

Didapatkan pula hasil validasi ahli media terhadap produk yang dikembangkan, sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Validasi Produk Ahli Media

Aspek	Persentase Penilaian (%)	Keterangan
Tampilan Media	84,44	Sangat Layak
Penggunaan Media	83,33	Sangat Layak
Rata-Rata	84,17	Sangat Layak

Berdasarkan data tersebut, persentase penilaian dari dua validator ahli media terhadap video tutorial berbasis animasi didapatkan klasifikasi kelayakan produk dalam Utomo dan Ratnawati [25] pada masing-masing aspek adalah sangat layak. Persentase untuk aspek tampilan media pembelajaran adalah 84,44 % dan termasuk dalam klasifikasi sangat layak. Persentase untuk aspek penggunaan media adalah 83,33 % dan termasuk dalam klasifikasi sangat layak. Persentase rata-rata untuk total hasil validasi produk ahli media adalah 84,17 % dan termasuk dalam klasifikasi sangat layak. Hal ini menunjukkan kedua ahli media memberi penilaian cenderung konsisten dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran Praktik Batu Beton. Kesimpulan dari para ahli media untuk produk yang divalidasi adalah produk video tutorial berbasis animasi ini layak digunakan dengan revisi. Adapun saran dan catatan yang diberikan oleh para ahli media terhadap produk, sebagai berikut: 1) Perbaiki tulisan tujuan pembelajaran, detail gambar kerja, dan langkah kerja tanpa huruf A, B, dan C; 2) Suara narasi dibacakan saat masuk ke materi saja; 3) Latar belakang musik pada bagian awal video hingga memasuki penjelasan materi, sebaiknya terdengar sayup-sayup; 4) Urutan *scene* sebaiknya diawali dengan *cover*, selanjutnya dosen pengampu beserta foto, berikutnya tujuan pembelajaran tanpa huruf "A", kemudian *scene* gambar kerja tanpa huruf "B", dan terakhir langkah kerja tanpa huruf "C" dengan ditambah eksekusi animasi dosen atau instruktur; dan 5) Perbaiki warna *bacground* pada ketentuan penyusunan pasangan dinding batu bata. Sama seperti sebelumnya, setelah produk selesai dinilai dilanjutkan dengan validasi isi. Hasil analisis dari validasi isi untuk instrumen validasi produk oleh ahli media

menggunakan formula Aiken'V, sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Validasi Instrumen

Aspek	V	Keterangan
Tampilan Media	0,81	Sangat Valid
Penggunaan Media	0,79	Valid
Rata-Rata	0,80	Sangat Valid

Berdasarkan data tersebut, nilai validitas isi dari dua validator ahli media terhadap video tutorial berbasis animasi didapatkan kategori dalam Dawati, dkk. [27] pada masing-masing aspek adalah valid dan sangat valid. Nilai validitas isi untuk aspek tampilan media pembelajaran adalah 0,81 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Nilai validitas isi untuk aspek penggunaan media adalah 0,79 dan termasuk dalam kategori valid. Nilai validitas isi rata-rata untuk total hasil validasi instrumen ahli media adalah 0,80 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa kedua ahli memberikan penilaian yang cenderung konsisten dan instrumen yang telah dibuat adalah instrumen yang valid, sehingga data hasil validasi oleh ahli media adalah data yang valid, yang berarti indikator penilaian tersebut mengukur sesuai dengan apa yang ingin diukur.

Terdapat hasil tampilan produk sebelum dan setelah revisi, sebagai berikut:



Gambar 3. Tampilan Produk Sebelum dan Setelah Revisi

Produk video tutorial berbasis animasi ini memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan video tutorial berbasis animasi ini, yaitu dapat mengurangi kejenuhan sebelum melaksanakan praktik, produk dilengkapi dengan narasi untuk menjelaskan langkah-langkah pelaksanaan Praktik Batu Beton, penggunaannya dapat mendukung pembelajaran mandiri menggunakan *handphone* ataupun komputer secara mudah sehingga cocok digunakan pada masa pandemi *Covid-19*, efektif digunakan, dan dapat meningkatkan hasil belajar [29] [30] [31]. Media video tutorial berbasis animasi ini juga memiliki kekurangan yang selaras dengan Setiadi, dkk. [32], yaitu mahasiswa membutuhkan kuota yang cukup dalam mengakses penggunaan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi secara mandiri. Selain itu, dibutuhkan memori yang cukup memadai untuk menyimpan ataupun men*download*nya. Adanya kelebihan dan kekurangan produk tersebut dapat dijadikan pertimbangan dalam mengembangkan produk selanjutnya, agar nantinya menjadi produk yang lebih baik daripada produk yang dikembangkan saat ini.

KESIMPULAN

Produk yang dihasilkan pada penelitian pengembangan ini berupa 12 video tutorial berbasis animasi dengan durasi masing-masing 4 hingga 8 menit. Video tutorial berbasis animasi ini dibuat dengan bantuan *software SketchUp*, *3D Studio Max* versi *student*, dan *Filmora*.

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi, didapatkan penilaian dari ahli materi sebesar 88,00 % dengan klasifikasi sangat layak dan penilaian dari ahli media sebesar 84,17 % dengan klasifikasi sangat layak. Maka, dapat disimpulkan bahwa video tutorial berbasis animasi layak dan dapat digunakan sebagai variasi media pembelajaran pada mata kuliah Praktik Batu Beton.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi didapatkan beberapa saran dalam melakukan penelitian selanjutnya, yaitu penelitian dan pengembangan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi ini dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan pengembangan media selanjutnya, dapat dijadikan sarana informasi untuk melakukan pengembangan media selanjutnya,

dan dapat dilanjutkan ke penelitian uji efektifitas penggunaan media pembelajaran video tutorial berbasis animasi pada mata kuliah Praktik Batu Beton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, ahli materi, dan ahli media yang telah memberikan saran dan masukan pada penulis dalam mengembangkan video tutorial berbasis animasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Sadikin dan A. Hamidah, "Pembelajaran Daring di Tengah Wabah Covid-19," *Jurrnal Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 6, no. 2, hal. 214–224, 2020.

[2] L. D. Herliandry, Nurhasanah, M. E. Suban, dan H. Kuswanto, "Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid-19," *J. Teknol. Pendidik.*, vol. 22, no. 1, hal. 65–70, 2020.

[3] A. Purwanto *et al.*, "Studi Eksploratif Dampak Pandemi COVID-19 Terhadap Proses Pembelajaran Studi Eksploratif Dampak Pandemi COVID-19 Terhadap Proses Pembelajaran Online di Sekolah Dasar," *J. Educ. Psychol. Couns.*, vol. 2, no. 1, hal. 1–12, 2020.

[4] R. Setiawan dan E. Komalasari, "Membangun Efektifitas Pembelajaran Sosiologi di Tengah Pandemi Covid-19," *J. Ilm. Penelit. Pendidik. dan Sosiol.*, vol. 4, no. 1, hal. 1–13, 2020.

[5] A. Anggrawan, "Analisis Deskriptif Hasil Belajar Pembelajaran Tatap Muka dan Pembelajaran Daring Menurut Gaya Belajar Mahasiswa," *J. MATRIK*, vol. 18, no. 2, hal. 339–346, 2019.

[6] A. Rachman, Y. Sukrawan, dan D. Rohendi, "Penerapan Model Blended Learning dalam Peningkatan Hasil Belajar Menggambar Objek 2 Dimensi," *J. Mech. Eng. Educ.*, vol. 6, no. 2, hal. 145–152, 2019.

[7] F. Azhar, "Efektifitas Penggunaan Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Kuliah Teori dan Praktik Plumbing," *J. Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, hal. 97–103, 2020.

[8] M. R. Apriansyah, K. A. Sambowo, dan A. Maulana, "Pengembangan Media Pembelajaran Video Berbasis Animasi Mata Kuliah Ilmu Bahan Bangunan di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta," *J. Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 1, hal. 8–18, 2020.

[9] A. A. Mubarok, R. Arthur, dan S. S. Handoyo, "Pengembangan Pembelajaran E-Learning Mata Kuliah PTM/Jalan Raya Pendidikan Vokasional KOnstruksi Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta," *J. Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 7, no. 2, hal. 35–42, 2018.

[10] H. H. Batubara dan D. S. Batubara, "Penggunaan Video Tutorial untuk Mendukung Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Virus Corona," *J. Madrasah Ibtidaiyah*, vol. 5, no. April, hal. 74–84, 2020.

[11] Mandalika dan Syahril, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Video Tutorial untuk Meningkatkan Efektifitas Pembelajaran Pada Mata Kuliah Tata Rias Pengantin Indonesia," *J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 20, no. 1, hal. 85–92, 2020.

[12] A. Jayul dan E. Irwanto, "Model Pembelajaran Daring Sebagai Alternatif Proses Kegiatan Belajar Pendidikan Jasmani di Tengah Pandemi Covid-19," *J. Pendidik. Kesehat. Rekreai*, vol. 6, no. 2, hal. 190–199, 2020.

[13] N. Hikmah, N. Saridewi, dan S. Agung, "Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa," *J. Kim. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 2, hal. 186–195, 2017.

[14] H. H. Batubara dan D. N. Ariani, "Pemanfaatan Video sebagai Media Pembelajaran Matematika SD/MI," *J. Madrasah Ibtidaiyah*, vol. 2, no. 1, hal. 47–66, 2016.

[15] L. H. Siregar dan N. Syah, "Kontribusi Kecerdasan Emosional Terhadap Hasil Belajar Praktek Batu Beton Siswa di SMK Negeri 1 Bukittinggi," *J. CIVED Jur. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, hal. 1–5, 2019.

[16] I. M. Tegeh, A. H. Simamora, dan K. Dwipayana, "Pengembangan Media Video Pembelajaran Dengan Model Pengembangan 4D Pada Mata Pelajaran Agama Hindu," *Julnar Mimb. Ilmu*, vol. 24, no. 2, hal. 158–166, 2019.

[17] D. Kurniawan *et al.*, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dengan Media Screencast- O-Matic Mata Kuliah Kalkulus 2 Menggunakan Model 4-D Thiagarajan," *J. Siliwangi*, vol. 3, no. 1, 2017.

[18] G. E. Prasetyo dan N. Ginting, "Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Metode Adobe Flash Dengan Menggunakan Model 4-D Tentang Kearifan Lokal Budaya Melayu Langkat Tahun Ajaran 2019 / 2020," vol. 2, no. 1, hal. 93–102, 2020.

[19] D. Arywiantari, A. . G. Agung, dan I. D. K. Tastra, "Pengembangan Multimedia Interaktif Model 4D pada Pembelajaran IPA di SMP Negeri 3 Singaraja," *J. Edutech Univ. Pendidik. Ganesha*, vol. 3, no. 1, hal. 3–12, 2015.

[20] P. Srikandika, D. P. Perwita, dan Y. Oktrisma, "Analisis Model Pengembangan Bahan Ajar (4D, ADDIE, ASSURE, Hannafin dan Peck)," *4 November 2019*, Padang, hal. 1–33, Okt-2019.

[21] Trianto, *Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. 2010.

[22] D. S. Mandasari, "Pengembangan Bahan Ajar Pkn Kelas V Yang Berorentasi Pada Pendekatan CTL (Contextual Teaching and Learning) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Sdn Lerpak 3 Bangkalan," *J. Rev. Pendidik. Dasar J. Kaji. Pendidik. dan Has. Penelit.*, vol. 5, no. 2, hal. 1003, 2019.

[23] R. A. Romana, "Pengembangan Jobsheet Praktik Batu Beton sesuai Standar Kerja Nasional Indonesia di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta," *J. Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, hal. 91–96, 2020.

[24] E. P. Widoyoko, *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2018.

[25] A. Y. Utomo dan D. Ratnawati, "Pengembangan Video Tutorial dalam Pembelajaran Sistem Pengapian di SMK," *J. Taman Vokasi*, vol. 6, no. 1, hal. 68–76, 2018.

[26] Z. Arifin, "Kriteria Instrumen dalam Suatu Penelitian," *J. THEOREMS*, vol. 2, no. 1, hal. 28–36, 2017.

[27] F. M. Dawati, S. Yamtinah, S. B. Rahardjo, Ashadi, dan N. Y. Indriyanti, "Uji Validitas Computerized Two-Tier Multiple Choice (CTTMC) Melalui Focus Group Discussion (FGD) untuk Mendiagnosis Kesulitan Belajar Siswa," *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Sains*, vol. 21, no. 1, hal. 260–265, 2017.

[28] Rusman, D. Kurniawan, dan C. Riyana, *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2015.

[29] I. P. A. D. Prayatna, I. G. P. Sudiarta, dan I. N. Gita, "Penerapan Pembelajaran Matematika Berbantuan Video Tutorial untuk Meningkatkan Minat dan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas VIIID SMP Negeri 2 Sawan," *J. Pendidik. Mat. Undiksha*, vol. 9, no. 2, hal. 40–51, 2018.

[30] Syamsunir, Ruslan, dan Pattaufi, "Pengembangan Video Tutorial Pembelajaran Mata Kuliah Produksi Media Audio Video," *J. e-prints*, vol. 1, no. 1, hal. 1–8, 2020.

[31] Supriyadi, "Pengembangan Media Animasi Menggunakan Adobe Flash CS6 Materi Termodinamika untuk Siswa SMK Kelas XI Teknik Otomotif," Institut Agama Islam Negeri Palangka Raya, 2017.

[32] E. F. Setiadi, A. Azmi, dan J. Indrawadi, "Youtube Sebagai Sumber Belajar Generasi Milenial," *J. Civ. Educ.*, vol. 2, no. 4, hal. 313–323, 2019.

P-45

PERAN DONGENG UNTUK MENGOPTIMALKAN PERKEMBANGAN ANAK USIA DINI

THE ROLE OF FAIRY TALES TO OPTIMIZE THE DEVELOPMENT OF EARLY CHILDREN

Rosa Imani Khan
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Email : rossa_rose@unpkediri.ac.id

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 14-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Digitalisasi di berbagai sektor kehidupan merupakan ciri dari Era Revolusi Industri 4.0 saat ini. Kian hari masyarakat kian menyukai kepraktisan yang disuguhkan oleh alat modern nan canggih bernama gadget. Tingginya tingkat penggunaan gadget tidak hanya muncul pada orang dewasa, tapi juga pada anak-anak. Banyaknya orangtua yang mengizinkan anak untuk berlama-lama bermain gadget agar anak menjadi tenang dan tidak rewel, membuat anak semakin asyik dengan gadget dan acuh terhadap lingkungan di sekitarnya.Jika kondisi ini dibiarkan terjadi terus-menerus, maka lama-kelamaan anak akanmenjadi ketergantungan dengan gadget. Waktu yang dimiliki oleh anak dapat menjadi terbuang begitu saja karena saat anak memainkannya, tidak jarang jadi lupa waktu. Padahal penggunaan gadget yang berlebihan akan membawa dampak negatif bagi tumbuh-kembang anak.Masa usia dini adalah masa awal yang paling penting dan mendasar sepanjang rentang hidup manusia. Setiap anak mempunyai potensi untuk menjadi lebih baik di masa mendatang apabila diberi rangsangan, bimbingan, bantuan dan perlakuan yang sesuai dengan tingkat pertumbuhan dan perkembangannya, salah satunya adalah dengan mendongeng kepada anak. Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan dongeng dan manfaatnya bagi anak usia dini. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif. Data-data yang diperlukan dikumpulkan melalui studi pustaka kemudian dilakukan interpretasi untuk mendeskripsikan tentang dongeng dan mengungkap manfaat dongeng bagi perkembangan anak usia dini. Dongeng merupakan bentuk sastra lama yang menceritakan kejadian luar biasa yang penuh khayalan dan tidak betul-betul terjadi. Mendongeng dapat dilakukan oleh orangtua untuk mengembangkan aspek-aspek kognitif (pengetahuan), afektif (perasaan), sosial, dan aspek konatif (penghayatan) dalam diri anak. Isi cerita dari dongeng dapat membekali anak dengan sesuatu yang bermanfaat bagi hidupnyakarena menyajikan "imitation of life" (konsepsi mimesis yang dapat membuat anak lebih paham akan kehidupan dan permasalahannya) dan dapat membuka cakrawala pemikiran anak sehingga mendapatkan nilai-nilai yang berharga dan bermanfaat, termasuk dapat membentuk karakter yang positif dalam diri anak.

Kata kunci: dongeng, anak usia dini.

ABSTRACT

Digitalization in various sectors of life is a feature of the current Industrial Revolution Era 4.0. People increasingly like the practicality that is served by modern and sophisticated tools called gadgets. The high level of gadget use appears not only in adults, but also in children. The number of parents who allow children to play gadgets for a long time so that the children are calm and not fussy, making children more engaged with gadgets and indifferent to the environment around them. If this condition is allowed to happen continuously, then over time the child will become dependent on gadgets. Time owned by children can be wasted because when children play, they often forget the time. Even though excessive use of gadgets will have a negative impact on children's development. Early childhood is the beginning of the most important and fundamental throughout the human life span. Every child has the potential to be better in the future if given stimulation, guidance, assistance and treatment in accordance with the level of growth and development, one of which is by telling stories to children. This study aims to describe fairy tales and their benefits for

early childhood. This research was conducted using qualitative methods. The necessary data is collected through literature study and then interpreted to describe fairy tales and reveal the benefits of fairy tales for early childhood development. Fairy tales are an old literary form that tells about extraordinary events that are imaginary and do not actually happen. Storytelling can be done by parents to develop cognitive (knowledge), affective (feeling), social, and conative (appreciation) aspects in children. The contents of stories from fairy tales can equip children with something that is useful for their lives because they present an "imitation of life" (mimetic conception that can make children understand more about life and its problems) and can open up the child's mindset so that they get valuable and useful values, including being able to form a positive character in children.

Keywords : fairy tales, early childhood.

PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri, pesatnya perkembangan kecanggihan teknologi sudah di depan mata. Digitalisasi di bermacam-macam sektor kehidupan merupakan ciri dari Era Revolusi Industri 4.0 saat ini. Kian hari masyarakat kian menyukai kepraktisan yang disuguhkan oleh alat modern nan canggih bernama *gadget*. *Gadget* adalah suatu istilah dalam Bahasa Inggris yang memiliki arti sebuah peralatan elektronik yang berukuran kecil namun memiliki banyak fungsi. *Gadget* dapat berupa komputer atau laptop, tablet PC, *smartphone* dan lain-lain[1]. Masyarakat terasa begitu antusias menggunakan *gadget* dan internet, tidak peduli tua atau muda, laki-laki atau perempuan, kaya atau miskin, masyarakat yang tinggal di kota atau di desa. Seluruh lapisan masyarakat sudah tidak asing lagi dengan berbagai jenis *gadget* dan internet.

Di tengah pesatnya kemajuan teknologi saat ini, manusia tidak boleh terlalu terlena dan menjadi "budak" teknologi. Manusia harus terus menjaga perannya terhadap perkembangan kualitas generasi penerus bangsa.

Mendongeng adalah suatu bentuk tradisi lisan dalam mengkomunikasikan sebuah rekaman peristiwa-peristiwa kehidupan yang telah ada sejak berabad-abad lalu. Tradisi ini terus berkembang dan sempat menjadi primadona bagi seorang ibu atau nenek untuk mengantarkan putra-putri atau cucu-cucunya tidur.

Namun seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi saat ini dan bergesernya gaya hidup, tradisi mendongeng rupanya banyak ditinggalkan oleh para orangtua. Bahkan seorang ibu yang pada zaman dulu biasanya mendongeng untuk anaknya sebelum tidur, dewasa ini seringkali tidak menyadari bahwa anaknya sudah tertidur karena asyik sendiri dengan tayangan televisi atau *smartphone*-nya [2].

Tingginya tingkat penggunaan *gadget* tidak hanya muncul pada orang dewasa, tapi juga pada anak-anak. Orang dewasa biasanya menggunakan *gadget* untuk alat komunikasi, berselancar mencari informasi, membuka aplikasi, bermain *game*, dan lain-lain. Sedangkan bagi anak-anak, *gadget* biasanya digunakan untuk media belajar, bermain *game* dan menonton video animasi [3].

Saat ini, *gadget* memiliki berbagai desain yang praktis dan menarik, ditambah lagi dengan fitur *touchscreen* yang memudahkan pengoperasiannya. Berbagai aplikasi yang menarik bagi anak dengan mudah dapat disematkan ke dalamnya. Inilah alasan mengapa anak begitu menyukai *gadget*. Selain itu, *gadget* dapat menyajikan dimensi-dimensi gerak, suara, warna dan lagu-lagu secara sekaligus, serta tidak dapat marah jika anak merasa jengkel saat memainkannya [4].

Berdasarkan survei yang telah dilakukan oleh situs *parenting* terbesar di Asia Tenggara, *The Asian Parent*, pada tahun 2014 98% anak-anak di kawasan Asia Tenggara telah menggunakan perangkat seluler. Anak-anak tersebut menggunakan perangkat atas izin orangtua mereka. Lebih lanjut lagi, hasil riset pada tahun 2014 yang dilakukan oleh Kementerian Informasi Indonesia yang bekerja sama dengan UNICEF menyatakan bahwa 98% anak dan remaja di Indonesia tahu tentang internet dan 79,5% di antaranya adalah pengguna internet [5].

Bagai pisau bermata dua, aktivitas bermain *gadget* bagi anak memang tidak selalu membawa dampak buruk. Dampak positif bermain *gadget* bagi anak yakni membentuk sikap cekatan, melatih fokus dan meningkatkan penguasaan Bahasa Inggris dalam diri anak. Situs *The Asian Parent* menjelaskan bahwa bahaya penggunaan *gadget* pada anak dapat dihindarkan dengan cara tidak membiarkan anak berlebihan terpapar oleh teknologi tersebut. Apalagi sudah diberi *gadget* sendiri saat anak masih berumur di bawah 12 tahun, karena dapat menghambat tumbuh kembang fisik, otak bahkan mentalnya. Radiasi gelombang elektromagnetik yang dihasilkan

oleh *gadget* tak terlihat, dampaknya juga tidak muncul secara langsung.

Saat-saat sekarang ini bagi anak, bermain *smartphone* terasa lebih menyenangkan apabila dibandingkan dengan bermain bersama orang lain atau teman sebayanya karena *smartphone* memiliki banyak sekali aplikasi yang menarik. Selain itu, banyak orangtua yang lebih memilih untuk memberikan *smartphone* kepada anaknya agar anak dapat duduk tenang dan tidak rewel. Inilah yang membuat anak semakin merasa asyik dengan *smartphone* dan jadi acuh terhadap lingkungan sekitarnya. Jika kondisi ini dibiarkan terjadi terus-menerus, maka lama-kelamaan anak akan jadi ketergantungan dengan *smartphone*[6].

Lebih jauh lagi, saat anak sudah mengalami ketergantungan terhadap *smartphone*, waktu yang dimiliki oleh anak dapat menjadi terbuang begitu saja. Saat anak bermain *smartphone*, tidak jarang jadi lupa waktu. Inilah yang membuat anak dapat kehilangan momentum terbaiknya untuk mengasah berbagai aspek perkembangan dalam dirinya. Mengingat masa usia dini adalah masa awal yang paling penting dan mendasar sepanjang rentang hidup manusia. Perkembangan yang didapat pada masa ini sangat berpengaruh terhadap perkembangan tahap selanjutnya, termasuk produktivitas kerja di masa dewasa.

Aktivitas memainkan *gadget* oleh anak di era digitalisasi saat ini memang tak dapat dipungkiri. Walau demikian, orangtua harus terus mencari cara untuk dapat mengoptimalkan tumbuh kembang anak sekaligus meminimalisir dampak negatif dari aktivitas memainkan *gadget*[7]. Salah satunya adalah mulai menggiatkan lagi aktivitas mendongeng untuk anak.

Mendongeng adalah kegiatan yang sepertinya sepele. Namun mendongeng memiliki manfaat yang sangat besar untuk perkembangan anak. Jika aktivitas mendongeng ini dilakukan dengan pendekatan yang akrab dan hangat kepada anak, maka akan dapat membuka cakrawala pemikiran anak sehingga anak akan mendapatkan nilai-nilai yang berharga dan bermanfaat bagi diri anak, termasuk dapat membentuk karakter yang positif dalam diri anak [8].

Berdasarkan paparan di atas, penulis tertarik untuk mengkaji lebih dalam lagi tentang dongeng dan manfaatnya bagi perkembangan anak usia dini.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif, yakni suatu penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata atau tulisan. Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang berupaya menggali dan memaknai apa yang terjadi pada individu atau kelompok, yang berasal dari persoalan sosial atau kemanusiaan [9].

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan metode studi pustaka. Penggunaan metode ini bertujuan untuk mendapatkan data dari sumber-sumber tertulis yang berkaitan dengan pokok permasalahan. Data yang telah terkumpul kemudian diinterpretasi untuk mendeskripsikan tentang dongeng dan mengungkap manfaat dongeng bagi perkembangan anak usia dini. Selanjutnya, hasil analisis data akan disajikan dalam bentuk deskripsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Anak Usia Dini

Anak usia dini adalah individu yang sedang berada dalam proses perkembangan yang pesat dan fundamental bagi tahap perkembangan berikutnya. Anak usia dini berada pada rentang usia nol sampai delapan tahun. Pada masa ini, proses pertumbuhan dan perkembangan anak dalam berbagai aspek sedang berjalan sangat cepat [10].

Hasil penelitian Osborn dkk [11], menjelaskan bahwa perkembangan intelektual akan terjadi begitu pesat di tahun-tahun awal kehidupan seorang anak. Sekitar 50% variabilitas kecerdasan orang dewasa sudah terjadi saat individu berusia empat tahun. Peningkatan 30% berikutnya akan terjadi pada usia delapan tahun dan 20% sisanya pada pertengahan atau akhir dasawarsa kedua individu. Pertumbuhan fungsional sel-sel saraf individu tersebut membutuhkan berbagai macam situasi pendidikan yang mendukung, misalnya situasi pendidikan dalam keluarga, masyarakat maupun sekolah [12].

Penjelasan di atas sejalan pula dengan hasil penelitian para ahli pendidikan yang mengemukakan bahwa pembentukan potensi belajar tiap individu terjadi dengan tahapan sebagai berikut: 1) 50% di umur 0-4 tahun; 2) 40% di umur 4-8 tahun; 3) 30% di umur 8-18 tahun; 4) 20% di umur 18-25 tahun; dan 5) 10% di umur 25-50 tahun [13].

Sedemikian pentingnya masa ini hingga seringkali disebut sebagai usia emas *(the golden age)*. Tiap perkembangan yang didapatkan individu di masa ini akan sangat

mempengaruhi perkembangannya di tahap perkembangan selanjutnya, termasuk produktivitas kerja saat individu telah dewasa kelak. Hal yang penting untuk dipahami dalam hal ini adalah bahwa setiap anak mempunyai potensi untuk menjadi lebih baik di masa mendatang, namun potensi itu hanya dapat berkembang apabila anak diberi rangsangan, bimbingan, bantuan dan perlakuan yang sesuai dengan tingkat pertumbuhan dan perkembangannya [12].

Di masa usia dini ini bercerita menjadi salah satu aktivitas penting karena kegiatan bercerita adalah salah satu metode pembelajaran seni bahasa tertua dan menjadi pelajaran yang sarat akan makna yang memegang peranan penting dalam sosialisasi nilai-nilai baru kepada anak [14].

Dongeng

Dongeng ialah bentuk sastra lama yang menceritakan kejadian luar biasa yang penuh khayalan (fiksi) dan tidak betul-betul terjadi [15]. Dongeng juga merupakan salah satu jenis cerita rakyat *(folktale)*. Dongeng dapat berasal dari berbagai kelompok etnis, masyarakat, atau daerah tertentu di berbagai negara, baik yang berasal dari tradisi lisan ataupun yang sejak semula diciptakan secara tertulis. Contoh dongeng antara lain : Kancil Mencuri Timun, Bawang Merah dan Bawang Putih, Timun Mas, dan sebagainya [16].

Dongeng diceritakan utamanya adalah untuk kepentingan hiburan, meski terkadang ada dongeng yang melukiskan kebenaran, memiliki pesan moral, bahkan sindiran. Biasanya dongeng ini memiliki kalimat pembuka dan penutup yang bersifat klise. Dongeng tak hanya bercerita tentang manusia, tapi bisa tentang binatang, tanaman, dan sebagainya. Pada dasarnya semua yang ada di sekitar kita dapat diangkat menjadi sebuah dongeng. Menarik tidaknya dongeng tergantung dari kreativitas pendongengnya [2].

Ketertarikan pendengar terhadap suatu dongeng tidak lepas dari empat unsur pentingnya, yakni alur, tokoh, latar dan tema. Alur merupakan konstruksi dari suatu deretan peristiwa secara logis dan kronologis serta saling berkaitan, yang dialami oleh pelaku. Alur maju atau progresif biasanya diawali dengan pengenalan tokoh beserta wataknya, latar tempat, waktu, peristiwa dan latar suasana yang hendak dibangun dalam cerita. Kemudian tahap kemunculan konflik hingga merumit menjadi tahap konflik memuncak. Setelah konflik menjadi klimaks, si tokoh akan bangkit dan menemukan solusi atas konflik tersebut (antiklimaks). Setelah solusi ditemukan, maka konflik akan selesai. Sedangkan alur mundur atau regresi merupakan kebalikan dari alur maju. Cerita diawali oleh tahap penyelesaian kemudian mundur ke tahap antiklimaks, klimaks, kemunculan konflik dan berakhir ke tahap pengenalan. Alur campuran atau maju-mundur, biasanya dimulai dengan tahap klimaks, kemudian mundur ke tahap kemunculan konflik agar pendengar tahu asal-mula konflik tersebut. Lalu dimundurkan kembali ke tahap pengenalan. Setelah itu baru dinaikkan lagi ke tahap antiklimaks dan berakhir dengan tahap penyelesaian.

Sedangkan tokoh adalah individu rekaan yang mengalami peristiwa yang ada dalam sebuah cerita. Tokoh dapat memiliki dua jenis sifat, yaitu protagonist (karakter yang melambangkan kebaikan, sikap positif dan teladan) dan antagonis (karakter yang jahat, tidak baik dan sering membuat nilai-nilai negatif).

Berikutnya latar, yakni tempat dan waktu terjadinya cerita. Terdapat latar sosial (mencakup penggambaran keadaan masyarakat, kelompok sosial dan sikapnya, adat kebiasaan, cara hidup, dan bahasa yang melatari peristiwa) dan latar fisik atau material (mencakup tempat, seperti bangunan atau daerah).

Tema merupakan arti pusat yang ada dalam suatu cerita. Pemikiran-pemikiran yang dikemukakan oleh pengarang dipengaruhi oleh pengalaman, jiwa, cita-cita dan ide yang diwujudkan melalui tema tersebut [17].

Beberapa ahli menggolongkan dongeng ke dalam beberapa jenis, salah satunya adalah Anti Aarne dan Stith Thompson [2]. Mereka mengklasifikasikan dongeng ke dalam empat golongan, antara lain:

a) Dongeng Binatang *(Animal Tales)*, merupakan dongeng tentang kehidupan binatang yang digambarkan dapat berbicara seperti manusia. Di Indonesia, dongeng binatang yang populer adalah “Si Kancil”.
b) Dongeng Biasa *(Ordinary Folktales)*, merupakan dongeng yang ditokohi oleh manusia dan menceritakan tentang kisah suka duka seseorang. Menurut Danandjaja [2], di Indonesia, dongeng biasa ini memiliki beberapa tipe, yakni:
    1) Tipe “Cinderella” (tokoh wanita yang tidak memiliki harapan dalam hidupnya), misalnya “Bawang Merah dan Bawang Putih” dan tipe “Male Cinderella” (tokoh wanita yang tidak

memiliki harapan dalam hidupnya), misalnya "Joko Kendhil".

2) Tipe "Oedipus" (memiliki motif ramalan, pembunuhan seorang ayah oleh anak kandungnya, dan perkawinan sumbang oleh antara ibu dan putra kandungnya), contohnya "Sangkuriang".

3) Tipe "Swan Maiden" (dongeng yang mengisahkan seorang bidadari yang terpaksa menjadi manusia karena pakaian bidadarinya disembunyikan oleh seorang lelaki saat ia sedang mandi, kemudian ia menjadi menjadi istri dari lelaki tersebut dan baru dapat kembali ke kahyangan setelah ia menemukan kembali pakaian bidadarinya), misalnya "Joko Tarub".

c) Lelucon dan Anekdot *(Jokes and Anecdotes)*, adalah dongeng yang menggelikan hati sehingga membuat pendengar dan bahkan pendongengnya tertawa. Anekdot berasal dari kisah nyata, bisa tentang kehidupan si pencerita atau fakta tentang kehidupan manusia secara umum. Sedangkan lelucon berasal dari ide imajinasi atau rekaan si pencerita.

d) Dongeng Berumus *(Formula Tales)*, merupakan dongeng yang strukturnya terdiri dari pengulangan. Ada tiga bentuk dongeng ini, antara lain:

1) Dongeng berantai (*chain tales*), yaitu dongeng yang terbentuk dengan cara menambah keterangan lebih rinci pada setiap pengulangan inti cerita.

2) Dongeng untuk mempermainkan orang (*catch tales*), yaitu cerita fiktif untuk memperdayai orang karena akan menyebabkan pendengarnya mengeluarkan pendapat yang bodoh. Bentuknya hampir sama dengan teka-teki untuk memperdaya orang (*catch question*). Bedanya, *catch tales* selalu dimulai dengan sebuah cerita dan bukan hanya pertanyaan saja. Pertanyaan akan diajukan oleh pendengarnya yang bingung.

3) Dongeng yang tidak ada akhirnya (*endless tales*), yaitu dongeng yang jika diteruskan tidak akan sampai pada batas akhir. Contohnya cerita tentang seekor semut yang ingin memindahkan sebukit pasir dari Jakarta ke Tangerang.

Sedangkan Menurut Al-Qudsy dan Nurhidayah [18], berdasarkan ide ceritanya, dongeng dapat dibagi menjadi enam macam, antara lain: (1) dongeng tradisional (dongeng yang idenya bersumber dari cerita-cerita rakyat atau asal-usul terjadinya suatu daerah), (2) dongeng futuristik atau modern (dongeng yang idenya bersumber dari imajinasi tentang masa depan), (3) dongeng pendidikan (dongeng yang sengaja dibuat untuk merubah perilaku seseorang), (4) dongeng fable (dongeng yang idenya bersumber dari hewan-hewan), (5) dongeng sejarah (dongeng yang idenya bersumber dari sejarah para tokoh), (6) dongeng terapi (dongeng yang sengaja dibuat untuk menangani orang-orang yang mengalami trauma terhadap suatu peristiwa).

Dongeng yang dipaparkan oleh orang yang dapat menghayati tokoh cerita dengan baik, seolah akan membawa pendengarnya seperti berada di tengah konflik dalam ceritanya. Sehingga pendengar dapat ikut merasa berdebar-debar, takut, khawatir, senang dan lega, bahkan menjerit dan berteriak [14].

Mendongeng

Mendongeng adalah menuturkan tentang perbuatan atau suatu kejadian dan disampaikan secara lisan untuk membagi pengalaman dan pengetahuan kepada orang lain [19]. Priyono [2] menjelaskan bahwa mendongeng adalah bagian dari keterampilan berbicara yang tidak sekedar sebagai keterampilan berkomunikasi, namun juga sebagai seni. Pada masa lalu, mendongeng adalah kegiatan yang mendapat perhatian tersendiri, bahkan hidup pendongeng dijamin oleh raja. Di lingkungan istana, pendongeng bertugas menghibur raja di saat raja berduka. Oleh karena itu, pendongeng disebut dengan pelipur lara. Di luar kehidupan istana, nenek moyang kita ternyata juga hebat dalam bercerita. Petualangan di rimba raya atau samudera luas mereka dongengkan dengan penuh rasa bangga.

Mendongeng adalah aktivitas warisan nenek moyang yang perlu dilestarikan karena mengandung banyak manfaat. Dengan mendongeng, seseorang bisa menyajikan fakta-fakta secara sederhana, misalnya saat mendongeng tentang tentang sekuntum bunga mawar atau seekor ikan mas, secara tidak langsung si pendongeng telah mengajarkan ilmu pengetahuan alam kepada anak-anak secara sederhana dan menarik. Kegiatan mendongeng sebenarnya tidak sekedar bersifat hiburan saja, tetapi mempunyai tujuan. Tujuan dari mendongeng antara lain:

a) Merangsang dan menumbuhkan imajinasi atau daya fantasi anak secara wajar
b) Mengembangkan daya penalaran sikap kritis dan kreatif

c) Menunjukkan kepedulian terhadap nilai-nilai luhur budaya bangsa
d) Membantu membedakan perbuatan yang baik dan perlu ditiru dengan yang buruk dan tidak perlu ditiru
e) Mendorong terbentuknya kepercayaan diri dan sikap terpuji pada anak

Agar tujuan-tujuan mendongeng yang telah dijelaskan di atas dapat tercapai, hendaknya dalam mendongeng dipilih dongeng yang sesuai dengan usia anak dan jalan cerita dalam dongeng tersebut jangan sampai menjadi mimpi buruk bagi anak. Dongeng hendaknya juga mengandung unsur-unsur nilai pendidikan sekaligus hiburan, bahasa yang digunakan juga harus sederhana dan sesuai dengan tingkat pengetahuan anak.

Lebih lanjut lagi, berikut ini adalah beberapa hal yang penting untuk diperhatikan saat mendongeng untuk anak, antara lain:

a) Isi cerita harus sesuai dengan tahap perkembangan anak
b) Mengandung unsur nilai-nilai pendidikan sekaligus hiburan
c) Usahakan selalu tercipta suasana gembira saat mendongeng
d) Bahasa yang digunakan hendaknya sederhana, sesuai tingkat pengetahuan anak
e) Pendongeng harus dapat menghayati isi cerita yang dibawakan dan meresapi seluruh bagian dari cerita yang didongengkan
f) Selalu mengamati perkembangan reaksi emosi pada diri anak dan tetap mempertahankan kesan menyenangkan
g) Kata-kata yang diucapkan harus jelas, tidak seperti bergumam
h) Melibatkan anak-anak secara aktif dalam cerita yang didongengkan
i) Pendongeng hendaknya berusaha menjaga kerahasiaan jalan cerita agar anak tetap terpusat pada tiap adegan
j) Durasi dongeng disesuaikan dengan situasi dan kemampuan anak dalam mendengarkan dongeng [18].

Terdapat dua macam cara mendongeng [20], yakni mendongeng tanpa alat peraga dan dengan alat peraga. Mendongeng dengan alat adalah dongeng yang disampaikan dengan menggunakan berbagai alat peraga atau properti sebagai penunjang cerita, misalnya menggunakan buku cerita, boneka tangan, dan lain sebagainya. Sedangkan mendongeng tanpa alat peraga hanya mengandalkan ekspresi, mimik wajah, intonasi dan suara-suara yang ditirukan pendongeng semirip mungkin dengan suara aslinya. Dongeng yang berhasil menarik perhatian anak akan dengan mudah diserap oleh sensor memori, kemudian diteruskan ke memori jangka pendek dan dapat berlanjut ke dalam memori jangka panjang. Penggunaan media saat mendongeng dapat membuat anak merasa tertarik untuk memperhatikan dan menyimak pendongeng saat bercerita, karena terdapat benda-benda dengan bentuk dan warna yang menarik perhatian anak [21].

Manfaat Mendongeng untuk Anak

Sudjiman [14] menjelaskan bahwa saat seorang anak menyimak sebuah dongeng, sesungguhnya ia "memutuskan hubungan" dengan dunia nyata untuk sementara waktu. Ia memasuki dunia imajinasinya. Mungkin secara fisik anak tampak terbengong, tetapi berkat pemaparan si pendongeng, imajinasi anak akan aktif mengikuti tiap peristiwa yang ada dalam alur cerita. Selain itu, isi cerita dari dongeng tersebut dapat membekali anak dengan sesuatu yang bermanfaat bagi hidup mereka selanjutnya karena cerita menyajikan "imitation of life" (konsepsi mimesis yang dapat menjadikan anak-anak lebih paham akan kehidupan dan permasalahannya).

Seperti orang dewasa, anak-anak juga dapat memperoleh pelepasan emosional melalui pengalaman imajinatif yang tidak dialaminya secara nyata. Ternyata dongeng merupakan salah satu cara yang efektif untuk mengembangkan aspek-aspek kognitif (pengetahuan), afektif (perasaan), sosial, dan aspek konatif (penghayatan) anak-anak. Terdapat banyak manfaat yang dapat dipetik dari kegiatan mendongeng, baik bagi anak selaku pendengar maupun bagi pendongengnya. Manfaat-manfaat tersebut antara lain sebagai berikut:

a) Membantu menumbuhkan sikap proaktif pada anak. Anak akan terlatih untuk bersikap proaktif (mampu membuat pilihan di kala mendapat stimulus) yang akan terus dikembangkan dalam hidupnya. Ini akan membantu mengoptimalkan perkembangan dan pertumbuhan jiwa serta kreativitas anak.
b) Membantu mempererat hubungan anak dengan orangtuanya. Saat orangtua mendongeng, terbentuk jalinan komunikasi yang erat antara orangtua dengan anak. Melalui kata-kata yang diucapkan, belaian, pelukan, pandangan penuh sayang, senyuman, ekspresi kepedulian, dan sebagainya. Ini akan mempererat hubungan antara orangtua dengan anak. Anak akan merasa diperhatikan dan disayangi sehingga

ia pun akan merasa lebih akrab dan dekat dengan orangtuanya. Kedekatan yang terjalin ini dapat membuat anak merasa lebih nyaman, aman dan bahagia sehingga menciptakan situasi yang kondusif bagi tumbuh-kembang fisik maupun psikisnya.

c) Menambah pengetahuan anak. Cerita-cerita di dalam dongeng dapat memberi pengetahuan yang baru bagi anak. Misalnya cerita legenda asal mula suatu tempat akan memberi pengetahuan tentang nama-nama tempat dan nama-nama tokoh. Kemudian cerita tentang binatang dapat juga mengenalkan nama-nama binatang.
d) Melatih daya konsentrasi anak. Dongeng sebagai sarana informasi dan komunikasi yang digemari oleh anak-anak dapat melatih anak untuk memusatkan perhatian beberapa waktu terhadap objek tertentu. Saat menyimak dongeng, anak akanmemperhatikan kalimat-kalimat yang diucapkan dan gambar-gambar atau boneka di tangan pendongeng. Pada saat itu, biasanya anak cenderung tidak mau diganggu. Ini menunjukkan bahwa anak sedang konsentrasi menyimak dongeng. Apalagi jika pendongeng mengajukan pertanyaan tentang dongeng yang disampaikan. Kemampuan konsentrasi yang baik dapat mendukung perkembangan kemampuan lainnya dalam diri anak
e) Menambah perbendaharaan kata anak. Saat mendongeng, akan ada banyak kata-kata yang digunakan, yang kemungkinan merupakan kata baru bagi seorang anak, dengan demikian perbendaharaan kata anak akan semakin bertambah. Semakin banyak dongeng yang didengar oleh anak, akan semakin banyak pula kata-kata baru yang anak kenali.
f) Menumbuhkan minat baca dalam diri anak. Jika pendongeng memaparkan dongeng menggunakan buku cerita, berarti ia telah mengenalkan benda bernama buku kepada anak. Jika anak tertarik, berarti ia telah menumbuhkana rasa cinta anak kepada buku. Selanjutnya, rasa cinta kepada buku akan memunculkan minat baca dalam diri anak.
g) Memicu daya pikir kritis anak. Seorang anak biasanya banyak bertanya tentang hal-hal baru yang belum pernah ia ketahui. Ketika mendengarkan dongeng yang belum pernah ia dengar sebelumnya, ia akan bertanya tentang hal baru tersebut. Hal ini akan melatih anak untuk mampu dan berani mengungkapkan apa yang ada dalam pikirannya dan memicu anak untuk berpikir kritis.
h) Merangsang perkembangan imajinasi, fantasi dan kreativitas anak. Anak-anak biasanya mempunyai rasa ingin tahu yang besar terhadap sesuatu yang menarik baginya. Rasa ingin tahu tersebut dapat menumbuhkan daya imajinasi, fantasi dan kreativitas dalam dirinya. Dongeng-dongeng yang disajikan dalam konteks olah logika akan semakin dapat membangkitkan kemampuan imajinasi, fantasi dan kreativitas anak.

Memberi pelajaran kepada anak tanpa terkesan menggurui. Pada saat mendengarkan dongeng, anak dapat menikmati cerita dongeng yang disampaikan sekaligus memahami nilai-nilai yang terkandung di dalamnya tanpa diberitahu secara langsung oleh pendongeng [2].

KESIMPULAN

Aktivitas memainkan *gadget* oleh anak di era digitalisasi saat ini memang tak dapat dipungkiri. Melihat segala kelebihan *gadget,* anak dapat sangat mudah menyukai *gadget* dan merasa bahwa bermain dengan *gadget* lebih menyenangkan daripada bermain dengan teman sebaya. Banyaknya orangtua yang meng”iya”kan anak untuk bermain *gadget* agar anak cenderung tenang dan tidak rewel, membuat anak semakin asyik dengan *gadget* dan acuh terhadap lingkungan di sekitarnya. Jika kondisi ini dibiarkan terjadi terus-menerus, maka lama-kelamaan anak akan jadi bergantung dengan *gadget*. Saat anak sudah mengalami ketergantungan dengan *gadget*, waktu yang dimiliki oleh anak dapat menjadi terbuang begitu saja karena saat anak memainkannya, tidak jarang jadi lupa waktu. Padahal penggunaan *gadget* yang berlebihan akan membawa dampak negatif bagi tumbuh-kembang anak.

Masa usia dini adalah masa awal yang paling penting dan mendasar sepanjang rentang hidup manusia.Tiap perkembangan yang didapatkan individu di masa ini akan sangat mempengaruhi perkembangannya di tahap perkembangan selanjutnya. Setiap anak mempunyai potensi untuk menjadi lebih baik di masa mendatang, namun potensi itu hanya dapat berkembang apabila anak diberi rangsangan, bimbingan, bantuan dan perlakuan yang sesuai dengan tingkat pertumbuhan dan perkembangannya, salah satunya adalah dengan mendongeng kepada anak.

Dongeng ialah bentuk sastra lama yang menceritakan kejadian luar biasa yang penuh khayalan (fiksi) dan tidak betul-betul terjadi. Sedangkan mendongeng adalah menuturkan tentang perbuatan atau suatu kejadian dan disampaikan secara lisan untuk membagi pengalaman dan pengetahuan kepada orang lain.Aktivitas mendongeng merupakan media komunikasi yang ampuh dalam mentransfer ide dan gagasan kepada anak dalam sebuah kemasan yang menarik. Mendongeng adalah salah satu cara terbaik yang dapat dilakukan oleh orangtua untukmengembangkan aspek-aspek kognitif (pengetahuan), afektif (perasaan), sosial, dan aspek konatif (penghayatan) dalam diri anak. Selain itu, isi cerita dari dongeng tersebut dapat membekali anak dengan sesuatu yang bermanfaat bagi hidup mereka selanjutnya karena cerita menyajikan "imitation of life" (konsepsi mimesis yang dapat menjadikan anak-anak lebih paham akan kehidupan dan permasalahannya) dan dapat membuka cakrawala pemikiran anak sehingga anak akan mendapatkan nilai-nilai yang berharga dan bermanfaat bagi diri anak, termasuk dapat membentuk karakter yang positif dalam diri anak.

SARAN

Aktivitas memainkan *gadget* oleh anak di era digitalisasi saat ini memang tak dapat dipungkiri. Walau demikian, orangtua harus terus mencari cara/alternatif untuk dapat mengoptimalkan tumbuh kembang anak sekaligus meminimalisir dampak negatif dari aktivitas memainkan *gadget*. Salah satunya adalah mulai menggiatkan lagi aktivitas mendongeng untuk anak. Diharapkan para orangtua dapat terus menambah wawasan dan pengetahuan terkait manfaat dongeng, macam-macam dongeng hingga cara mendongeng yang efektif karena mendongeng untuk anak dapat membuka cakrawala pemikiran anak sehingga anak akan mendapatkan nilai-nilai yang berharga dan bermanfaat bagi diri anak, termasuk dapat membentuk karakter yang positif dalam diri anak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah. Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT, atas segala ridho, nikmat sehat, kemudahan dan kemurahan yang telah Dia berikan, sehingga penulis dapat merampungkan artikel ini.

Tentunya dalam menyelesaikan artikel ilmiah ini penulis banyak dibantu dan didukung oleh berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini, penulis secara khusus ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Seluruh panitia penyelenggara dan dewan redaksi Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan Politeknik Negeri Balikpapan
2. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri
3. Dr. Rr. Forijati, S.E., M.M. selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Nusantara PGRI Kediri
4. Dr. Mumun Nurmilawati, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusantara PGRI Kediri
5. Kaprodi beserta seluruh dosen Prodi PG-PAUD Universitas Nusantara PGRI Kediri
6. Suami, orangtua, saudara, kerabat dan sahabat penulis yang memberikan bantuan dan dukungan tak terhingga kepada penulis.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dan mendukung penulis dalam merampungkan tulisan ini. Semoga Allah SWT membalas budi baik kalian semua, amin.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Novitasari and N. Khotimah, "Dampak Penggunaan Gadget terhadap Interaksi Sosial Anak Usia 5-6 Tahun," *Teratai*, vol. 5, no. 3, pp. 182–186, 2016.

[2] R. Rukiyah, "Dongeng, Mendongeng, dan Manfaatnya," *Anuva*, vol. 2, no. 1, pp. 99–106, 2018, doi: 10.14710/anuva.2.1.99-106.

[3] R. Syahra, *Informatika Sosial. Peluang dan Tantangan*. Bandung: LIPI, 2006.

[4] A. Antara, "Mengapa Anak Sangat Menyukai Gadget? Begini Penjelasannya," *okezone.com*, 2017. https://lifestyle.okezone.com/read/2017/11/27/196/1821466/mengapa-anak-sangat-menyukai-gadget-begini-penjelasannya.

[5] N. Islami, "Pengaruh Gadget pada Anak," *kominfo.go.id*, 2017. https://kominfo.go.id/content/detail/10161/pengaruh-gadget-pada-anak/0/sorotan_media.

[6] R. Witarsa, R. S. Mulyani, Urhananik,

and N. R. Haerani, "Pengaruh Penggunaan Gadget terhadap Kemampuan Interaksi Sosial Siswa Sekolah Dasar," *Pedagogik*, vol. VI, no. 1, pp. 9–20, 2018.

[7] P. A. Chusna, "Pengaruh Media Gadget Pada Perkembangan Karakter Anak," *Din. Penelit. Media Komun. Sos. Keagamaan*, vol. 17, no. 2, pp. 315–330, 2017, doi: 10.21274/dinamika/2017.17.2.315-330.

[8] K. Priyono, *Terampil Mendongeng*. Jakarta: Grasindo, 2001.

[9] S. S. K., *Menulis Ilmiah: Metodologi Penelitian Kualitatif*, Kedua. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia, 2010.

[10] Y. N. Sujiono, *Konsep Dasar Pendidikan Anak Usia Dini*. Jakarta: Indeks, 2009.

[11] D. Mutiah, *Psikologi Bermain Anak Usia Dini*. Jakarta: Kencana, 2010.

[12] I. Noorlaila, *Panduan Lengkap Mengajar PAUD. Kreatif Mendidik dan Bermain Bersama Anak*. Yogyakarta: Pinus Book, 2010.

[13] K. L. Purwanti, "Perbedaan Gender Terhadap Kemampuan Otak Kanan Pada Siswa Kelas I," *J. Sawwa*, vol. 9, no. 1, pp. 107–122, 2013.

[14] S. B. Utomo, "Mendongeng dalam Perspektif Pendidikan," *Agastya*, vol. 3, no. 01, pp. 1–8, 2013, doi: 10.25273/ajsp.v3i01.901.

[15] Z. Habsari, "Dongeng Sebagai Pembentuk Karakter Anak," *Bibliotika*, vol. 1, no. 1, pp. 21–29, 2017.

[16] B. Nurgiyantoro, *Sastra Anak: Pengantar Pemahaman Dunia Anak*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2005.

[17] Alsanudin, Rustiyarso, and Rosnita, "Peningkatan Kemampuan Berbicara Menggunakan Media Dongeng dalam Pembelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia di Kelas 1 SD," *Khatulistiwa*, vol. 2, no. 11, 2013.

[18] P. P. Ardini, "Pengaruh Dongeng dan Komunikasi Terhadap Perkembangan Moral Anak Usia 7-8 Tahun," *J. Pendidik. Anak*, vol. 1, no. 1, 2012, doi: 10.21831/jpa.v1i1.2905.

[19] B. S. Bachri, *Pengembangan Kegiatan Bercerita di Taman Kanak-kanak, Teknik dan Prosedurnya*. Jakarta: Depdikbud, 2005.

[20] I. M. Ralibi, *Fun Teaching*. Cikarang: Duha Khazanah, 2008.

[21] M. Al-Qudsy and U. Nurhidayah, *Mendidik Anak Lewat Dongeng*. Yogyakarta: Madania, 2010.

P-46

IMPLEMENTASI KRIPTOGRAFI PADA APLIKASI DIARY BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ALGORITMA ONE TIME PAD

IMPLEMENTATION OF ONE TIME PAD ALGORITHM IN ANDROID DIARY APPLICATION

Nidia Enjelita Saragih[1*], Fitriana Harahap[2]
[1,2]Universitas Potensi Utama, Jl. KL Yos Sudarso Km 6.5 No. 3A Tanjung Mulia, Medan

[*]E-mail: nidia.1924@gmail.com

Diterima 07-10-2020	Diperbaiki 15-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Kemunculan smartphone berbasis android yang digunakan oleh hampir seluruh lapisan masyarakat, membuat banyak aktivitas yang biasanya dilakukan secara manual, berpindah menuju platform digital. Salah satunya adalah kegiatan mengisi buku harian (diary). Pada umumnya, buku harian bersifat privat. Seorang penulis buku harian biasanya tidak mengizinkan semua orang untuk membacanya. Kebutuhan untuk merahasiakan isi dari buku harian ini, bisa terpenuhi dengan menerapkan algoritma kriptografi. Algoritma One Time Pad adalah salah satu algoritma yang tergolong aman. Algoritma ini merupakan algoritma simetris, dimana kunci enkripsi harus sama dengan kunci dekripsi. Setiap karakter pada kunci yang bersifat acak dipasangkan tepat pada satu karakter plainteks untuk menghasilkan ciphertеks yang juga acak.

Kata kunci: Android, Diary, Kriptografi, One Time Pad

ABSTRACT

Nowadays, android smartphone has been used by everyone from all over the world. This make so many human manual activities transform into digital.One of them is writing diary. A diary is a private thing of someone. The writer usually give no permission to others to reading theirs, which mean it need a security. The implementation of cryptography can solve this need. One Time Pad is a secure algorithm in cryptography. One Time Padis a symmetric algorithm that using the same key on encription and decription process. Every random character of key would processed with one character of plaintext ini producing the randomize ciphertext.

Keywords:Android, Diary, Cryptography, One Time Pad

PENDAHULUAN

Dewasa ini, perkembangan dunia teknologi menyentuh hampir setiap lini kehidupan.Terlebih lagi dengan kemunculan *smartphone* berbasis *android* yang digunakan oleh hampir seluruh lapisan masyarakat.

Banyak aktivitas yang biasanya dilakukan secara manual, berpindah menuju *platform* digital. Salah satunya adalah kegiatan mengisi buku harian (diary).

Buku Harian (bahasa Inggris: *diary*) adalah catatan kejadian yang kita alami sehari-hari. Menulis buku harian adalah sebuah sarana untuk mencatat peristiwa dan kejadian menarik yang pernah terjadi, untuk sewaktu-waktu bisa dibaca kembali. Pada umumnya, buku harian bersifat privat. Seorang penulis buku harian biasanya tidak mengizinkan sembarang orang untuk membacanya.

Kebutuhan untuk merahasiakan isi dari buku harian ini, bisa terpenuhi dengan menerapkan aplikasi kriptografi. Setiap catatan dalam buku harian, akan dienkripsi terlebih dahulu menggunakan algoritma kriptografi, sebelum disimpan. Sehingga, jika sewaktu-waktu *smartphone* yang berisi buku harian digital tersebut diakses

oleh orang selain penulisnya (pemilik awal), maka catatan-catatan yang ada di dalamnya tidak akan langsung bisa terbaca sebagaimana tulisan biasa.

Ada banyak algoritma Kriptografi yang berkembang saat ini. Salah satunya adalah algoritma One Time Pad(OTP). OTP adalah algoritma kriptografi yang diklaim sempurna. OTP (*pad* = kertas *blocknote*) berisi deretan karakter-karakter kunci yang dibangkitkan secara acak[1].

Teknik enkripsi ini menggunakan pasangan plaintext dengan sebuah kunci rahasia yang diperoleh secara acak. Kemudian setiap bit dari plaintext dienkripsi dengan mengkombinasikan dengan bit tambahan yang diperoleh dari kunci acak menggunakan penjumlahan modulo[2].

Beberapa penelitian di bidang kriptografi telah dilakukan sebelumnya. Seperti yang dilakukan oleh Giri Adi Nuryanto dalam penelitiannya tentang implementasi kriptografi pada aplikasi memo menggunakan algoritma RSA. Dalam penelitian tersebut dihasilkan sebuah aplikasi memo yang mengamankan setiap catatan yang tersimpan agar tidak langsung bisa diakses oleh orang lain[3].

Penelitian lain dilakukan oleh Hengky Mulyono pada penelitiannya tentang implementasi algoritma One Time Pad pada penyimpanan data berbasis Web. Peneliti menyimpulkan bahwa aplikasi penyimpanan data berbasis web yang mengimplementasikan algoritma *One Time Pad* ini mampu menjamin hanya pemilik data yang bisa mengakses data yang tersimpan.[4].

Berdasarkan penjelasan pada penelitian sebelumnya di atas, dalam penelitian ini diharapkan implementasi algoritma *One Time Pad* pada aplikasi diary mampu menjamin keamanan dan kerahasiaan data.

METODOLOGI

Tahap perancangan aplikasi dimaksudkan akan menentukan bentuk implementasi paling tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dijelaskan semuanya.

Algoritma One Time Pad yang akan diimplementasikan dalam penelitian ini merupakan pengembangan dari *Vernam Cipher*. Algoritma OTP merupakan bagiandari block cipher dalam kriptografi klasik menggunakan operasi XOR. OTP akan menjadi algoritmayangtidakterpecahkan apabila memenuhi syarat sebagai berikut:

a) Panjang kunci harus sama dengan panjang plainteks

b) Kunci yang digunakan harus acak dan hanya boleh digunakan satu kali saja[5].

Ciphertext diperoleh dengan melakukan penjumlahan modulo 256. Satu bit plaintextdipasangkan tepat dengan dengan satu bit kunci, seperti terlihat pada rumus di bawah ini[6]:

$$C = (P + K) mod\ 256 \ldots\ldots\ldots (1)$$

Di mana :

C = *Ciphertext* (pesan yang sudah dienkripsi/disandikan)

P = *Plaintext* (pesan yang ingin dienkripsi/disandikan)

K = Kunci acak

Untuk proses dekripsi, atau mengubah kembali cipherteks menjadi plainteks, persamaannya adalah:

$$P = (C - K) mod\ 256 \ldots\ldots\ldots (2)$$

Sebagai contoh, jika diberikan plainteks "ME".

Plainteks = "ME"

Nilai Ascii= 77 69

Algoritma One Time Pad membutuhkan kunci yang panjangnya sama dengan plainteks. Misalkan kunci yang diberikan = 12 15

Dengan menerapkan persamaan enkripsi pada One Time Pad, maka bisa ditentukan cipherteks dengan perhitungan berikut.

P = 77 69

K = 12 15

$c_i = (p_i + k_i) \bmod 256$

C(1) =(77+ 12) mod 256

=89(**Y**)

C (2) =(69+15) mod 256

=84(**T**)

Sehingga :

P = **"ME"**

K= 1215

C= **"YT"**

Cipherteks yang dihasilkan ini sudah tidak lagi memiliki makna yang sama dengan pesan asli.

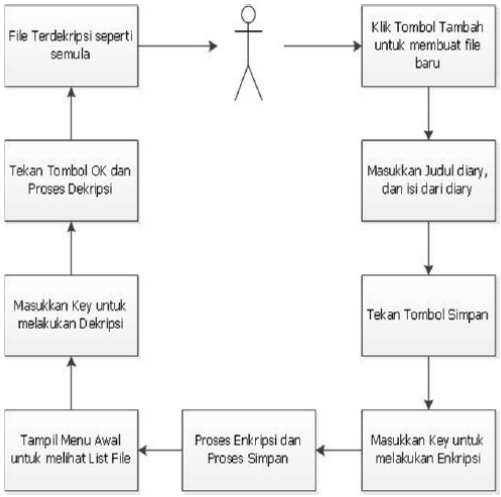
Karena itu, untuk bisa mengembalikan pesan tersandi atau cipherteks ini ke bentuk pesan asli, dibutuhkan proses dekripsi. Yaitu proses mengubah kembali cipherteks menjadi plainteks.

Dalam algoritma One Time Pad, kunci yang digunakan harus sama antara kunci enkripsi dengan kunci dekripsi untuk menjamin bahwa pesan akan kembali ke bentuk asli.

Cipherteks = **“ YT“**
Nilai Ascii = 89 84
K = 12 15
P(1) =(89 – 12) mod 256
=77(M)
P(2) =(84 – 15) mod 256
=69(E)
P = **“ ME”**

Dengan menggunakan kunci yang sama, maka pesan tersandi atau cipherteks bisa kembali menjadi bentuk semula.

Di bawah ini adalah skemaproses enkripsi dan dekripsi rancangan aplikasi *diary*yang akan dibuat:



Gambar 1. Alur Program Enkripsi dan Dekripsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berisi tampilan aplikasi penerapan algoritma OTP pada teks diarymenggunakan android studio.

Berikut merupakan tampilan awal dari aplikasi saat pertama kali dijalankan.



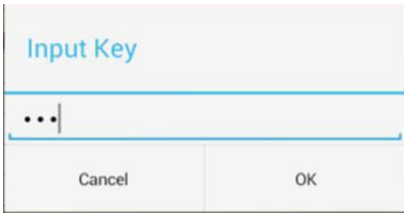
Gambar 2. Tampilan buat file baru.

Untuk membuat file baru, pengguna mesti memilih tanda (+), kemudian diminta untuk memasukkan judul dan isi catatan sebagai berikut.



Gambar 3. Menu Menyimpan Catatan

Jika ingin menyimpan catatan, pengguna harus menekan simbol simpan, yang kemudian akan diminta untuk memasukkan kunci yang diinginkan. Catatan yang akan disimpan akan menjadi plainteks. Tampilannya input kunci terlihat gambar berikut .



Gambar 4. Menu Input Kunci.

Dalam algoritma OTP kunci harus sama panjang dengan plainteks, agar setiap karakter kunci bisa dipasangkan tepat dengan satu karakter plainteks. Oleh karena itu, jika kunci yang diinput kurang dari jumlah plainteks, maka kunci yang sama akan diulang secara otomatis mengikuti jumlah plainteks yang diinputkan.

Setelah catatan berhasil disimpan, aplikasi akan menampilkan *interface* berikut :



Gambar 5. Tampilan Setelah Catatan Tersimpan

Untuk mendekripsi file, pengguna tinggal menekan judul catatan yang ingin didekripsi, untuk kemudian mendapat tampilan permintaan kunci berikut :



Gambar 6. Tampilan Permintaan Kunci Dekripsi

Jika kunci yang diinputkan salah, maka catatan tidak akan kembali menjadi catatan asli. Akan tetapi menjadi bentuk lain sebagaimana tampilan berikut :



Gambar 7. Tampilan Dekripsi Salah Kunci

Sedangkan jika kunci benar, maka hasil dekripsi akan kembali menjadi teks asli catatan sebelum dienkrip, sebagaimana terlihat pada tampilan berikut :



Gambar 8. Tampilan Dekripsi

Dilakukan pula beberapa kali pengujian pada aplikasi dengan menggunakan beberapa pesan asli dan kunci pada proses enkripsi dan dekripsi. Hasil pengujian terlihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Pengujian Aplikasi

Pengujian	Plainteks	Kunci	Hasil Enkripsi	Hasil Dekripsi
1	DIARY	ABC	...‹„“›	DIARY
2	NIDIA	KEY	™ Ž” †	NIDIA
3	INFORMATIKA		~™‹ ž’ Ÿ Ž š Œ	INFORMATIKA
4	POTENSI	UTAMA	¥£•’	POTENSI
5	KUNCI	ABC	Œ— ‘„‹	KUNCI

Berdasarkan hasil dan pengujian di atas, diketahui bahwa algoritma One Time Pad sebagai algoritma kriptografi simetris cukup tangguh untuk digunakan dalam menjamin kerahasiaan pesan. Catatan yang disimpan dalam aplikasi hanya akan bisa diakses kembali oleh *user* yang memiliki kunci enkripsi yang sama dengan kunci dekripsi. Sekalipun *smartphone* diakses oleh selain *user*

asli, pesan tidak akan bisa diubah kembali ke bentuk asli.

Hanya saja, dalam penerapannya *user* harus bisa mengingat kunci yang digunakan dalam melakukan enkripsi dan dekripsi agar bisa mengakses kembali tulisan yang pernah dibuat sebelumnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa penerapan algoritma one time pad pada aplikasi *diary* berbasis *android*ini terbukti mampu memenuhi aspek kerahasiaan dimana karakter yang dihasilkan dari proses enkripsi tak lagi sama dengan pesan asli. Aplikasi yang mengimplementasikan algoritma *One Time Pad* ini memiliki sistem pengamanan yang menjamin bahwa catatan yang tersimpan dalam *diary* aman dan tidak bisa diakses oleh selain pemiliknya.

SARAN

Setelah mengamati penerapan algoritma *One TimePad* pada aplikasi *diary* berbasis *android*, penulis memiliki beberapa saran untuk menjamin keamanan algoritma tersebut. Antara lain, dalam hal manajemen kunci, pengguna bisa menggunakan kunci yang sama dalam beberapa kali enkripsi, untuk memudahkan mengingat kunci saat ingin melakukan dekripsi. Penambahan menu login dalam aplikasi juga bisa semakin meningkatkan keamanan dari aplikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada yayasan Potensi Utama dan seluruh pihak yang berperan dalam memudahkan penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Diani and Y. Widhiyasana, “Enkripsi SMS dengan Menggunakan One Time Pad (OTP) dan Kompresi Lempel-Ziv-Welch (LZW),” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 3, pp. 3–8, (2018), doi: 10.22146/jnteti.v7i3.436.

[2] R. Aulia, A. Zakir, and M. Zulhafiz, “Penerapan Algoritma One Time Pad & Linear Congruential Generator Untuk Keamanan Pesan Teks,” *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 4, no. 1, pp. 37–41, (2019), doi: 10.30743/infotekjar.v4i1.1590.

[3] G. A. Nuryanto *et al.*, “Implementasi Kriptografi Pada Aplikasi Memo Berbasis Android,” pp. 978–979, 2019).

[4] H. Mulyono, “Berbasis Web,” *Peranc. SI Kesehat. web*, (2013), doi: 10.1093/molbev/msm049.

[5] D. R. I. M. Setiadi, E. H. Rachmawanto, and C. A. Sari, “Kombinasi Algoritma One Time Pad Dan Chaotic Sequence Dalam Optimasi Enkripsi Gambar,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, p. 483, (2017), doi: 10.24176/simet.v8i2.1323.

[6] A. Adrian and K. B. Y. Bintoro, “Penerapan Konsep Somatic Hypermutation Dalam Algoritma Enkripsi One-Time Pad,” *J. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, p. 1, (2018), doi: 10.24843/jik.2018.v11.i01.p01.

P-47

FAKTOR KECELAKAAN KERJA YANG DOMINAN YANG TERJADI PADA PRAKTIK PLUMBING (STUDI KASUS DI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN UNJ)

THE DOMINANT WORK ACCIDENT FACTOR THAT OCCUR IN PLUMBING PRACTICE (CASE STUDY IN EDUCATIONAL BUILDING ENGINEERING STUDY UNJ)

Febriyani[1*], Tuti Iriani[2], M. Agphin Ramadhan[3]
[1,2,3]*Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur*

[*]*E-mail: febriyani966@gmail.com*

Diterima 08-10-2020	Diperbaiki 23-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor kecelakaan kerja yang dominan yang terjadi pada praktik plumbing (Studi Kasus di Pendidikan Teknik Bangunan UNJ).Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan metode survei dan pengumpulan data menggunakan kuesioner. Populasi penelitian ini adalah mahasiswa program studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan yang telah melaksanakan mata kuliah praktik plumbing yaitu angkatan 2016 dan sebagian angkatan 2017 berjumlah 110 mahasiswa yang diambil menggunakan teknik sampling jenuh atau total sampling. Analisis uji coba instrumen terhadap uji validitas dan reliabilitas diperoleh hasil reliabilitas sebesar r_{11}= 0,911. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor kecelakaan kerja yang dominan yang terjadi pada praktik plumbing adalah faktor unsafe action yaitu dengan sub indikator penggunaan alat pelindung diri, prosedur kerja, sikap saat bekerja dan penggunaan peralatan kerja di atas 80%.

Kata kunci: Kecelakaan Kerja, Praktik Plumbing, Mahasiswa

ABSTRACT

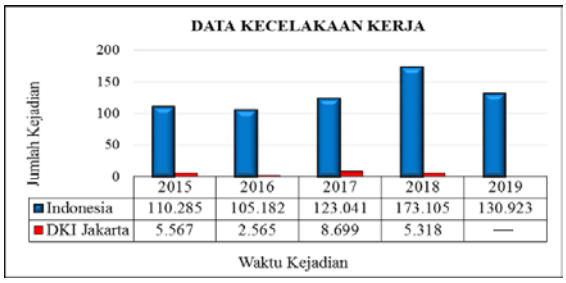
This study aims to determine the dominant work accident factor that occur in plumbing practice (Case Study in Educational Building Engineering UNJ). This research is a descriptive study using a survey method and data collection using a questionnaire. The population of this study were the bachelor of Educational Building Engineering study program who had implemented plumbing practice namely batch 2016 and part of 2017 in total 110 college students who were taken using saturated techniques or total sampling. Analysis of the test instrument on the validity and reliability obtained reliability result r_{11}= 0,911. The result of this study indicate that the dominant work accident factor that occur in plumbing practice is the unsafe action namely the sub indicators of personal protective equipment, work procedure, attitude when working and used of work equipment above 80%.

Keywords: Work Accident, Plumbing Practice, College Student

PENDAHULUAN

Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) saat ini merupakan suatu masalah yang perlu diperhatikan guna mengantisipasi terjadi nya kecelakaan kerja dan menjamin kesejahteraan para pekerja dalam suatu perusahaan maupun instansi pendidikan di Indonesia.

Berikut ini adalah data kecelakaan kerja dari Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan yang terjadi di Indonesia dan DKI Jakarta sejak tahun 2015 sampai 2019.



Gambar 1. Kecelakaan Kerja di Indonesia dan DKI Jakarta

Berdasarkan gambar 1 dapat dijelaskan bahwa angka kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia masih terbilang tinggi, khususnya pada tahun 2018. Sementara itu angka kecelakaan kerja yang terjadi di DKI Jakarta tertinggi berada pada tahun 2017 sedangkan untuk tahun 2019 belum diperoleh data yang valid [1].

Dunia pendidikan khususnya Perguruan Tinggi yang menggunakan laboratorium/ *workshop* untuk kegiatan praktikum dapat menjadi penyumbang angka kecelakaan kerja. Lingkungan praktik, alat dan bahan yang digunakan serta aktivitas mahasiswa yang membahayakan dapat menjadi faktor penyebab kecelakaan kerja, jika dalam pelaksanaan praktiknya tidak menaati K3 yang ada dan tidak sesuai dengan prosedur yang diharuskan [2].

Penelitian yang dilakukan Permana, dkk [3] mengenai angka kecelakaan kerja saat berlangsungnya kegiatan praktikum di laboratorium FT UNJ menunjukkan bahwa laboratorium kayu memiliki persentase tertinggi yaitu sebesar 30%. Sementara itu, laboratorium praktik batu sebanyak 12,5%, laboratorium mekanik 12,5%, bengkel elektronika 25%, laboratorium uji bahan 4% dan akses jalan sebesar 14%. Kecelakaan kerja yang terjadi seperti tertimpa benda uji, terkena pentalan patahan mata bor, tersayat pisau ketam, terpapar debu semen dan kecelakaan kerja lainnya.

Penelitian Priadi, dkk [4] menyatakan bahwa kasus kecelakaan yang pernah terjadi di *workshop* kayu diakibatkan karena kelalaian mahasiswa yaitu kurangnya konsentrasi dan ceroboh ketika mengoperasikan alat manual maupun mesin. Kecelakaan kerja jenis lain yang pernah terjadi diantaranya yaitu luka terkena mata pahat, gergaji dan tangan terpukul palu kayu. Hal ini sejalan dengan penelitian Bramasto dan Zainafree [5] mengenai penyebab kecelakaan kerja antara lain adanya beberapa tindakan tidak aman seperti tidak menggunakan alat pelindung diri dan terdapat nya kondisi tidak aman, yaitu adanya bahan baku yang menumpuk dan sisa material (lembaran pelat seng) yang berserakan sehingga menyebabkan kecelakaan kerja seperti tergores pelat, tersandung material dan lain sebagainya.

Berdasarkan survei pendahuluan pada mahasiswa PTB UNJ angkatan 2016 sampai 2019, kecelakaan kerja banyak terjadi di *workshop plumbing* dengan persentase 54,1%. Adapun *workshop* kayu 46,8%, *workshop* batu 33,0%, laboratorium uji bahan 22,0%, dan laboratorium mekanika tanah 28,4%. Persentase kecelakaan kerja sebesar 54,1% (59 mahasiswa dari 77 mahasiswa) yang diperoleh dari mahasiswa angkatan 2016 dan 2017 yang telah menyelesaikan mata kuliah praktik *plumbing* dalam dua tahun terakhir disebabkan oleh faktor *unsafe action* dan *unsafe condition.* Jenis kecelakaan kerja yang terjadi sebagian besar dalam kategori kecelakaan kerja ringan (terpeleset, tergores, terjatuh, terkilir, iritasi mata) dan sedang (terjepit, luka sampai robek).

Berikut data kecelakaan kerja yang terjadi di *workshop plumbing* FT UNJ.



Gambar 2. Kecelakaan Kerja di *Workshop Plumbing* FT UNJ

Plumbing merupakan bagian dari ranah ilmu Teknik Sipil sehingga dibutuhkan pemahaman yang cukup baik untuk melaksanakan praktik. Keenam praktik memiliki potensi bahaya yang cukup tinggi pada alat dan bahan yang digunakan, serta pada setiap langkah-langkah praktik nya memiliki risiko yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja [6].

Olewski dan Snakard [7] menyatakan bahwa risiko yang terkait dengan penelitian akademis sering dianggap jauh lebih rendah daripada risiko dalam operasi industri skala besar dalam hal ini mengenai tingkat kesadaran berperilaku K3 namun pada kenyataannya laboratorium akademis sebagai penunjang kegiatan praktikum di Perguruan Tinggi mengandung beragam potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan dapat

menjadi signifikan jika tidak dikelola dengan baik.

Ramadhan dan Ismara [8] kesadaran berperilaku K3 adalah kesadaran diri dalam diri seseorang untuk menerapkan prosedur K3. *Workshop plumbing* merupakan prasarana bagi mahasiswa untuk melakukan kegiatan pembelajaran praktik dimana lingkungan menjadi tempat berkembang nya perilaku/sikap kebiasaan mahasiswa. Oleh karena itu suatu lingkungan kerja harus dibuat nyaman dan seaman mungkin, karena lingkungan yang baik sangat berpengaruh terhadap tingkat kesadaran K3 mahasiswa.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menentukan faktor kecelakaan kerja yang dominan yang terjadi pada praktik *plumbing* (Studi Kasus di Pendidikan Teknik Bangunan UNJ) sehingga diharapkan dapat meningkatkan kesadaran bagi komponen yang terlibat di dalamnya.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Prodi Pendidikan Teknik Bangunan UNJ. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2020. Penelitian ini adalah jenis penelitian deskriptif dengan metode survei melalui penyebaran kuesioner/angket *online (google form)* sebagai alat pengumpulan data dan hanya melibatkan mahasiswa Prodi PTB dengan kriteria telah mengambil mata kuliah Teori dan Praktik *Plumbing* yaitu seluruh angkatan 2016 dan sebagian angkatan 2017 berjumlah 110 mahasiswa. Angket yang digunakan diuji terlebih dahulu yang bertujuan untuk mengetahui apakah angket yang digunakan teruji tingkat validitas dan reliabilitasnya. Instrumen dibuat menggunakan skala *likert* dengan pemberian skor seperti pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Bobot Skor Jawaban Instrumen

Pilihan Jawaban	Bobot Skor	
	Positif	Negatif
Sangat Tidak Setuju (STS)	1	5
Tidak Setuju (TS)	2	4
Netral (N)	3	3
Setuju (S)	4	2
Sangat Setuju (SS)	5	1

Berdasarkan hasil uji coba instrumen kepada 30 mahasiswa Prodi PTB angkatan 2014 dan 2015 menunjukkan bahwa 30 butir item pernyataan dinyatakan valid dengan nilai reliabilitas 0,911.

Rumus yang digunakan untuk menganalisis dalam menentukan faktor-faktor kecelakaan kerja yang dominan yang terjadi di praktik *plumbing* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma f_i X_i}{\Sigma f_i} \quad (1)$$

Keterangan :
$\bar{X}$ = Nilai rata-rata (mean)
f_i = Frekuensi jawaban
X_i = Skor pilihan jawaban

Adapun untuk menentukan persentase pencapaian per sub indikator menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{X}{Skormax}\ x\ 100\% \quad (2)$$

Keterangan :
P = Persentase jawaban
X = Frekuensi jawaban responden
Skor max = Skor responden

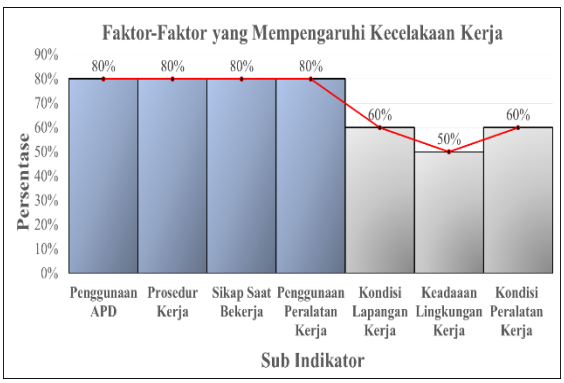
Selanjutnya untuk mendapatkan kategori hasil persentase menggunakan ketentuan sebagai berikut.

Tabel 2. Kategori Hasil Persentase

No	Rentang Skor	Kategori
1	X ≥ 120	Sangat Mempengaruhi
2	100 < X ≤ 120	Mempengaruhi
3	80 < X ≤ 100	Cukup Mempengaruhi
4	60 < X ≤ 80	Kurang Mempengaruhi
5	X < 60	Tidak Mempengaruhi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian, persentase faktor dari setiap sub indikator dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Persentase Faktor Kecelakaan Kerja Per Sub Indikator

Faktor tindakan tidak aman *(unsafe action)* diukur melalui sub indikator penggunaan alat pelindung diri, prosedur kerja, sikap saat bekerja dan penggunaan peralatan kerja merupakan faktor yang cukup mempengaruhi kecelakaan kerja dengan nilai persentase lebih dari 80%. Faktor kondisi tidak aman (*unsafe condition*) diukur melalui sub indikator kondisi lapangan kerja dan kondisi peralatan kerja merupakan faktor yang kurang mempengaruhi kecelakaan kerja dengan nilai persentase lebih dari 60%. Sedangkan faktor keadaan lingkungan kerja sebesar lebih dari 50% tergolong tidak mempengaruhi kecelakaan kerja.

Pada sub indikator penggunaan alat pelindung diri dapat dilihat dari adanya responden yang hanya menggunakan alat pelindung diri jika ada pengawasan dari dosen, meskipun alat pelindung diri tersedia dan disediakan bahkan responden akan mencari alasan untuk tidak menggunakan alat pelindung diri dan hanya akan menggunakan alat pelindung diri yang tersedia meskipun dengan kondisi tidak layak. Berbagai alasan mahasiswa untuk tidak menggunakan alat pelindung diri perlu diperhatikan baik sebelum pembelajaran dimulai maupun saat pembelajaran berlangsung, oleh karena itu tingkat kesadaran diri mahasiswa dan instruksi dari dosen maupun laboran di awal perkuliahan sangat lah penting guna menghindari terjadi nya kecelakaan kerja. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cahyaningrum, dkk [9] menyatakan bahwa faktor penggunaan alat pelindung diri selama pelaksanaan praktik di laboratorium pendidikan memiliki pengaruh terhadap kecelakaan kerja, meskipun penggunaan alat pelindung diri tidak dapat menghilangkan bahaya yang ada, dengan menggunakan alat pelindung diri diharapkan cedera pada mahasiswa dapat dihindari.

Sub indikator prosedur kerja dibuktikan adanya responden yang tidak melaksanakan SOP dan tata tertib yang ditetapkan, meskipun terdapat prosedur/langkah-langkah kerja responden tidak membaca bahkan tidak mengenali prosedur praktik. Hal ini didukung pada saat pelaksanaan praktik dimana satu kelompok yang terdiri dari dua orang mahasiswa, salah satu mahasiswa tidak paham dengan perintah yang diberikan. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Azizah, dkk [10] menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara prosedur kerja dengan kecelakaan kerja perawat di ruang inap rawat RS, meskipun terdapat prosedur kerja perawat merasa terbebani dan menyatakan prosedur kerja membuat pekerjaan menjadi lebih lambat sehingga perawat melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan prosedur kerja yang telah ditetapkan dan rendahnya kesadaran diri untuk menerapkan prosedur kerja.

Sub indikator sikap saat bekerja hal ini dapat diketahui dari adanya responden yang berkelakar dan melakukan pekerjaan secara tergesa-gesa sehingga merasa tidak fokus. Meskipun terdapat rambu-rambu K3, responden tetap melempar alat-alat kerja ketika memberikan nya ke teman sehingga merusak alat dan bahan yang digunakan. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Priadi, dkk [4] yang menyatakan bahwa faktor penyebab kecelakaan kerja yang terjadi di *workshop* disebabkan oleh kelalaian sikap kerja mahasiswa yang tidak baik, yaitu kurang nya konsentrasi saat mengoperasikan alat manual maupun mesin, dan ceroboh saat pelaksanaan praktik.

Kemudian pada sub indikator penggunaan peralatan kerja, hal ini dapat dilihat dari adanya responden yang tidak memperhatikan kondisi alat, tidak membaca instruksi kerja mesin sebelum menggunakannya sehingga alat kerja yang digunakan tidak sesuai dengan fungsinya, bahkan menjalankan mesin tanpa perintah dosen sehingga salah satu mahasiswa hampir terluka terkena mesin bor pada saat pembuatan lubang pada talam dan sebagian mahasiswa tidak membersihkan alat kerja dengan baik karena sudah lelah sehingga masih terdapat beberapa alat kerja yang belum bersih. Hasil penelitian ini sejalan dengan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Suwignyo, dkk [11] menyatakan bahwa terdapat hubungan yang siginifikan antara alat yang digunakan dengan kejadian kecelakaan kerja, hal ini dikarenakan pekerja melakukan tindakan tidak aman ketika melakukan pekerjaannya menggunakan gunting dan *cutter* sehingga pekerja mengalami luka tersayat pada bagian tangan.

Pada sub indikator kondisi lapangan kerja dapat diketahui dari adanya sisa material (lembaran plat) yang berserakan dilantai dan responden menyatakan ruang praktik terasa sempit serta adanya kondisi lantai kerja yang licin. Hal ini disebabkan karena mahasiswa

tidak langsung merapikan sisa-sisa lembaran pelat yang sudah tidak terpakai, lantai kerja yang licin dikarenakan minyak dan air yang menyebabkan mahasiswa terpeleset sehingga akan mempengaruhi kinerja mahasiswa. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Azady, dkk [12] menyatakan bahwa faktor kondisi lapangan kerja selama pelaksanaan praktik di *workshop* memiliki pengaruh terhadap kecelakaan kerja seperti lantai kerja yang licin dan kotor, bahan baku yang menumpuk serta alat dan bahan material yang berserakan dilantai.

Sub indikator keadaan lingkungan kerja meliputi ventilasi, pencahayaan, tingkat kebisingan dan suhu. Meskipun tidak mempengaruhi kecelakaan kerja, faktor ini juga perlu diperhatikan karena menurut Meinita [13] faktor keadaan lingkungan kerja seperti pencahayaan yang baik memungkinkan mahasiswa melihat obyek yang dikerjakan secara jelas dan apabila pencahayaan kurang memadai atau menyilaukan maka akan melelahkan mata. Kelelahan mata akan menimbulkan kantuk dan berbahaya bila mahasiswa mengoperasikan mesin-mesin berbahaya sehingga dapat menyebabkan kecelakaan. Suhu harus dijaga tidak boleh terlalu dingin maupun panas, apabila suhu terlalu dingin akan mengurangi efisiensi dengan keluhan kaku dan kurang nya koordinasi otot sedangkan suhu terlalu panas akan menurunkan kinerja mahasiswa saat pelaksanaan praktik.

Selanjutnya pada sub indikator kondisi peralatan kerja dapat dilihat dari pernyataan responden yang menyatakan seluruh peralatan kerja tidak dalam kondisi baik dan layak pakai serta terdapat peralatan kerja yang tidak diberi tanda peringatan bahaya. Penelitian ini sejalan dengan apa yang telah dikemukakan oleh Irzal [14] dimana faktor kondisi peralatan kerja menjadi faktor penyebab kecelakaan kerja. Adapun menurut Tarwaka [15] pada dasarnya hampir semua kegiatan yang menghasilkan produk memiliki sumber bahaya dari mesin-mesin dan alat kerja yang berpotensial mengakibatkan kecelakaan kerja.

Hasil dari data penelitian yang telah dilakukan dapat dijelaskan bahwa faktor *unsafe action* dan *unsafe condition* adalah faktor penyebab kecelakaan kerja yang terjadi di praktik *plumbing.* Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ekasari [16] yang menyatakan bahwa penyebab langsung kecelakaan kerja dipengaruhi oleh faktor *unsafe action* sebesar 76,07% dan faktor *unsafe condition* dengan persentase 23,93%, dengan demikian faktor *unsafe action* merupakan faktor paling dominan yang mempengaruhi kecelakaan kerja. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian lain yang dilakukan oleh Kristiawan dan Abdullah [17] yang menyatakan bahwa faktor tindakan tidak aman *(unsafe action)* dan faktor kondisi tidak aman *(unsafe condition)* cukup besar pengaruh nya terhadap kecelakaan kerja dimana faktor yang paling dominan dalam mempengaruhi kecelakaan kerja yaitu faktor tindakan tidak aman *(unsafe action)* dengan nilai 80%, sedangkan faktor kondisi tidak aman *unsafe condition* dengan nilai 20%.

Melihat adanya angka kecelakaan kerja maka faktor tindakan tidak aman *(unsafe action)* dan faktor kondisi tidak aman *(unsafe condition)* harus diperhatikan. Oleh karena itu, setelah mengetahui faktor *unsafe action* merupakan faktor yang dominan, diharapkan kepada mahasiswa untuk lebih meningkatkan kesadaran diri dalam berperilaku K3 seperti mengikuti standar prosedur kerja, mematuhi tata tertib *workshop*, menggunakan alat pelindung diri yang diharuskan dengan baik sehingga hal ini dapat mengurangi bahkan mencegah terbentuk nya *unsafe action*. Disamping itu diperlukannya pengawasan serta pengarahan yang lebih tegas akibat dari pihak labora maupun dosen terhadap tindakan tidak aman yang dilakukan mahasiswa guna mencapai tingkat *zero accident*.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan hasil penelitian yang telah dipaparkan, maka dapat disimpulkan bahwa faktor kecelakaan kerja yang dominan yang terjadi pada praktik *plumbing* di Pendidikan Teknik Bangunan UNJ adalah faktor tindakan tidak aman *(unsafe action)* dengan persentase di atas 80% meliputi penggunaan alat pelindung diri, prosedur kerja, sikap saat bekerja dan penggunaan peralatan kerja. Faktor *(unsafe action)* merupakan faktor yang berasal dari perilaku mahasiswa yang membahayakan sehingga menimbulkan risiko dan berkaitan dengan keselamatan kerja dimana mahasiswa cenderung melakukan tindakan tidak aman karena belum menyadari serta mengalami kecelakaan pada saat melakukan pekerjaan.

Untuk mencegah bahkan menghilangkan angka kecelakaan kerja yang berasal dari faktor dominan yaitu *unsafe action* maka

tingkat kesadaran berperilaku K3 mahasiswa dan semua komponen yang terlibat saat kegiatan praktikum *plumbing* harus ditingkatkan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh beberapa saran, yaitu penelitian ini dapat dijadikan sumber rujukan dan diharapkan dapat dilakukan penelitian selanjutnya mengenai faktor-faktor kecelakaan kerja lainnya yang belum di paparkan dalam penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah membimbing saya selama penulisan karya tulis ini dan kepada laboran yang telah mengizinkan saya untuk melakukan observasi di *workshop plumbing*. Selain itu, kepada mahasiswa yang telah membantu dalam pengisian angket sehingga dapat terselesaikan nya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BPJS Ketenagakerjaan, "Angka Kecelakaan Kerja Cenderung Meningkat, BPJS Ketenagakerjaan Bayar Santunan Rp1,2 Triliun," 2019. [Online]. Available: https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/berita/23322/Angka-Kecelakaan-Kerja-Cender. [Accessed: 04-Apr-2020].

[2] I. Abidin, A. U. & Ramadhan, "Penerapan Job Safety Analysis, Pengetahuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap Kejadian Kecelakaan Kerja di Laboratorium Perguruan Tinggi," *J. Berk. Kesehat.*, vol. 5(2):76-8, 2019.

[3] M. A. Permana, A., Murtinugraha, R. E., & Ramadhan, "Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan K3 di Lingkungan Fakultas Teknik UNJ," *J. Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 19(2):110-, 2020.

[4] F. Priadi, B., Rizal, F., Oktaviani., & Rifwan, "Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Mahasiswa di Workshop Kayu Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang," *Cived Jur. Tek. Sipil*, vol. 5(1):2048-, 2018.

[5] I. Bramasto, T. & Zainafree, "Penggunaan Job Safety Analysis dalam Identifikasi Risiko Kecelakaan Kerja di Bagian Workshop PT. Total Dwi Daya Kota Semarang," *Unnesh J. Public Heal.*, vol. 4(4):94-10, 2015.

[6] S. S. Saraswati, A. L., Iriani, T., & Handoyo, "Pengembangan Job Safety Analysis Untuk Workshop Praktik Plumbing di Pendidikan Vokasional Konstruksi Bangunan Universitas Negeri Jakarta," *J. Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 8(2):55-10, 2019.

[7] M. Olewski, T. & Snakard, "Challenges in Applying Process Safety Management at University Laboratories," *J. Loss Prev. Process Ind.*, 2017.

[8] K. I. Ramadan, P. R. & Ismara, "Pengaruh Pengetahuan K3 dan Sikap Terhadap Kesadaran Berperilaku K3 di Lab CNC dan PLC SMK Negeri 3 Yogyakarta," vol. 4, no. 3, pp. 225–234, 2014.

[9] D. Cahyaningrum, Dwi., Sari, H. T. M., & Iswandari, "Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kecelakaan Kerja di Laboratorium Pendidikan," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 1(2):41-47, 2019.

[10] G. Azizah, N., Setiawan., & Silaban, "Hubungan antara Pengawasan, Prosedur Kerja dan Kondisi Fisik dengan Terjadninya Kecelakaan Kerja pada Perawat di Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Permata Bunda Medan Tahun 2017," *J. Jumantik*, vol. 3, no. 2, pp. 125–131, 2019.

[11] S. T. Suwignyo., Dhina. D. H., & Rahayu, "Hubungan Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja dengan Kejadian Tersayat pada Pembersih Bawang di Pasar Segiri dan Pasar Kedondong Samarinda," *J. Kesmes Uwigama*, vol. 4, no. 2, pp. 79–86, 2018.

[12] S. R. Azady, A. A. W., Widowati, E., & Rahayu, "Penggunaan Job Hazard Analysis dalam Identifikasi Risiko Keselamatan Kerja pada Pengrajin Logam," *Higeia J. Public Heal. Res. Dev.*, vol. 2(4):510-5, 2018.

[13] T. S. P. Meinita, "Analisis faktor yang Berhubungan dengan Kecelakaan Kerja di CV Prima Logam Tegal Tahun 2015," Malang: Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang, 2015.

[14] Irzal, *Dasar-Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, Ed ke-1. Jakarta:

Kencana, 2016.

[15] Tarwaka, *Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*, Ed rev ke-. Surakarta: Harapan Press, 2015.

[16] L. E. Ekasari, "Analisis Faktor yang Memengaruhi Kecelakaan Kerja pada Pengoperasian Container Crane di PT X SUrabaya Tahun 2013-2015," *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, vol. 6(1):124-1, 2017.

[17] R. Kristiawan, R. & Abdullah, "Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja pada Area Penambangan Batu Kapur Unit Alat Berat PT. Semen Padang," *J. Bina Tambang*, vol. 5(2):11-21, 2020.

P-48

ANALISIS PENYEBAB CACAT MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE EFFECT AND ANALYSIS (FMEA)* PADA PRODUK *DARK COMPOUND* DENGAN PENDEKATAN METODE *KAIZEN* UNTUK MEMPERBAIKI SISTEM PRODUKSI STUDI KASUS PT. XYZ

ANALYSIS OF THE CAUSES OF DISABILITY USING FAILURE MODE EFFECT AND ANALYSIS (FMEA) METHODS ON DARK COMPOUND PRODUCTS USING KAIZEN APPROACH TO IMPROVE THE CASE STUDY PRODUCTION SYSTEM OF PT. XYZ

Achmad Paisal[1*], Babay Jutika Cahyana[2]
[1,2]Institut Sains Dan Teknologi Al-Kamal Jakarta, Jakatrta, Indonesia

[*]E-mail: achmadpaisal2@gmail.com

Diterima 02-10-2020	Diperbaiki 12-10-2020	Disetujui 16-10-2020

ABSTRAK

Pengendalian kualitas produksi adalah salah satu aspek yang paling penting dalam keberhasilan suatu proses produksi, didalam pengamatan ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya kegagalan maupun cacat yang terjadi padaproses produksi cokelat dark compound. Metode failure mode and effect analysis (FMEA) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab cacat pada proses produksi dan menggunakan pendekatan kaizen yaitu konsep 5W+1H, dari hasil pengamatan yang didapat adalah jenis cacat paling besar pada proses produksi dark compound yaitu hasil viscositas yang tidak masuk dalam standar sebesar 35,14% yang paling besar disebabkan oleh incoming raw material baru yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan proses suhu mixing pada mesin yang tidak stabil. Oleh karna itu diberikan usulan perbaikan dengan melakukan trial bahan baku dengan bahan baku yang sama dan dilakukan penjadwalan serta pengecekan suhu mesin secara berkala.

Kata kunci: failure mode and effect analysis (FMEA); kaizen; fishbone diagram

ABSTRACT

Production quality control is one of the most important aspects in the success of a production process. This observation aims to analyze the causes of failure or defects that occur in the dark compound chocolate production process. The failure mode and effect analysis (FMEA) method is a method used to identify the causes of defects in the production process and uses the kaizen approach, namely the 5W+1H concept, the observations obtained are the biggest defects in the dark compound production process, namely the viscosity results that are not included. In the standard amounting to 35,14%, the biggest was due to new incoming raw material that was not in accordance with the specifications and the mixing temperature process on the unstable machine. Therefore, a recommendation is given to improve by conducting a trail of raw materials with the same raw material and scheduling and checking the engine temperature regularly.

Keywords:failure mode and effect analysis (FMEA); kaizen ; fishbone diagram

PENDAHULUAN

Perkembangan di dunia industrisaat inisemakin maju dan kompetitif, setiap perusahaan menginginkan produksinya mendapatkan produk yang bermutu baik darisegi proses produksi yang efektif dan efisien sekaligus bisa memberikan kepuasan kepada konsumen.sehingga perusahaan pun bisa bersaing di dalam dunia industri serta memenangkan kompetisi di dunia industri dan menjadikan sebuah perusahaan yang berkelas di negara-negara lain.

Dunia industri sangat pesat tidak terkecuali di industi makanan.Hal ini memicu

perusahaan yang bergerak dibidang makanan untuk selalu berinovasi dan menjaga kualitas produknya agar dapat bersaing di pasar.PT. XYZ merupakan perusahaan yang saat ini masih bergerak dibidang makanan. Produk cokelat olahan yang dihasilkan antara laincokelat batang, cokelat, *stick,* dan cokelat *chips* yang sampai saat ini masih dipertahankan. Karena masih banyak pelanggan yang sampai saat ini dipertahankan, terkait konsumen yang masih fanatic dengan produk tersebut. Sehingga perusahaan harus terus memepertahankan kualitas produk.

Pada bulanJuni 2017 sampai dengan Mei 2018 banyak produk yang mengalami cacat (*defect)* pada proses produksi cokelat *dark compound,* sehingga mengakibatkan produk cokelat *dark compound* tidak dapat terpenuhi dan memerlukan perbaikan terus menerus. Berdasarkan masalah diatas maka peneliti akan menganalisis penyebab terjadinya cacat pada produksi cokelat *dark compound*. Untuk alat yang akan digunakan mengevaluasi masalah diatas sebagai berikutpertama menggunakan *check sheet* untuk mencatat jenis cacat, diagram pareto untuk mengetahui jumalh cacat dalam suatu periode, dan diagram sebab akibat untuk menganalisis penyebab yang terjadinya masalah baik dari segi*methode, material, machine, man dan environment.*

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada *department* produksi cokelat *dark compound* untuk menganalisa berapa banyak penyebab cacat pada produk cokelat *dark compound.*

Proses analisis penyebab cacat pada proses produksi cokelat *dark compound* dengan menggunakan salah satu metode pendekatan yaitu metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), untuk mengumpulkan data primer dapat diperoleh dari wawancara, sedangkan untuk data sekunder bisa didapat dari laporan teknis yang dimiliki perusahaan, maupun kajian pustaka. Historis Pengumpulan data produk pada periode Juni 2017 sampai Mei 2018 yaitu dengan parameter aroma, *color, choco, bitter, sweet, bubble, fineness,* viscositas, *shringkage, hardness, gloss,flowing,* dan *crumble.*Dan hasil dari wawancara dengan *department* lain seperti produksi*quality control, rnd* dan teknik.[1]

Alat Pengendalian Kualitas

Menurut Kaoru Ishikawa tentang Pengendalian kualitas (*Quality Control)* dalam Haming dan Mahfud[2]yaitu untuk *designing, develop, produce and service.* Sehingga dapat menghasilkan produk yang paling bermutu untuk para pelanggannya.

Ishikawa pun meningkatkan statistika dengan melatih semua orang untuk menguasai beberapa alat-alat statistika yang nantinya diperlukan dalam suatu pengendalian kualitas.

Alat *Seven tools* atau pengendalian kualitas adalah tujuh alat untuk mengendalikan kualitas, dengan jenis-jenis kegunaan ataupun fungsi. Contohnya untuk mengidentifikasi, menganalisa, mencari penyebab, atau pun membuat rencana perbaikan masalah seperti dibawah ini :

1. Kertas Periksa atau*Check Sheet.*
2. Diagram Pareto.
3. *Diagram Fishbone* atau Diagram Sebab Akibat.
4. *Stratification* atau Stratifikasi.
5. *Diagram Scatter* atau Diagram Pencar.
6. *Histogram.*
7. *Control Chart* atau Peta Kendali.

Tetapi dalam penelitian ini penulis hanya memakai alat pengendalian kualitas yaitu: *check Sheet,*diagram pareto dan diagram sebab akibat.

Check Sheet

Check sheet yaitu mempermudah pengumpulan data dari jenis kecacatan dan frekuensi yang ada pada proses produksi agar lebih mudah ataupun ringkas. Data tersebut dapat berupa kuantitatif atau kualitatif.

Tabel 1.Contoh *Check Sheet*

Data *Check Sheet* Karyawan

Masalah	Bulan Januari	Bulan Februari	Bulan Maret	Jumlah Total
1a	-	///	//	
2b	//	///	///	
3b	/	-	/	
4b	-	-	/	
Total	3	5	8	16

Diagram pareto

Metode mengelola kesalahan, masalah, ataupun cacat untuk menyelesaikan masalah yang ada sehingga membantu untuk menemukan permasalahan yang paling penting untuk diselesaikan baik *ranking* tertinggi maupun *rangking* terendah. Diagram pareto juga bisa mengidentifikasi dari masalah yang paling penting maupun yang mempengaruhi usaha terhadap perbaikan kualitas.[3]

Diagram Sebab Akibat

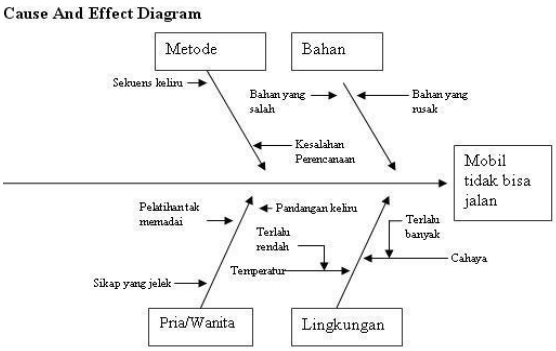
Ishikawa (1943) mengembangkan Diagram sebab akibat untuk menggambarkan garis ataupun symbol sehingga menunjukan hubungan antara akibat ataupun penyebabnya suatu masalah.[4]

Diagram faktor penyebabnya adalah :

1. Tingkat *defect* (Cacat) terhadap produk yang tinggi.
2. Mesin produksi yang sering kali mengalami *trouble* (Masalah).
3. Output lini pada proses produksi yang tidak stabil yang berakibat kacaunya plan produksi.
4. Produktivitas tidak tercapai.
5. Keluhan pelanggan yang terus berulang-ulang.

The 4M-1E (digunakan untuk perusahaan manufaktur)

1. *Methode* (Cara)
2. *Material* (Bahan)
3. *Machine* (Mesin)
4. *Man* (Manusia)
5. *Environment* (Lingkungan)



Gambar 1 Diagram Sebab Akibat

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Suatu metode pendekatan yang sistematik untuk menerapkan suatu metode baik dari segi pentabelan sehingga membantu untuk proses pemikiran yang akan digunakan oleh *engineers,* untuk mengidentifikasi suatu kegagalan terhadap made potensi dan efeknya

FMEA juga menggunakan beberapa kriteri tingkatan yaitu kerusakan *(Severity),* kemungkinan kejadian *(Ouccurrence),* dan deteksi *(Detection).*Untuk menentukan nilai RPN *(Risk Priority Number)*dengan cara mengalikan yaitu *Severity, Occurance* dan *Detection* (RPN=SxOxD) sehingga didapat nilai RPN yang paling diprioritaskan.[5]

Nilai *Severity (S)*

Langkah pertama menentukan nilai *Severity* adalah menghitung seberapa besar kejadian dampak maupun intensitas yang mempengaruhi hasil akhir proses. Nilai *severity* tersebut mulaidari skala rating 1 sampai 10, yang merupakan dampak terburuk dan penentu terhadap rating. Dan dapat dilihatpada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2.Nilai *Severity*

Rating	Kriteria
1	*Negligible Severity* (Pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk konsumen mungkin tidak akan mempertahankan kecacatan ini.
2-3	*Mild Severity* (Pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, konsumen tidak akan merasakan penurunan kualitas.
4-6	*Moderate Severity* (Pengaruh buruk yang *moderate)*. Konsumen akan merasakan penururnan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
7-8	*High Severity* (Pengaruh buruk yang tinggi). Konsumen akan merasakan penururnan kualitas yang berada batas toleransi,
9-10	*Potential Severity* (Pengaruh buruk yang sangat tinggi). Akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain, konsumen tidak akan menerimanya.

Nilai *Ouccurance (O)*

Occurance adalah penyebab kegagalan terjadi yang menghasilkan bentuk kegagalan pada proses produksi, untuk menentukan nilai *Occurance* dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Nilai *Ouccurance*

Rating	Frekuensi Kejadian	*Degree*
1	0,01 per 1000 item	*Remote* (Sangat Rendah)
2-3	0,1 per 1000 item 0,5 per 1000 item	*Low* (Rendah)
4-6	1 per 1000 item 2 per 1000 item 5 per 1000 item	*Moderate* (Sedang)
7-8	10 per 1000 item 20 per 1000 item	*High* (Tinggi)
9-10	50 per 1000 item 100 per 1000 item	*Very High* (Sangat Tinggi)

Nilai *Detection (D)*

Detection adalah upaya pencegahan yang terjadi terhadap suatu proses produksi sehingga dapat meminimalisir tingkat kegagalan yang ada pada proses produksi. Untuk menentukan nilai *detection* dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai *Detection*

Rating	Kriteria	Frekuensi Kejadian
1	Pencegahan sangat efektif, tidak ada kesempatan penyebab mungin muncul	0,01 per 1000 item
2-3	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah	0,1 per 1000 item 0,5 per 1000 item
4-6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat *moderat*, metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab itu terjadi	1 per 1000 item 2 per 1000 item 5 per 1000 item
7-8	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi, metode pencegaham kurang efektif. Penyebab masih berulang kembali	10 per 1000 item 20 per 1000 item
9-10	Kemungkianan penyebab terjadi masih sangat tinggi, metode penegahan	50 per 1000 item 100 per 1000 item

Standar Nilai RPN *(Risk Priority Number)* PT. XYZ

Setiap perusahaan mempunyai nilai standar RPN masing-masing berikut nilai standar RPN PT. XYZ

Tabel 5. Standar RPN PT. XYZ

No	Standar Nilai RPN	Keterangan
1	0-200	Sangat tidak perlu adanya pengawasan dan perbaikan pada perusahaan untuk tidak terlalu dikhawatirkan
2	200-400	Tidak perlu adanya pengawasan dan perbaikan pada perusahaan untuk tidak terlalu dikhawatirkan
3	400-600	Perlu adanya pengawasan dan perbaikan pada perusahaan untuk tidak terlalu dikhawatirkan
4	600-800	Perlunya pengawasan dan perbaikan pada perusahaan
5	800-1000	Sangat perlunya pengawasan dan perbaikan pada perusahaan

Kaizen

Istilah*Kaizen*dari bahasa Jepang yaitu*continuous incremental improvement.*atau *Kai* berarti perubahan *zen* berarti baik. Dan jika digabungkan dari kata istilah *Kaizen* berarti penyempurnaan.[6]

Kaizen pun salah satu konsep payung yang memiliki sebagian besar dari "Khas kata Jepang" yang belakangan ini sangat terkenal diseluruh dunia. Konsep *kaizen* dapat dilihat digambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. *Kaizen*

Dari 14 konsep yang ada pada metode *kaizen* peneliti hanya menerapkan beberapa konsep yaitu *Total Quality Control, Quality Improvement, dan Zero Defect.*Dan memilih konsep 5W+1H.

Konsep-Konsep *Kaizen*

1. Konsep 3M (Muda, Mura, Muri)

Muda suatu kegiatan yang dikatakan pemborosan ataupun mubasir, sedangkan Mura suatu kegiatan yang tidak teratur ataupun tidak merata, dan Muri suatu pembebanan yang melampaui ataupun berlebihan.[7]

2. Konsep Gerakan 5S *(Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan shitsuke)*

Memisahkan *(Seiri)*, Penataan*(Seiton)*, Pembersihan*(Seiso)*, Pemantapan (*Seiketsu)*, dan Disiplin (*Shitsuke)*.[8]

3. Konsep PDCA *(Plan, Do, Check, Action)*

*Kaizen*dibagi beberapa siklus atau aliran seperti Standardie-Do-Check-Action (SDCA) dan Plan-Do-Check-Action (PDCA).Siklus ataupun aliran ini menjamin pelaksanaan *kaizen*, yang nantinya akan mewujudkan kebijakan memelihara serta meningatkan standar ataupun memperbaiki.[9]

4. Konsep 5W+1H

Dapat digunakan dengan pola fikir PDCA terhadap kegiatan *kaizen* dengan konsep bertanya *(Who, What, Where, When, Why dan How)*.[10]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan identifikasi pada proses produksi cokelar*dark compound* dapat dilihat jumlah cacat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6. Jumlah Cacat Yang Dihasilkan Dari Bulan Juni 2017 Sampai Mei 2018

No	Bulan	Jumlah Produksi Perbulan (*Batch)*	Jumlah Cacat (*Batch)*
1	Juni 2017	8	4
2	Juli 2017	9	5
3	Agustus 2017	10	3
4	September 2017	10	1
5	Oktober 2017	10	1
6	November 2017	10	2
7	Desember 2017	10	4
8	Januari 2018	10	4
9	Februari 2018	9	3
10	Maret 2018	9	4
11	April 2018	9	5
12	Mei 2018	9	1
	Jumlah	113	37

Tabel 7. Jenis Cacat Produk

	Jenis Cacat												
Bulan	Aroma	*Color*	*Choco*	*Bitter*	*Sweet*	*Bubble*	*Fineness*	*Visco*	*Shringkage*	*Hardnes*	*Glos*	*Flow*	*Crumble*
Juni 2017	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
Juli 2017	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1
Agustus 2017	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
September 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Oktober 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
November 2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Desember 2017	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1
Januari 2018	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
Februari 2018	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
Maret 2018	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
April 2018	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Mei 2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Jumlah		5	0	0	0	0	0	13	0	11	0	0	8

Dilihat dari tabel 7 jenis cacat tertinggi terdapat pada proses cokelat*dark compound* adalah *color* 5 *batch*, viscositas tinggi 13 *batch*, *hardness* 11 *batch* dan *crumble* 8 *batch*. Jenis cacat pada *dark compound* dikarenakan produk tersebut tidak sesuai dengan standar yang ditentukan. Hasil data yang dikumpulkan baik data primer ataupun sekunder, data tersebut dikelola menggunakan analisa diagram pareto untuk mengatasi penyelesaian masalah yang ada. Sehingga dapatlah data mana saja yang diprioritas pada masalah baik data yang tertinggi maupun yang terendah pada proses cokelat *dark compound* dari Juni 2017 sampai Mei 2018.

Analisa Pengendalian Statistik (*Statistical Process Control)*

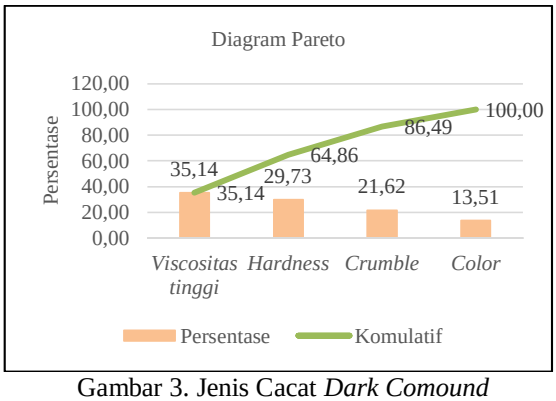
Pada proses analisa pengendalian proses statistika ini dapat dilihat dibawah ini :

Analisa diagram pareto

Menentukan jenis cacat yang terjadi pada proses produk cokelat*dark compound*. Dan persentase diagram dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini :

Tabel 8. Data Persentase Cacat Cokelat *Dark Compound* dalam 1 Tahun

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat per tahun	% Cacat	% Komulatif
1	Viscositas Tinggi	13	35,14	35,14
2	*Hardness*	11	29,73	64,86
3	*Crumble*	8	21,62	86,49
4	*Color*	5	13,51	100,00
	Total	37	100	



Gambar 3. Jenis Cacat *Dark Comound*

Berdasarkan gambar 3 diatas memperlihatkan jenis-jenis cacat pada proses WI seperti viscositas tinggi, *hardness, crumble dan color*. Jenis cacat tertinggi adalah viscositas tinggi sebesar 35,14%. Berdasarkan prinsip cacat kemudian menjadi cacat yang kritis dalam produksi *dark compound*.Berdasarkan data gambar 3 diketahui bahwa jumlah produk cacat akibat kegagalan pada saat proses produksi toleransi yang ditentukan perusahaan dengan tingkat kegagalan 2% pada proses produksi yaitu 4 *batch* dari 113 *batch* dalam satu tahun.

Analisa *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect (FMEA) menentukan bagian proses mana yang akan menghasilkan jumalh kegagalan yang ada padaproduk *dark compound* sehingga menghasilkan potensi dan penyebab kegagalan, sehingga menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Untuk melihat hasil nilai RPN dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 9. Menentukan Nilai RPN Dengan Metode *Process Failure Mode Effects Analysis* (FMEA)

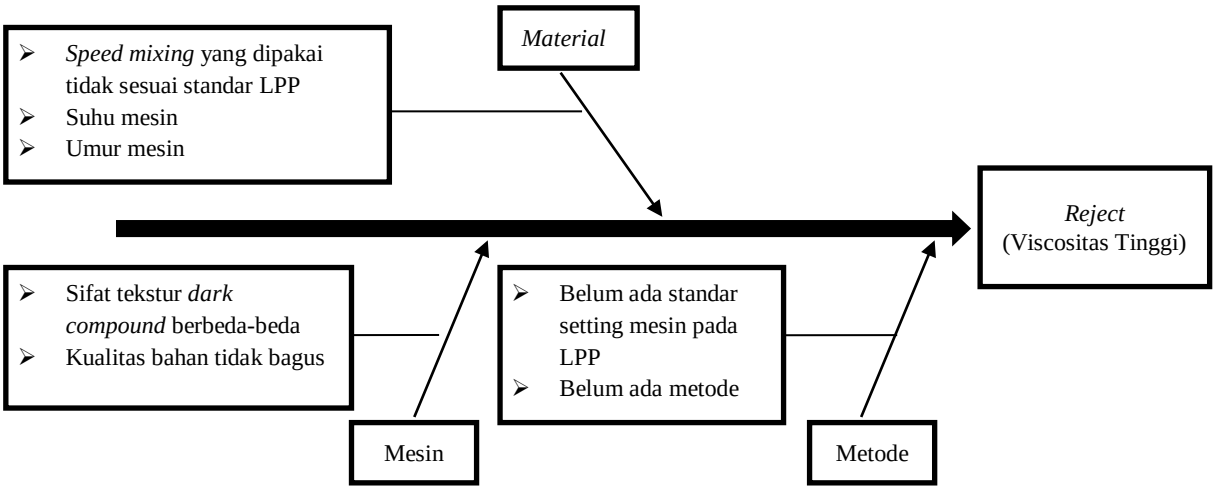
Produk yang diharapkan	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Yang Ditimbulkan	*Severity*	*Occurance*	*Detection*	RPN
Viscositas sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan	Viscositas Tinggi	Incoming raw material baru tidak sesuai dengan spesifikasi	Terdapat banyak produk yang patah, lembek, dan encer	9	8	8	576
		Proses mixing suhu pada mesin tidak stabil	Membutuhkan tambahan waktu mixing	9	8	8	576
		Proses suhu cetak produk tidak sesuai standar	Kualitas produk tidak sesuai standar	9	7	7	441

Berdasarkan tabel 9 dapat dilihat pengolahan data dilakukan dengan metode FMEA sehingga menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) padabeberapa penyebab proses kegagalan. Dan untuk pengurutan RPN tabel diatas didapatkan *incoming raw material* baru yang tidak sesuai dengan spesifikasi dengan nilai RPN tertinggi yaitu 576, Proses Mixing Suhu pada mesin tidak stabil RPN 576, Proses Suhu cetak produk tidak sesuai standar dengan nilai RPN 441.

Dan dapat disimpulkan dari ke tiga proses kegagalan diatas mempunyai tingkatan kegagalan baik mayor ataupun berperan penting dalam pembuatan cokelat *dark compound*. Dampaknya ditimbulkan oleh ke tiga proses tersebut berpengaruh besar terhadap penurunan kualitas cokelat *dark compound*. Dan proses produksi cokelat *dark compound* selalu menghasilkan produk gagal,sehingga perlu dilakukanperbaikan.

Penentuan Penyebab Cacat Dengan Diagram *Fishbone*

Berdasarkan data-data analisa diatas jumlah cacat pada cokelat *dark compound* dari bulan Juni 2017 sampai Mei 2018 cukup tinggi, maka dibuatlah diagram *fishbone* yang berfungsi untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dan memisahkan akar penyebabnya. Dengan *fishbone* penyebab cacat pada cokelat *dark compound* bisa dilihat dari gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat

Tabel 10.*Improvement* Dengan 5W+1H

Jenis	*What*	*Why*	*Where*	*When*	*Who*	*How*
Manusia		Skil operator rendah, Kurang perawatan mesin, Salah memasukan material	Area produksi	Pada produksi	Operator	Ditunjuk salah satu operator untuk bertanggung jawab setiap pengecekan
Material	Cacat*Dark Compound*	Raw materian kedatangan baru, Tidak ada COA dari supplier	Laboratorium	Pada proses produksi	RnD	Melakukan trial dengan bahan baku yang sama, adanya permintaan COA pada supplier
Mesin		Umur mesin sudah tua, Kurang pengawasan suhu mesin	Area produksi	Pada proses produksi	Teknik	Dilakukan penjadwalan secara berkala, Dilakukan pengecekan suhu mesin.
Metode		Kurangnya pengendalian kualitas saat proses produksi, Kurangnya intesitas pengecekan suhu mesin	Area produksi	Pada proses produksi	Operator, Teknik	Adanya pengecekan kualitas oleh tim qc, Membuat *chek Sheet* untuk pengecekan suhu
Lingkungan		Bising, Suhu ruang yag tidak memadai	Area produksi	Pada proses produksi	Operator	Menggunakan alat APD, Adanya pengecekan kualitas oleh tim qc, Adanya pengecekan suhu pada setaip area produksi

Untuk*improvement* dilakukan secara langsung ke lokasi ataupun area dengan melakukan wawancara kepada pihak-pihak terkait seperti Operator, Teknik, *Rnd* dan *Quality Control*.

Dan beberapa pihak memberikan *improvement*untuk proses produksi sampai dengan mixing.

Hasil Penurunan Jumlah Cacat Pada Cokelat *Dark Compound* setelah menerapkan metode *Kaizen*.

Setelah menerapkan metode *kaizen* yaitu perbaikan secara terus menerus dengan 5W+1H untuk mengurangi produk cacat pada cokelat*dark compound*. Berikut tabel hasil penurunan jumlah cacat setelah perbaikan :

Tabel 11. Data Hasil Perbaikan

No	Bulan	Jumlah Produksi Perbulan	Jumlah Cacat (*Batch)*
1	Juni 2018	18	1
2	Juli 2018	20	0
3	Agustus 2018	16	0
4	September 2018	20	1
	Jumlah	74	2

Dari tabel diatas setelah perbaikan dengan metode *kaizen* dengan metode 5W+1H, terbukti dapat mengurangi produk cacat pada cokelat *dark compound.*Cacat produk ini disebabkan oleh material, mesin dan metode. Berdasarkan data diatas jumlah cacat Juni 2017 sampai Mei 2018 sebanyak 32,7% dan setelah dilakukan perbaikan dari bulan Juni 2018 sampai September 2018 jumlah cacat turun menjadi 2,7% masih belum memenuhi standar toleransi jumlah cacat yang ditentukan perusahaan yaitu 2% oleh sebab itu masih memerlukan perbaikan pada tahap 5W+1H untuk lebih ditingkatkan lagi.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengamatan dan pengendalian diatas dapat disimpulkancacat produk cokelat *dark compound*sebagai berikut :

1. Jenis kecacatan dan kegagalan produk yang terjadi adalah proses yang mendapatkan nilai tertinggi yaitu *incoming raw material* nilai RPN 576.
2. Pada saat proses *mixing* produk tidak tercampur rata dan kurangnya waktu *mixing* didapatkan nilai RPN 576.
3. Pada proses cetak dengan suhu yang tidak stabil didapat nilai RPN 441.
4. Penyebab terjadinya kecacatan adalah :
   a. Cacat viscositas tinggi diakibatkan *raw material* atau bahan baku yang tidak sesuai dengan spesifikasi produk, sehingga terdapat banyak produk yang patah, lembek, dan encer.
   b. Cacat viscositas tinggi pada proses *mixing* suhu pada mesin tidak stabil yang diakibatkan membutuhkan tambahan waktu*mixing.*
   c. Cacat proses suhu cetak produk tidak sesuai standar yang terjadi akibat kesalahan pada saat setting waktu, waktu yang digunakan terlalu lama dari batas waktu yang ditentukan karena menggunakan settingan manual.

Upaya PT. XYZ dalam penanggulangan kecacatan produk adalah dengan melakukan inspeksi atau pengawasan terhadap semua lini produksi baik saat kedatangan bahan baku, proses kontrol, sampai produk jadi. Dan dilakukan pengecekan secara berkala tentang pemeliharaan mesin.

SARAN

Saran untuk perusahaan adalah pengembangan infra struktur seperti AC *(Air Conditioner)* untuk ruangan produksi yang tertentu sehingga untuk produk-produk yang higroskropis ataumudah lembab bisa diminimalisir kecacatannya, SOP *(Standar Operational Procedure)* agar dibakukan untuk dilakukan training kepada operator produksi sehingga kesalahan proses produksi bisa dikurangi. Untuk mesin maupun alat produksi agar selalu dilakukan perawatan secara berkala untuk menghindari penurunan fungsi karena pemakaian dengan intensitas tinggi. Sedangkan untuk kedatangan bahan bak dilakukan pengecekan secara sensory untuk membandingkan dengan kedatangan sebelumnya agar bahan baku yang digunakan tidak jauh beda dengan karakteristik yang telah ditentukan dari awal. Saran untuk pengembangan penelitianselanjutnya adalah dengan menggunakan metode kualitas lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas selesainya penelitian ini dengan lancar, penulis mengucapkan terimakasih banyak atas bantuan, dukungan.dan bimbingannya kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian secara langsung maupun tidak langsung. Terimakasih untuk semua tim perusahaan “XYZ” yang sudah membantu dan memberikan kerjasama yang baik, serta seluruh pihak kampus yang selalu memberikan bimbingannya kepada penulis sehingga dapat meyelesaikan penelitian ini dengan baik. Terimakasih kepada dosen pembimbing yang selama inidengan sabar memberikan bimbingannya dan terimakasih kepada orang tua penulis telah memberikan do’a dan restunya kepada penulis.Terimakasih untuk semua pihak-pihak terkait yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya," *Semin. Nas. Sain dan Teknol.*, pp. 1–9, 2019.

[2] M. dan M. N. Haming, *Manajemen Produksi Modern Operasi Manufaktur dan Jasa – Buku 1*. Jakarta, 2011.

[3] M. Produk, C. Pada, and P. T. Berlina, "Aplikasi Metode Seven Tools Dan Analisis 5W + 1H Untuk," 2015.

[4] D. W. Ariani, *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta, 2004.

[5] L. Nanda, L. P. S. Hartanti, and J. K. Runtuk, "Analisis Risiko Kualitas Produk dalam Proses Produksi Miniatur Bis dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis pada Usaha Kecil Menengah Niki Kayoe," *J. Gema Aktual.*, vol. 3, no. 2, pp. 71–82, 2014.

[6] B. R. Heizer J, *Manajemen Operas*. Jakarta, 2005.

[7] I. Smalley A, *toyota Kaizen Methods*. Jakarta, 2011.

[8] Ekoanindiyo FA, "Pengendalian Kualitas Menggunakan Pendekatan Kaizen," *J. Manaj.*, pp. 1–10, 2013.

[9] Ferdiansyah H., "Usulan Rencana Perbaikan Kualitas Produk Penyangga Duduk Jok Sepeda Motor Dengan Pendekatan Metode Kaizen (5W+1H) Di PT EKAPRASARANA," *J. Manaj.*, pp. 1–10, 2011.

[10] Paramita PD, "Penerapan Kaizen Dalam Perusahaan," *J. Manaj.*, pp. 1–11, 2012.

P-49

KEBIJAKAN PENGEMBANGAN SAPI POTONG MELALUI INTRODUKSI TEKNOLOGI PAKAN

BEEF CATTLE DEVELOPMENT POLICY THROUGH FEED TECHNOLOGY INTRODUCTION

A.H.S. Salendu[1*], Meiske L. Rundengan[2], Femi H. Elly[3] dan Tilly F.D. Lumy[4]
Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara, 95115

**E-mail: artisesalendu@yahoo.com*

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 21-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pakan adalah salah satu faktor penting dalam menunjang pengembangan peternakan sapi potong. Kendalanya ternak sapi digembalakan di lahan pertanian sehingga pakan yang dikonsumsi adalah rumput lapangan yang kualitasnya rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis strategi apa yang digunakan untuk introduksi teknologi pakan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, dengan teknik PRA. Penentuan lokasi dilakukan secara purposive sampling yaitu kecamatan yang memiliki populasi sapi yang rendah. Data yang dikumpulkan adalah data primer yang diperoleh dari publikasi (BPS) dan artikel-artikel ilmiah. Responden ditentukan secara purposive sampling yaitu petani yang ternak sapi potong tradisonal. Responden kunci adalah pejabat Dinas Pertanian Peternakan dan penyuluh pertanian di lokasi penelitian. Analisis data menggunakan analisis PMSL dan deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan ternak sapi potong digembalakan di lahan pertanian dengan pakan yang dikonsumsi adalah rumput yang kualitasnya rendah. Usaha ternak sapi potong yang bersifat tradisional ditunjukkan dengan skala kecil. Teknologi yang digunakan masih sederhana artinya petani peternak belum memperhatikan teknologi pakan berkualitas dan pengolahan pakan. Potensi maksimum sumberdaya lahan di bawah pohon kelapa (PMSL) untuk Kecamatan Bolangitang Timur adalah sebesar 3.158,42, Kecamatan Bintauna sebesar 3.206,55 dan Kecamatan Bolangitang Barat adalah sebesar 4.744,24.Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa strategi yang dikembangkan adalah strategi agresif untuk meningkatkan peluang dengan memanfaatkan kekuatan yang ada. Perlu sosialisasi bagi petani peternak untuk introduksi hijauan berkualitas dan pengawetan hijauan.

Kata Kunci : teknologi, introduksi, pakan, sapi, kebijakan

ABSTRACT

Feed was an important factor in supporting the development of beef cattle farms. The problem was that cattle were grazed on agricultural land so that the feed consumed was field grass of low quality. The purpose of this research was to analyze what strategies were used for the introduction of feed technology. The research method used was a survey method, with the PRA technique. The location was determined by purposive sampling, namely districts that had a low cattle population. The data collected is primary data obtained from publications (BPS) and scientific articles. Respondents were determined by purposive sampling, namely farmers who were traditional beef cattle. Key respondents were officials of Department of the Agriculture and Animal Husbandry, and agricultural extension agents. Data were analyzed using PMSL and descriptive analysis. The results showed that beef cattle were grazed on agricultural land and the feed consumed was grass of low quality. Traditional beef cattle business was shown on a small scale. The technology used was traditional means that quality feed technology and processing have not been applied by farmers. The maximum potential of land resources under coconut trees (PMSL) for District of East Bolangitang District was 3,158.42, Bintauna was 3,206.55 and West Bolangitang was 4,744.24. Based on the research results it can be concluded that the strategy developed is an aggressive strategy to increase opportunities by utilizing existing strengths. Socialization is needed for farmers to introduce quality forages and forage preservation.

Keywords: technology, introduction, feed, cattle, policy

PENDAHULUAN

Sapi potong adalah salah satu komoditas peternakan yang menjadi andalan masyarakat pedesaan sebagai pendapatan mereka. Ternak sapi potong juga memiliki berbagai peranan lainnya yang dapat menunjang perekonomian pedesaan. Ternak sapi potong dalam hal perlu mendapat perhatian yang serius baik dari petani peternak itu sendiri maupun dari pemerintahuntuk mendorong peningkatan populasi. Keberhasilan usaha ternak sapi potong salah satunya tergantung pada pakan [1]. Lambatnya peningkatan populasi ternak sapi potong salah satunya disebabkan tidak mencukupinya ketersediaan pakan [2].

Fenomena di atas menunjukkan bahwa pakan adalah salah satu faktor penting dalam menunjang pengembangan peternakan sapi potong. Ternak sapi potong membutuhkan pakan dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok. Selain itu, pakan dibutuhkan ternak sapi potong sebagai upaya meningkatkan produksi dan kualitas daging. Indikasinya pakan harus tersedia secara kontinyu dan berkesinambungan dalam menunjang kebutuhan ternak sapi potong.

Ketersediaan pakan dalam hal ini harus memperhatikan kuantitas dan kualitas sebagai sumber gizi bagi ternak sapi potong. Kendalanya ternak sapi digembalakan di lahan pertanian sehingga pakan yang dikonsumsi adalah rumput lapangan yang kualitasnya rendah. Pemerintah dalam hal ini perlu mengupayakan kebijakan berkaitan ketersediaan hijauan pakan ternak secara kontinyu. mengemukakan bahwa Produksi hijauan yang berkelanjutan menjadi bahan pertimbangan dan hal tersebut merupakan faktor penting dalam sistem produksi ternak sapi sapi potong [3]. Pengembangan dan perbaikan hijauan pakan perlu ditindaklanjuti dengan cara meningkatkan minat petani peternak dan memperluas areal pertanaman [4]. Hal ini dapat dilakukan melalui introduksi hijauan pakan ternak sapi potong. Berdasarkan pemikiran tersebut maka telah dilakukan pengkajian berkaitan dengan kebijakan pengembangan sapi potong melalui introduksi teknologi pakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis strategi apa yang digunakan untuk introduksi teknologi pakan.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara dengan metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, dan teknik pendekatannya adalah menggunakan metode PRA. penentuan lokasi dilakukan secara purposive sampling yaitu kecamatan yang memiliki populasi ternak sapi terkecil yaitu kecamatan Bolangitang Timur, Bintauna dan Bolangitang Barat. Data yang dikumpulkan adalah data primer yang diperoleh dari publikasi (BPS) dan artikel-artikel ilmiah. Responden ditentukan secara *purposive sampling* yaitu petani peternak yang mengembangkan sapi potong dengan cara tradisional. Responden kunci adalah pejabat Dinas Pertanian Peternakan dan penyuluh pertanian di lokasi penelitian. Analisis data menggunakan analisis PMSL dan deskritif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ternak sapi potong di wilayah penelitian sebagai sumber pendapatan dan protein hewani asal ternak masih dikembangkan secara tradisional. Ternak sapi potong digembalakan di lahan pertanian dengan pakan yang dikonsumsi adalah rumput yang kualitasnya rendah. Usaha ternak sapi potong yang bersifat tradisional ditunjukkan dengan skala kecil yaitu berkisar 2-6 ekor. Teknologi yang digunakan masih sederhana artinya petani peternak belum memperhatikan teknologi pakan berkualitas dan pengolahan pakan. Pengembangan ternak sapi potong yang bersifat tradisional pada umumnya disebabkan karena pengetahuan petani peternak tentang teknologi pakan masih rendah. Kondisi tersebut umumnya pengetahuan petani peternak dalam proses produksi ternaknya masih konvensional [5].

Petani peternak sesuai hasil penelitian belum memaksimalkan potensi sumberdaya yang tersedia. Potensi sumberdaya yang dimaksud dapat dilihat dari daya dukung sumberdaya lahan. Peneliti wilayah penelitian telah menganalisis daya dukung lahan berdasarkan potensi pengembangan ternak efektif dan indeks daya dukung. Analisis potensi sumberdaya yang digunakan adalah analisis potensi maksimum sumberdaya lahan (pmsl). Hasil analisis PMSL [6] dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan data Tabel 1 ternyata bahwa potensi maksimum sumberdaya lahan di bawah pohon kelapa (PMSL) untuk Kecamatan Bolangitang Timur adalah sebesar 3.158,42. Artinya berdasarkan sumberdaya

lahan maka di Kecamatan Bolangitang Timur masih dapat menampung ternak sapi potong sebanyak 3.158,42 UT. Potensi maksimum sumberdaya lahan di bawah pohon kelapa (PMSL) untuk Kecamatan Bintauna adalah sebesar 3.206,55. Artinya berdasarkan sumberdaya lahan maka di Kecamatan Bintauna masih dapat menampung ternak sapi potong sebanyak 3.206,55 UT. Potensi maksimum sumberdaya lahan di bawah pohon kelapa (PMSL) untuk Kecamatan Bolangitang Barat adalah sebesar 4.744,24. Artinya berdasarkan sumberdaya lahan maka di Kecamatan Bolangitang Barat masih dapat menampung ternak sapi potong sebanyak 4.744,24UT.

Tabel 1. Hasil Analisis PMSL di Kecamatan Penelitian

Koefisien/ Variabel	Bolangi-tang Timur	Bintauna	Bolangi-tang Barat
A	0,80	0,80	0,80
LG	2.456,79	2.237,00	3.668,00
B	0,50	0,50	0,50
PR	2.310,03	2.743,72	3.504,48
C	1,20	1,20	1,20
R	31,64	37,58	48,00
PMSL	3.158,42	3.206,55	4.744,24

Keterangan :

PMSL = Potensi maksimum dalam satuan ternak sapi (ST) berdasarkan sumberdaya lahan

A = Koefisien yang dihitung berdasarkan ratio populasi ternak ruminasia dalam satuan ternak (ST) dengan luas lahan garapan (Ha)

LG = Luas lahan kelapa di Kabupaten/Kecamatan yang diteliti (Ha)

B = Koefisien yang dihitung sebagai kapasitas tampung padang rumput alam

PR = Luas padang rumput (Ha)

C = Koefisien yang dihitung sebagai kapasitas tampung rawa (1,2 ST/Ha)

R = Luas Rawa

Indikasinya bahwa di lokasi penelitian dapat dilakukan introduksi hijauan berkualitas ataupun pengolahan limbah tanaman pangan sebagai pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemerintah Kabupaten Bolaang Mongondow Utara mencanangkan berbagai strategi dan kebijakan berkaitan dengan pengembangan sapi potong. Kebijakan berkaitan dengan pengembangan pakan dilakukan pengembangan padang pengembalaan dan integrasi ternak sapi potong dengan tanaman, penanaman hijauan pakan ternak, penyediaan mesin pencacah untuk pembuatan pakan dan pengembangan dan pembinaan Sumberdaya Manusia melalui pelatihan teknologi pakan, produksi dan reproduksi.

Pengembangan padang penggembalaan dimaksud adalah dilakukan melalui introduksi hijauan berkualitas dengan memanfaatkan lahan kering yang tidak digunakan dan lahan di bawah pohon kelapa. Kebijakan ini belum dilakukan secara maksimal. Integrasi ternak sapi tanaman juga belum dilakukan secara maksimal untuk ketiga kecamatan tersebut. Petani peternak melakukan budidaya tanaman jagung secara diversifikasi, artinya usaha tani jagung dilakukan belum terintegrasi dengan usaha ternak sapi potong. Usaha ternak sapi yang terintegrasi adalah usaha yang dilakukan dengan cara output yang dihasilkan oleh suatu usaha dimanfaatkan sebagai input usaha yang lain. Usaha ini menujukkan tidak ada limbah yang terbuang. Pemerintah daerah telah melakukan pembinaan sumberdaya manusia melalui pelatihan pengolahan pakan diantaranya pembuatan silase limbah jagung dan amoniasi limbah padi. Introduksi teknologi ini telah dilakukan tetapi penerimaan oleh petani peternak belum maksimal. Hal ini ditunjukkan dari kebiasaan petani peternak sapi potong yang masih menggunakan limbah tanaman jagung dan limbah padi tanpa sentuhan teknologi. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pemerintah perlu mencanangkan strategi pengembangan pakan ternak sapi potong yang lebih mudah diserap dan diaplikasikan oleh petani peternak. Program pengembangan peternakan sapi potong melalui introduksi teknologi pakan dapat dikaitkan dengan reorientasi kebijakan pertanian [7].Pengembangan hijauan pakan dilakukan dengan orientasi bisnis yang berdampak terhadap keuntungan petani. Keuntungan dimaksud dalam hal ini adalah keuntungan maksimal [8] [9]. Pemberdayaan terhadap petani peternak sapi potong sebagai pelaku bisnia dapat ditingkatkan dengan berkesinambungan. Hal ini mengingat bahwa ternak sapi potong adalah suatu sumberdaya alam yang dapat diperbaharui (*renewable*) [10]. Ternak sapi potong adalah bagian tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari petani peternak di lokasi penelitian seperti yang dinyatakan peneliti sebelumnya [11]. Fenomena ini menunjukkan bahwa introduksi pakan yang sangat dibutuhkan dalam menunjang pengembangan peternakan sapi potong. Introduksi teknologi yang diterapkan diantaranya introduksi hijauan dan pengolahan

pakan sebagai upaya mengatasi tantangan yang dihadapi petani peternak sapi potong. Kebijakan dimaksud adalah upaya yang dapat memberikan keuntungan bagi petani peternak sapi potong yang berorientasi bisnis [12] [13].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa strategi yang dikembangkan adalah strategi agresif untuk meningkatkan peluang dengan memanfaatkan kekuatan yang ada.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan perlu sosialisasi bagi petani peternak untuk introduksi hijauan berkualitas dan pengawetan hijauan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor, Dekan, Ketua dan Sekretaris LPPM UNSRAT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melalukan penelitian dan telah memperoleh dana skim RTUU.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A.H.S. Salendu dan F.H. Elly. Potensi pengembangan hijauan pakan ternak sapi di bawah pohon kelapa di Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Pastura, Journal of Tropical Forage Science*, 4. 1 (2014) : 7– 10.

[2] F.H. Elly, P.O.V. Waleleng., I.D.R. Lumenta dan F.N.S. Oroh. Introduksi hijauan makanan ternak sapi di Minahasa Selatan. *Pastura, Journal of Tropical Forage Science,* 4. 1 (2014) : 7 – 10.

[3] R. Dianita, A. Rahman Sy., H. Syarifuddin., Syafwan and Zubaidah. Improvement of forage feed through introduction of Legum Indigofera and making silage legum-maize straw on farmer's group in Palayangan District. *J. of Community Service*,29 (2014):76-79.

[4] S.N. Jasmani. dan B. Haryanto. Memperbaiki produktivitas hijauan pakan ternak untuk menunjang kapasitas padang penggembalaan kerbau di Kabupaten Kampar, Riau (Suatu Saran Pemikiran). *Pastura, Journal of Tropical Forage Science,* 4. 2 (2015) : 95-99.

[5] J.M. Muis, Kinerja dan prospek pengembangan usaha ternak sapi potong ramah lingkungan di Sumatera Barat. *Widyariset*, 18. 1 (2015) : 59-70.

[6] A.H.S. Salendu, I.D.R. Lumenta., H. O. Gijoh, F. H. Elly and D. Polakitan. Prospect of Environment Beef Cattle Development in Regency of North Bolaang Mongondow, North Sulawesi Province, Indonesia**.** *Proceeding The 4th International Seminar on Animal Industry*, Bogor (2018) : 345-349.

[7] M. Ikbal. 2015. Evaluasi kebijakan penertiban ternak di Kecamatan Parigi Kabupaten Parigi Moutong. *E-Jurnal Katalogis*, 3. 10 (2015) : 167-172.

[8] S.S. Walia and N. Kaur. Integrated farming system-an ecofriendly approach for sustainable agricultural environment-a review. *Greener Journal of Agronomy Forestry and Horticulture*, 1.1. (2013), 001 - 011.

[9] T.M. Nur., C. Fadli and H. Satriawan. Analysis of the potential of integration of palm oil-cattle in Bireuen Regency, Aceh Province. *Agraris, Journal of Agribusiness and Rural Development Research*,4.2 (2018) : 69-80.

[10] D. Martan. Rancang Bangun Model Kebijakan Pengembangan Peternakan Sapi Potong (Studi Kasus di Sulawesi Selatan). Disertasi. Program Doktor Manajemen agribisnis. IPB, Bogor (2012).

[11] Jamilah. Analisis Pendapatan Peternak Sapi Aceh. *Jurnal Agrifo*, 2. 2 (2017) : 50-55.

[12] J.R. Sahala. Widiati dan E. Baliatri. Analisis kelayakan finansial usaha penggemukan sapi potong simmental peranakan ongole dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kepemilikan pada peternakan rakyat di Kabupaten Karanganyar. *Bulletin of Animal Science*, 40.3 (2016) : 75-82.

[13] D. Happyana. Analisis keuntungan usaha penggemukan sapi potong rakyat di Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 5.2 (2017) : 33-39.

P-50

RANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN PADA RIVER SIDE STORE SAMARINDA MENGGUNAKAN MACRO MICROSOFT EXCEL

DESIGNING SALES INFORMATION SYSTEM AT RIVERSIDE STORE SAMARINDA USING MACRO MICROSOFT EXCEL

Ibrahim Musa[1*], E. Retno Maninggarjati[2]
[1,2]Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Samarinda

[*]E-mail: ibrahimmusa@polnes.ac.id

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 15-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Penelitian dengan judul "Rancangan Sistem Informasi Penjualan Pada Riverside Store Samarinda Menggunakan Macro Microsoft Excel" didasari pekembangan IPTEK bidang pengolahan data secara otomotisasi dalam upaya untuk menanggulangi keterlambatan proses administrasi penjualan pada Riverside Store Samarinda sebagai unit usaha ritel. Proses pencatatan transaksi penjualan UMKM meliputi pencatatan data barang masuk, penjualan barang dagangan, proses pelaporan transaksi penjualan dan mencetak Nota Penjualan. Riverside Store Samarinda masih menggunakan cara manual dan belum menggunakan aplikasi komputer yang terintegrasi sehingga sering terjadi permasalahan diantaranya, sulit mencari data dalam berkas yang tertumpuk dan perhitungan-perhitungan hasil usaha yang akan berdampak kepada biaya dan waktu yang cukup lama serta menguras tenaga. Oleh karena itu diperlukan suatu pengembangan atau pembuatan software aplikasi terpadu yang mudah digunakan untuk memproses segala transaksi penjualan dan laporan yang dibutuhkan secata otomatis, cepat dan akurat. Metode pendekatan yang digunakan adalah metode Waterfall atau juga dinamakan sebagai siklus hidup klasik (classic life cycle), dimana metode ini menggambarkan pendekatan secara sistematis yang cocok pada pengembangan sistem informasi berbasis komputer berupa perangkat lunak. Tahapan-tahapan yang akan digunakan dalam proses perancangan sistem aplikasi antara lain identifikasi masalah, menganalisa prosedur dan sistem pengolahan data keuangan, merancang Data Flow Diagram (DFD), menulis program dengan bahasa Macro Visual Basic for Application (VBA) Microsoft Excel, merancang Form-form inputan data, nota penjualan dan model output laporan. Dengan menerapkan sistem informasi penjualan ini maka seluruh proses pengolahan data stock, pembelian, penjualana barang dagangan dapat dilakukan dengan cepat, akurat dan praktis sehingga mempercepat proses pelayanan pelanggan dan akhirnya akan meningkatkan omset penjualan.

Kata Kunci: Rancangan, Sistem Informasi Penjualan, Macro Microsoft Excel, VBA

ABSTRACT

The research entitled "Designing Sales Information System at Riverside Store Samarinda using Macro Microsoft Excel" is based on the development of science and technology in the field of automated data processing in an effort to overcome slows in the sales administration process at Riverside Store Samarinda as a retail business unit. The process of recording sales transactions includes recording incoming goods, selling merchandise, reporting sales transactions and printing Sales Receipts. Riverside Store Samarinda still used manual process is no integrated computerized application. This leads to some problems, among of which are difficulty in searching data in the pilled files and calculations of business outcomes; these will effect on much costs and longer time as well as more exhausting. Thus, it is necessary for a development or creation of integrated application that is easy to be used to process all required reports in an automatic manner. The approach method used is the Waterfall model or also known as the classic life cycle, where this method describes a systematic approach that is suitable for developing computer-based information systems in the form of software. There are some stages taken in the designing process

of the application system, namely identification problems, analyzing financial data processing system and procedure, designing Data Flow Diagram (DFD), writing down the program in Macro Visual Basic for Application (VBA) Microsoft Excel, designing forms of data inputs and designing report output model. By applying this Integrated Information System, then all of the processing processes of purchase and sales data can be conducted in a fast and accurate practically so as to speed up the customer service process and ultimately increase sales turnover.

Keywords: Designing, Sales Information System, Macro Microsoft Excel, VBA

PENDAHULUAN

Perkembangan usaha di sektor perdagangan saat ini mengakibatkan terjadinya persaingan yang begitu ketat. Perusahaan dengan kapasitas Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan sektor ekonomi yang diandalkan dalam perekonomian nasional. Berbagai cara pun harus diterapkan dengan harapan dapat bertahan dalam dunia usaha dan menjadi perusahaan yang terdepan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat terutama dalam masa pendemi *COVID-1*9 saat ini. Undang Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2008 tentang UMKM mendefinisikan UMKM adalah usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang memenuhi kriteria usaha kecil. Menurut Kemenkop UMKM [1] bahwa jumlah pelaku usaha di kelas UMKM di Indonesia pada tahun 2019 terdapat sekitar 59,2 juta unit. Dari jumlah tersebut di Kalimantan Timur angka UMKM mencapai 302.527 unit dimana terdapat 68.795 unit adalah bergerak di bidang perdagangan [2].

Pemilihan obyek penelitian sebagai mitra adalah UMKM River Side Store Samarinda yang bergerak dalam bidang perdagangan ritel pakaian (distro) ini adalah karena pada saat ini penjualan pakaian seperti baju kaos, celana , sepatu, tas dan asesories lainnya dengan desain kekinian semakin marak disukai oleh kalangan milineal. Riverside Store tergolong usaha Kecil yang memiliki asset senilai lebih dari Rp 50.000.000,00 dengan memiliki jumlah penjualan di atas Rp 300 juta dan tidak lebih dari Rp 2,5 milyar sesuai dengan ketentuan UUD RI No 20 tahun 2008 [3] tentang Usaha Mikro Kecil dan Menengah pada bab 4 pasal 6 poin 2.

Permasalahan yang sering terjadi pada UMKM adalah masalah pengelolaan keuangan dan non-keuangan yang meliputi sistem manajerial, permodalan, pemanfaatan teknologi informasi, dan pemasaran [4]. Kurangnya kemampuan dalam merencanakan dan mengelola keuangan serta pencatatan transaksi keuangan yang baik dan akurat membuat pelaku UMKM mengalami kesulitan dalam mempertahankan eksistensi usaha jangka Panjang [5,6]. Penggunaan perangkat komputer dalam menjalankan sebuah sistem informasi pengolahan data penjualan dan persediaan barang diharapkan dapat memberikan keuntungan bagi pelaku UMKM [7].

Pemanfaatan teknologi informasi di dalam suatu organisasi perusahaan dapat menyediakan berbagai contoh sukses yang memberikan keuntungan, baik kepada organisasi itu sendiri maupun kepada karyawan yang bekerja. Fokus perhatian kita adalah bahwa penggunaan Sistem Informasi dalam suatu organisasi atau perusahaan merupakan hal yang sangat penting dari pada sekedar menjalankan dan menggunakan produk sistem informasi, akan tetapi juga dapat merubah cara berpikir dan kinerja karyawan [8]. Di Indonesia, kebanyakan pelaku UMKM sudah memiliki komputer, namun sebatas untuk mendukung jenis usaha mereka, seperti mencetak laporan, gambar atau foto, dan mengakses internet [9]. Pemakaian komputer semacam ini masih sebatas cara interaktif dan belum maksimal baik dalam melakukan pencatatan data transaksi maupun proses pelaporannya. Sehingga pelaku atau pemilik UMKM belum mendaptkan informasi yang cepat dan akurat atas laporan hasil usahanya.

Pemakaian komputer sebagaimana pelaku UMKM dijelaskan terdahulu perlu ditingkatkan menjadi lebih maksimal dengan sistem informasi yang ter-otomatisasi terutama dalam mengolah data pembelian, penjualan dan persediaan barang, sehingga peng-inputan data dan pencetakan nota dan laporan lebih cepat. Dengan cara otomatisasi, maka proses penyajian informasi akan memberikan informasi kepada pemilik UMKM mengenai saldo persediaan barang dagangan, laporan penjualan ataupun laporan laba kotor penjualan setiap saat.

Ruang Lingkup Penelitian

Riverside Store Samarinda adalah salah satu pelaku UMKM dalam menjalakan usahanya masih menggunakan cara manual, yaitu dengan mencatat transaksi harian belum menggunakan komputer. Hal ini mengakibatkan lambatnya dalam perhitungan laba atas penjualan, sehingga menghambat dalam pengambilan keputusan. Agar proses pencatatan data transaksi di dapat bekerja dengan baik, maka diperlukan suatu rancangan sistem informasi yang merupakan kombinasi teratur dari *brain*, *hardware, software* dan jaringan komunikasi [10].

Perancangan dan pembangunan suatu aplikasi sistem informasi terpadu menggunakan perangkat yang sudah ada yaitu *Microsoft Excel* akan lebih sesuai dengan kebutuhan pelaku UMKM dan akan memberikan persepsi pemanfaatan kecanggihan teknologi yang berpengaruh terhadap kinerja karyawan. Proses bisnis UMKM seharusnya dilakukan dengan sistem administrasi keuangan yang lebih baik [11]. Sebagai contoh jumlah transkasi penjualan diperlukan sistem pencatatan baik penambahan persediaan barang saat terjadi pembelian maupun pengurangan saat terjadi penjualan. Untuk itu dibutuhkan sistem pencatatan yang cepat dan akurat.

Sehubungan dengan pengembangan sistem informasi UMKM yang berbasis komputer, *software* yang digunakan adalah *Spreadsheet Microsoft Excel.* Dimana dikenal bahwa *software* ini cukup murah dibandingkan dengan sekian banyak alternative pemilihan aplikasi. Aplikasi yang dibuat dengan menggunakan *Macro Microsoft Excel* dimana proses pencatatan administrasi keuangan dapat dilakukan secara otomatisasi menggunakan bahasa *visual basic* atau dikenal dengan nama *Macro Visual Basic for Applicaton* (VBA). Otomatisasi pekerjaan yang dimaksud khususnya pada *Microsoft Excel* dapat dilakukan beberapa cara, yang salah satunya yaitu dengan menggunakan macro. Menurut Sardi [12] menyatakan bahwa "*Macro* adalah kumpulan beberapa perintah dan fungsi yang digabung menjadi sebuah perintah utama untuk menyelesaikan suatu tugas atau pekerjaan secara otomatis". Selanjutnya Sardi [12] bahwa pengertian Visual Basic for Application (VBA) adalah "kombinasi yang terintegrasi antara lingkungan pemrograman (*visual basic editor*) dengan bahasa pemrograan (*visual basic*) yang memudahkan user untuk mendesain dan membangun program *visual basic* dalam aplikasi utama Microsoft Office". Aplikasi yang menggunakan *VBA Excel* secara optimal ini dikenal dengan baik untuk mengolah data pada bidang administrasi persediaan barang (*stock),* penjualan dan pembelian barang , mencetak Nota Penjualan dan mengolah laporan keuangan yang dapat menyiapkan laporan laba usaha [13].

Batasan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan ruang lingkup penelitian di atas, maka penelitian ini dibatasi dengan menganalisa kejadian transkasi pembelian dan penjualan seraca tunai dan merancang sistem penjualan barang dalam suatu aplikasi *spreadsheet Microsoft Office Excel* serta merancang form-form inputan data dan layout output yang diperlukan.

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1) Aplikasi ini merupakan program aplikasi Sistem Informasi Penjualan untuk UMKM unit usaha ritel yang berisi modul master data, transaksi pembelian maupun penjualan barang, dan mencetak nota penjualan, mencetak laporan saldo persediaan barang, laporan pembelian, laporan penjualan dan laba kotor penjualan.
2) Aplikasi Sistem Informasi Penjualan ini masih bersifat *client-server* atau tidak berbasis *web*.
3) Desain perangkat lunak menggunakan *Visual Basic for Application Macro Microsoft Excel* versi 2010 atau versi yang lebih tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan metode kombinasi (*mixed methods*) dengan pendekatan model Sequential Explanatory Disign. Pendekatan ini diawali dengan pengumpulkan informasi dengan metode penelitian kuantitatif pada tahap pertama, dan diikuti pengumpulan dan analisis data kualitatif pada tahap kedua, guna memperkuat hasil penelitian kuantitatif yang dilakukan pada tahap pertama. [14]

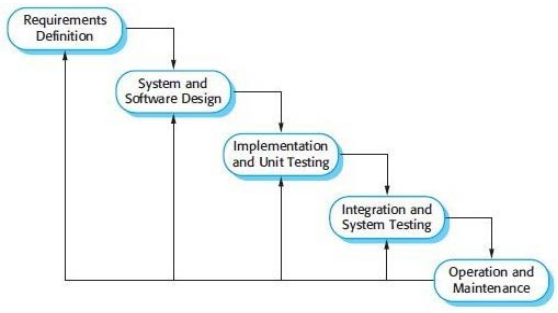
Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan informasi atau data dilakukan agar dapat diperoleh hasil yang akurat dan valid secara maksimal. [15]. Teknik pengumpulan data meliputi: 1) **observasi**, yakni melakukan pengamatan dengan cara mengamati aktivitas transaksi yang sedang berjalan sekaligus

pengambilan data yang diperlukan dalam rangka merancang dan membuat sistem aplikasi penjualan; 2) **wawancara**, yakni melakukan tanya jawab kepada pengelola UMKM Riverside Store Samarinda untuk mendapatkan data mengenai proses bisnis.

Metode Pengembangan Sistem

Motode pengembangan sistem informasi penjualan pada UMKM Riverside Store Samarinda yang digunakan adalah metode *Waterfall* atau juga dinamakan sebagai siklus hidup klasik (*classic life cycle*), dimana metode ini menggambarkan pendekatan secara sistematis yang cocok pada pengembangan sistem informasi berbasis komputer berupa perangkat lunak. Cara desain metode ini dimulai dengan spesifikasi kebutuhan pengguna, lalu berlanjut melalui tahapan perencanaan (*planning*), pemodelan (*modeling*), konstruksi (*construction*), serta penyerahan sistem ke pada pengguna (*deveployment*), yang diakhiri dengan dukungan pada perangkat lunak lengkap yang dihasilkan [16]. Tahapan metode *Waterfall* dapat dilihat pada gambar-1.



Gambar 1. Metode Waterfall

Metode *Waterfall* dalam pengembangan-nya memiliki tahapan yang berurut Bassil [17] yaitu: a) *Requirement Definition*. Tahap ini pengembang sistem diperlukan komunikasi yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak yang diharapkan oleh pengguna. Informasi yang diperoleh dari hasil wawancara kemudian dianalisis untuk mendapatkan data yang dibutuhkan oleh pengguna; b*) Software and Software Design.* Jenis kebutuhan dari fase (a) dipelajari untuk menentukan perangkat keras (*hardware)* dan sistem persyaratan lainnya guna menentukan pendefinisian arsitektur sistem secara keseleruhan; c) *Implementation and Unit Testing*. Pada tahap ini desain program diterjemahkan ke dalam kode-kode bahasa pemograman yang sudah ditentukan. Program yang dibangun langsung dikembangan dan diuji untuk sebagai unit testing; d) *Integration and System Testing.* Penyatuan unit-unit yang dikembangkan dalam tahap implementasi diintegrasikan ke dalam sistem setelah pengujian yang dilakukan masing masing unit untuk mengecek setiap kegagalan yang terjadi; e) *Operation and Maintenance.* Mengoperasikan program aplikasi yang sudah jadi, dijalankan serta dilakukan pemeliharaan sampai aplikasi benar-benar dapat digunakan.

Desain Alur Program Aplikasi

Alur rancangan program aplikasi sistem informasi penjualan terdiri dari *Data Flow Diagram* (DFD) Level 0, *Data Flow Diagram* (DFD) Level 1, *Data Flow Diagram (DFD)* Level 2, dan *Entity Relationship Diagaram (ERD).*

Penulisan Program

1) Menu *Tools* khususnya *macro* yang digunakan untuk melakukan perekaman perinta h-perintah yang telah dirancang sesuai dengan keinginan.
2) Pemformatan perintah yang digunakan yaitu *font, border, drawing, alignment.*

Perintah Program Macro Microsoft Excel

Perintah yang terdapat dalam *Macro Excel* yang terdiri dari:

1) *Input Box,* digunakan untuk memasukkan informasi tertentu ke dalam suatu sel atau suatu variabel, dan tampilannya hanya dapat dimunculkan satu persatu.
2) *UserForm*, digunakan untuk membuat dan mendesain form-form yang berupa kotak dialog agar para pemakai dapat berinteraksi melalui tampilan form-form.
3) *Properties*, berfungsi untuk menampilkan berbagai macam *property* yang melekat pada sebuah objek.
4) *MsgBox* (pesan, tombol, judul, bantuan, konteks) digunakan untuk menampilkan pesan pilihan pada *user* untuk melanjutkan atau membatalkan proses, menampilkan pesan terjadinya kesalahan pada program, serta menampilkan pesan sudah selesainya suatu program dan menempilkan pesan setuju atau tidaknya data untuk dihapus.
5) *Data Filter*, digunakan untuk memposting atau menjabarkan data sesuai dengan kriteria yang telah dimasukkan atau diperintahkan.
6) *Range ("sel").Select*, maksudnya untuk memilih sel.
7) *Range ("sheet").Select*, maksudnya perintah untuk memilih sel yang aktif.
8) *Active*, maksudnya mengaktifkan suatu objek.

9) *Active Offset(1,0).Select,* maksudnya adalah turun satu baris pada kolom yang sama.
10) *Active Offset(0,1).Select,* maksudnya adalah berpindah satu kolom ke kanan.
11) *Select,* memilih suatu objek.
12) *Selection.end(xlDown).Select,* untuk pengi-sian kebawah akhir data.
13) *Hide,* maksudnya untuk menyembunyikan objek.
14) *Show,* maksudnya untuk menampilkan objek.

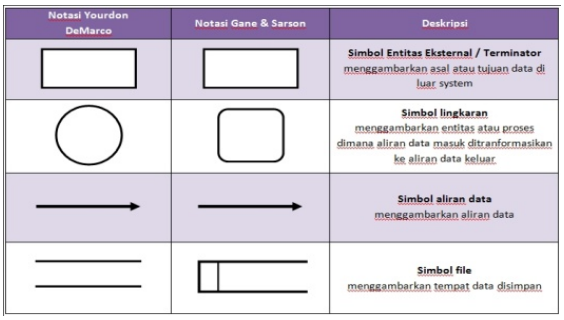
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan kegiatan dalam merancang aplikasi system informasi penjualan pada UMKM River Store Samarinda adalah sebagai berikut:

1. ***Requirement Defintinition.*** Pada tahap ini, penulis melakukan analisa kebutuhan sistem dan diperoleh data berupa: 1) master data barang (*stock*); 2) transaksi pembelian (*Purchase)* dan 3) transaksi penjualan (*Sales)*.

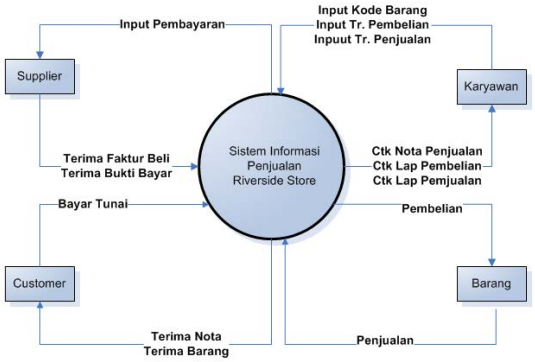
2 S***ystem dan Software.*** Pada tahap ini, penulis menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD) sebagai perangkat analisis dan perancangan terstruktur yang memungkinkan penganalisis sistem memahami sistem dan sub sistem secara visual sebagai salah satu rangkaian aliran data yang saling berkaitan. DFD adalah sebuah teknis grafis dengan model logika yang menggambarkan aliran informasi dari mana asal data, dan kemana tujuan data yang keluar dari sistem informasi, selanjutnya dimana data disimpan, proses apa yang menghasilkan data tersebut, dan interaksi antara data yang disimpan [18].

Perancangan gambar DFD dapat dilakukan dengan berpedoman kepada langkah-langkah berikut Jogiyanto [19]: a) identifikasi external entity; b) identifikasi semua input dan output yang terlibat dengan kesatuan luar; c) gambarlah terlebih dahulu suatu diagram konteks (*context diagram*); d) gambarlah bagan berjenjang (*hierarchy chart*). Untuk mempersiapkan penggambaran DFD ke level-level lebih bawah lagi; e) gambarlah sketsa DFD untuk overview diagram (level 0); f) gambarlah DFD untuk level-level berikutnya (1,2, dst); dan g) gambarlah DFD gabungan semua level.

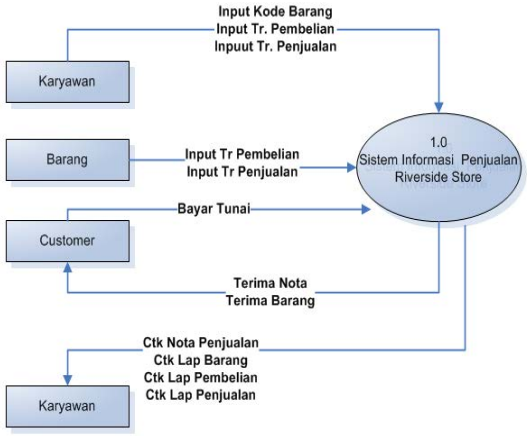


Gambar 2 : Simbol DFD

Langkah berikut adalah menentukan input/output data untuk masing-masing external entity untuk DFD pada Riverside Store Samarinda, yaitu: *Supplier*, Karyawan, *Customer* dan Barang. Kemudian digambarkan konteks diagram level 0,1 dan 2 berikut:

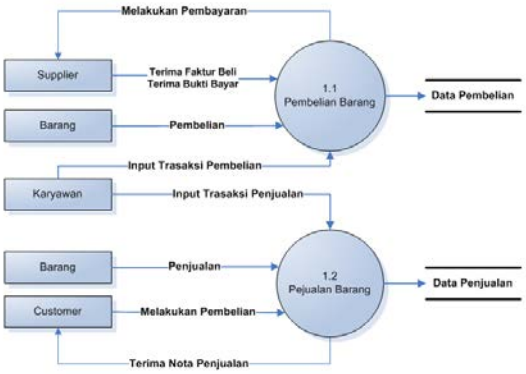


Gambar 3: DFD Sistem Informasi Penjualan Riverside Store (Level 0)



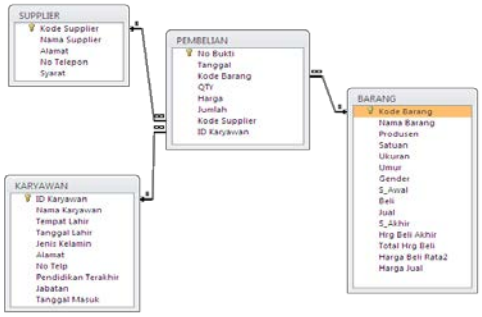
Gambar 4: DFD Toko Riversid Store (Level 1)

Data Model digunakan untuk menggambar-kan alur database yang akan terbentuk dalam perancangan Sistem Informasi Penjualan (*Point Of sale)*.

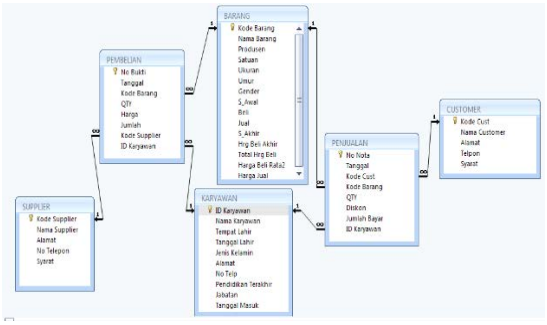


Gambar 5: DFD Penjualan Toko Riverside Store (Level 2)

Entity Relational Diagram (ERD) adalah salah satu alat untuk menganalisis perancangan yang menggambarkan relasi antara data store yang ada dalam diagram arus [20] pada UMKM Riverside Store Samarinda berikut ini.



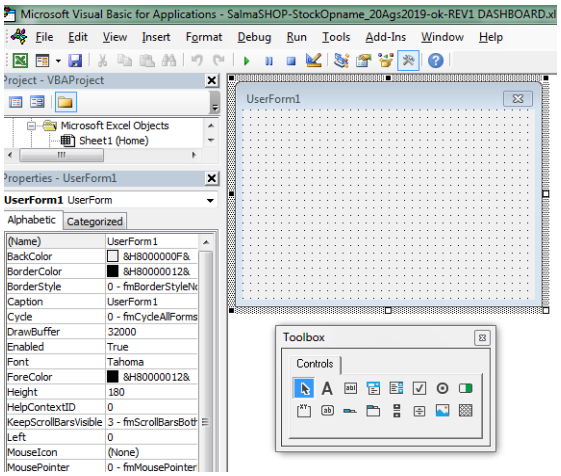
Gambar 6: ERD Pembelian



Gambar 7: ERD Penjualan

3. Implementation and Unit Testing. Tahapan implementation dimana dilakukan disain perangkat lunak menggunakan *Macro Microsoft Office*, yaitu dengan *Record Macro* dan desain form dengan fasilitas *UserForm.*

a. UserForm. *UserForm* adalah fasilitas yang disediakan di dalam aplikasi *Microsoft Visual Basci for Application Excel* yang dalam bentuk form untuk menggambar bentuk tampilan dan imputan data.



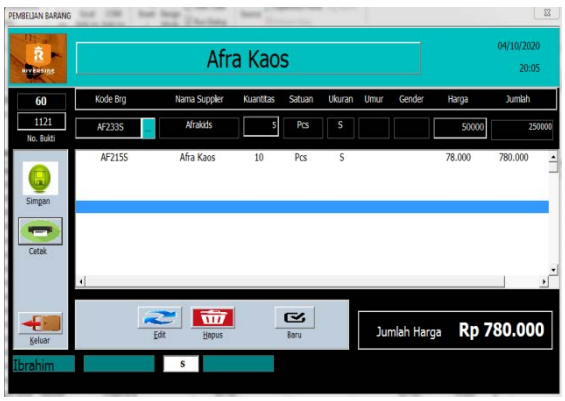
Gambar 8: UserForm

b. DashBoard. Desain *Dash Board* melalui *UserForm* adalah tampilan menu utama aplikasi.



Gambar 9: Desain Dash Board

b. Form Pembelian. Desain Form Pembelian melalui *UserForm* adalah tampilan Form inputan data pembelian barang dari supplier.



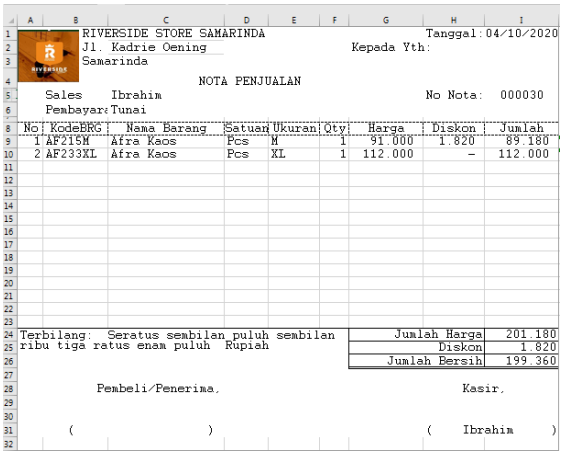
Gambar 10: Form Pembelian

d. Form Penjualan. Desain Form Penjualan melalui *UserForm* adalah tampilan Form inputan data penjualan kepada customer.



Gambar 11: Form Penjualan

e. Desain Nota Penjualan. Setiap pelangan akan mendapat print out Nota penjualan.



Gambar 12: Nota Penjualan

f. Code Macro pada tombol Proses dalam Form Penjualan. Bahasa pemograman yang digunakan adalah Macro Visual Basic for Application. Sebagai bagian code macro dapat ditampilkan dalam Tabel-1.

Tabel 1. Code Macro

```
Private Sub PROSES_Click()

If Val(LB_JmlStock) = 0 Or LB_JmlStock =
     "" Then
  MsgBox "Saldo Stock sudah Habis"
  Else

'1. Salin data ke sheet Penjualan

   Sheets("TranJual").Select

   If TB_BarCode = "" Or TB_QTY = "" Or
    TB_Harga = "" Then
      MsgBox "Data Belum Lengkap!!!"
      Else
      Range("A1").Select
      Selection.End(xlDown).Select
      ActiveCell.Offset(1, 0).Select

      ActiveCell.Offset(0, 0) = LB_NoTran
      ActiveCell.Offset(0, 1) = TB_Nota
      ActiveCell.Offset(0, 2) =
   DateValue(TB_Tgl)
       ActiveCell.Offset(0, 3) =
   TB_NamaCust


      ActiveCell.Offset(0, 4) = TB_BarCode
      ActiveCell.Offset(0, 5) = LB_NaBRG
      ActiveCell.Offset(0, 6) =
   Val(TB_QTY)
      ActiveCell.Offset(0, 7) = LB_Satuan
      ActiveCell.Offset(0, 8) = LB_Ukuran
      ActiveCell.Offset(0, 9) = LB_Umur
      ActiveCell.Offset(0, 10) = LB_Gender
      ActiveCell.Offset(0, 11) =
   Val(TB_Harga)
      ActiveCell.Offset(0, 12) =
   Val(TB_Diskon)
      ActiveCell.Offset(0, 13) =
   Val(LB_Jml)
       ActiveCell.Offset(0, 14) = LB_Kasir
      ActiveCell.Offset(0, 15) =
   Val(LB_HPP)
      ActiveCell.Offset(0, 16).Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-3]-
   RC[-1]"
      Selection.Copy
      Selection.PasteSpecial
   Paste:=xlPasteValues

      ActiveCell.Offset(0, 1) = TB_Titipan
      ActiveCell.Offset(0, 2) = LB_KodTitip
      ActiveCell.Offset(0, 3) =
   TB_NoMember

   End If


'2. Filter data ke Nota

Sheets("F_Jual").Select

Range("N2") = TB_Nota
Range("I1") = TB_Tgl
Range("C5") = LB_Kasir
Range("O2") = LB_Jam
Range("G3") = TB_NamaCust
If LB_TF = "TF" Then
  Range("C6") = "Transfer Bank"
  Else
```

```
   Range("C6") = "Tunai"
End If

    Sheets("TranJual").Range("A4:U400000").
    AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy,
 CriteriaRange:=Range("N1:N2"),
    CopyToRange:=Range("B8:J23"),
    Unique:= False

   Range("A7").Select
   Selection.End(xlDown).Select

   If ActiveCell.Offset(0, 0) = "No" Then
      ActiveCell.Offset(1, 0).Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[-
     1]C=""No"",1,R[-1]C+1)"
      Else

      ActiveCell.Offset(1, 0).Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(R[-
     1]C=""No"",1,R[-1]C+1)"
   End If

TB_JumlahTotal = Range("I24").Value
LB_JumlahHarga = Val(TB_JumlahTotal) +
    Range("L1").Value

LB_DiskonBayar = Range("I25").Value
LB_JumlahBayar = Val(LB_JumlahHarga) -
    Val(LB_DiskonBayar)

LB_TOTAL = Val(LB_JumlahBayar)
LB_TOTAL.Caption = Format(LB_TOTAL,
    "Rp #,###")

TB_QTY = 1

'3. Update Stock

Sheets("Barang").Select
Set fc =
    (Worksheets("Barang").Columns("D").Fin
    d(what:=TB_BarCode, MatchCase:=True,
    Lookat:=xlWhole))

   If fc Is Nothing Then

    Else
      Range(fc.Address).Select
      ActiveCell.Offset(0, 9).Select
      ActiveCell = ActiveCell + Val(TB_QTY)
      ActiveCell.Offset(0, 3).Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-
     5]+RC[-4]-RC[-3]-RC[-2]-RC[-1]"
      Selection.Copy
      Selection.PasteSpecial
     Paste:=xlPasteValues
   End If
End If

TB_KodAngg = ""
TB_BarCode = ""
TB_Titipan = ""
TB_BarCode.SetFocus
LB_NoTran = NORUT
LB_TF = ""

FrameCust.Visible = False
ActiveWorkbook.Save

End Sub
```

4. *Integration and System testing.* Penyatuan unit-unit yang dikembangkan dalam tahap implementasi diintegrasikan ke dalam sistem Menu Utama program.

5. *Analisis Pemanfaatan Aplikasi Sistem Informasi Penjualan pada Riverside Store Samarinda.* Dari sisi pelaku usaha UMKM Riverside Store Samarinda, setelah dilakukan pemasangan dan langsung digunakan dalam proses pencatatan transaksi pembelian dan penjualan, maka dapat disimpulkan perbandingan antara cara manual (CM) dengan cara komputerisasi (CK) sistem informasi penjualan pada UMKM Riverside Store Samarinda pada Table-2.

Dari analisa perbandingan antara cara manual dengan cara komputerisasi sistem penjualan di atas, maka sistem komputerisasi dengan mengggunakan aplikasi macro excel pada UMKM Riverside Store Samarinda sangat layak digunakan karena akan memberikan informasi yang cepat dan akurat atas proses pengolahan data transaksi keuangan. Dengan kata lain, dapat menghemat waktu, tenaga dan biaya.

Tabel 2. Analisis Pemanfaatan

Uraian Kerja	Cara Manual (CM)	Cara Komputerisasi (CK)	Keterangan
Mencatat Pembelian Barang	Nota pembelian dikumpulkan selama sebulan kemudian direkap.	Setiap penerimaan Nota/Faktur Pembelian langsung dicatat dengan menggunakan barcode barang.	Sistem CK lebih cepat dalam mencatat mutasi barang, harga pokok dan laporan pembelian harian dibandingkan dengan sistem CM.
Mencatat Penjualan Barang	Mencatat penjualan dengan menulis item ke dalam Nota dan penjumlahan menggunakan kalkulator kemudian ke dalam buku Kas Harian. Rekap secara bulanan	Entri data penjualan langsung ke sistem Point Of Sale hanya dengan menscan barcode barang maka secara langsung nama dan harga barang ditampilkan dan langsung dicetak. Rekap harian.	Ada dua cara pencatatan sistem CM, yaitu Nota dan Rekap Penjualan, sedangkan sistem CK hanya satu kali maka semua data penjualan harian direkam sekaligus menghitung laba kotor dan update saldo kuantitas barang

SIMPULAN

1. Dengan menggunakan system penyimpanan database pada sistem informasi penjualan dapat memudahkan proses pengolahan data trasansaksi penjualan.

2. Rancangan pembuatan sistem informasi penjualan pada UMKM Riverside Store Samarinda mengggunakan *macro microsoft excel* dengan sistem otomatisasi memberikan kemudahan bagi pelaku UMKM unit usaha ritel sejenis dalam penginputan data transaksi yang sifatnya berulang-ulang seperti pembelian dan penjualan barang.

SARAN

Saran yang dapat dikemukakan dari hasil penelitian ini adalah bahwa dalam pembuatan aplikasi dan implementasi sistem komputerisasi pada UMKM Riverside Store Samarinda memerlukan SDM yang mampu bekerja dengan *Microsoft Excel* dan pengetahuan akuntansi dengan dilengkapai peralatan komputer dan printer.

UACAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Poiteknik Negeri Samarinda yang telah mendanai penelitian ini mealui DIPA 023.2.677612/2020 Tanggal 27 Desember 2019, dengan berdasarkan SK Direktur Politeknik Negeri Samarinda No. 939/PL7/LT/2020 tentang Penunjukan Penerima Dana Penelitian Skema Penelitian Prototipe Industri Bagi Dosen Politeknik Negeri Samarinda Tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kemenkop dan UMKM. *3,79 Juta UMKM Sudah Go Online* Sumber: https://www.cnnindonesia.com/ekonomi201711151610 37-78-255819/ kemenkop-ukm-379-juta-umkm-sudah-go-online/ (2019). Diakses 10/07/20.

[2] Disperindagkop & UMKM Kaltim, *Bisnis.com 13 November 2019*, https://kalimantan.bisnis.com/read/20191113/408/1170049/legalitas-izin-usaha-bantu-pertumbuhan-ukm-kaltim (2019). Diunggah: 10 Pebruari 2020

[3] Republik Indonesia. UU RI No 20 Tahun 2008 Tentang *Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah*. Sekretariat Negara. Jakarta (2008)

[4] Sudaryanto, Ragimun, dan Wijayanti "Strategi Pemberdayaan UMKM Menghadapi Pasar Bebas Asean", *Pusat Kebijakan Ekonomi Makro, Badan Kebijakan Fiskal, Kementerian Keuangan* (2014)

[5] I.Y. Niode. Sektor UMKM di Indonesia: Profil, Masalah dan Strategi Pemberdayaan, *Jurnal Kajian Ekonomi dan Bisnis OIKOS-NOMOS*. Vol. 2, No. 1/ Januari 2009. ISSN 1979-1607. LPPEB FIS – UNG (2009)

[6] I.P.A. Dharmaadi dan D.P Githa. *Perancangan Aplikasi Private Mobile Cash Register Untuk Memantau Penjualan UMKM*. SESINDO (2016)

[7] H. Anwar. "Sistem Informasi Sederhana Menggunakan Spreadsheet dan Macro Untuk Usaha Mikro Informal", *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS*). ISBN: 978-602-52720-1-1, (2019):851–855

[8] Y.K Dwived, D. Wastell, S.Laumer, H.Z. Henriksen, M.D Myers, D. Bunker,. A. Elbanna, M.N. Ravishankar and S.C. Srivastava "Research on information systems failures and successes: Status update and future directions*," Inf. Syst. Front., vol. 17, no. 1*, (2015): 143–157

[9] W. Khristianto "Penggunaan Teknologi Informasi di Usaha Kecil dan Menengah", *Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat* (2012): 282–293

[10] V.M. Kandouw "Evaluasi Sistem Informasi Akuntansi Penerimaan Kas Pada PT Catur Sentosa Adiprana Cabang Manado", *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi, Vol.1 No.3* (2013)

[11] Yakub. Pengantar Sistem Informasi, *Penerbit Graha Ilmu*, Yogyakarta (2012)

[12] I. Sardi. *Pemograman VBA pada Microsoft Excel 2007 untuk Otomatisasi Pekerjaan*. Exex Media Komputindo. Jakarta (2010).

[13] I. Musa "Aplikasi Sistem Informasi Terpadu Berbasis Macro Microsoft Excel pada UKM Salma Samarinda", *Prosiding pada SENTRINOV 5*, (2019): 1720-1727

[14] Sugiyono. *Metode Penelitian Manajemen*. CV. ALFABETA. Bandung (2013)

[15] O.B. Prakoso, "Perancangan Sistem Koperasi Simpan Pinjam Berbasis Client Server (Studi Kasus: Kantor Pos Cirebon)". *Thesis, Universitas Teknologi Yogyakarta*. (2017). Diunggah dari http://eprints.uty.ac.id/756/. Tgl.30 Juni 2020.

[16] R.S. Pressman. *Rekayasa Perangkat Lunak (Pendekatan Praktisi)*, (Ed.7): Buku 1, Andi Offset, Yogyakarta (2012)

[17] Y. Bassil, "A Simulation Model for the Waterfall Software Development Life Cycle". *International Journal of Engineering and Technology (iJET). ISSN: 2049-3444, Vol. 2 No. 5, May*, (2012):742-749.

[18] A. Kristanto, *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya* (Edisi Revisi), Gava Media, Yogyakarta (2008)

[19] Jogiyanto, *Analisis dan Desain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis*, Anda, Yogyakarta (2005)

[20] A. A. Permana. "Rancangan Sistem Informasi Simpan Pinjam Pada Koperasi Guru Dan Pegawai SMP Negeri 45 Jakarta". *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi – Vol.8 No 1*, (2016):51-58.

P-51

PENGUKURAN DAN ANALISA QUALITY OF SERVICE (QOS) JARINGAN INTERNET DI GEDUNG TERPADU POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF THE INTERNET NETWORK QUALITY OF SERVICE (QOS) IN GEDUNG TERPADU POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN

Maria Ulfah[1*], Andi Sri Irtawaty [2]
[1,2] Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Negeri Balikpapan, Balikpapan
[*]E-mail: maria.ulfah@poltekba.ac.id

Diterima 04-10-2020	Diperbaiki 11-10-2020	Disetujui 11-10-2020

ABSTRAK

Gedung Terpadu (GT) merupakan Gedung perkuliahan yang digunakan secara bersama-sama oleh berbagai jurusan di Politeknik Negeri Balikpapan (Poltekba) untuk melaksanakan kegiatan perkuliahan. Seiring dengan pertambahan jumlah pengguna jaringan Internet terutama peningkatan jumlah mahasiswa di Gedung Terpadu sering membuat pengguna (user) tidak dapat menggunakan akses internet secara maksimal. Hal di atas mendasari peneliti untuk melakukan penelitian untuk melakukan pengukuran Quality of Service (QoS) yang ada di Gedung Terpadu dan menganalisa tingkat QoS yang ada berdasarkan standar TIPHON dengan parameter bandwidth, packet loss dan delay. Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif yang dimulai dari identifikasi masalah, studi literature, proses perancangan (kebutuhan perangkat keras dan software), penentuan parameter pengukuran), dilanjutkan dengan fase empiric yakni pengambilan data penelitian (pengukuran QoS) pada setiap access point yang ada. Dari hasil pengkuran didapatkan nilai rata-rata bandwidth dari tiap access point yang ada memiliki nilai minimum 42,115 bps pada acess point 1 lantai 1 dan nilai maksimum sebesar 65, 956 bps pada acess point 1 lantai 1.Secara keseluruhan rata-rata 9 access point di Gedung Terpadu adalah sebesar 61.835 bps.Nilai rata-rata parameter packet loss dari tiap access point termasuk dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON dengan rata- rata 0,24 %. Nilai rata-rata parameter delay dari tiap acess point termasuk dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON dengan rata- rata 0 %

Kata kunci:TIPHON, QoS, Bandwidth, Delay, Packet Loss

ABSTRACT

Gedung terpadu (GT) is a lecture building that is used by various departments at the Politeknik Negeri Balikpapan (Poltekba) to do lecture activities. Along with the increase in the number of Internet network users, especially the increase in the number of students in GT, it often makes users unable to use internet access optimally. This underlies researchers to conduct research to measure the Quality of Service (QoS) in the GTMand analyze the existing QoS levels based on the TIPHON standard with parameters of bandwidth, packet loss and delay. This research was conducted with quantitative research methods starting from problem identification, literature study, design process (hardware and software requirements), determination of measurement parameters), followed by an empirical phase at each existing access point. From the results of the measurement, the average bandwidth value of each existing access point has a minimum value of 42,115 bps on the 1st floor AP and a maximum value of 65,956 bps on the 1st floor AP 1. An average of 9 access points is 61,835 bps. The average value of packet loss parameters from each access point is in the very good category according to the TIPHON standard with an average of 0.24%. The average value of the delay parameter from each access point is in the very good category according to the TIPHON standard with an average of 0%

Keywords: TIPHON, QoS, Bandwidth, Delay, Packet Loss

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi wireless semakin pesat, salah satunya adalah *Wireless Local Access Network (WLAN)* yang merupakan teknologi wireless yang mengacu pada standar IEEE 802.11 yang dapat digunakan oleh *user* (pengguna) untuk mendapatkan akses Internet. Teknologi ini memiliki kelebihan dengan memberikan fleksibilitas kepada *user,* sehinggga dapat berpindah-pindah tempat dengan tetap mendapatkan akses Internet. Politeknik Negeri Balikpapan merupakan Perguruan Tinggi Negeri Vokasi di Balikpapan yang memiliki Gedung perkuliahan terpadu (GT) yang digunakan oleh berbagai jurusan yang ada untuk melaksanakan kegiatan perkuliahan. Untuk mendukung kegiatan pembelajaran, Gedung terpadu dilengkapi dan difasilitasi jaringan Internet yang digunakan oleh mahasiswa, dosen dan karyawan dengan 9 access point yang tersebar pada titik-titik tertentu.

Seiring dengan pertambahan jumlah pengguna jaringan Internet di Gedung Terpadu sering membuat pengguna (user) tidak dapat menggunakannya secara maksimal seperti akses internet tidak stabil bahkan lambat apabila ada banyak pengguna mengakses access point point yang sama pada saat bersamaan, kesulitan terkoneksi ke jaringan Internet di Gedung Terpadu, hal -hal ini tentunya dapat menghambat proses perkuliahan dan aktifitas perkantoran

Beberapa penelitian -penelitian yang terkait dengan tema penelitian yang diusulkan peneliti antara lain [1] dengan judul Analisis QoS jaringan wireless sukanet WiFi di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, [2] dengan judul Monitoring dan analisis QoS jaringan Internet pada Gedung KPA Polsri dengan metode *drive test.* Selanjutnya [3] Analisis (QoS) Jaringan WLAN Network di Fakultas Teknik UNY serta [4] Analisa Parameter QoS dan RMC jaringan internet Di politeknik negeri sriwijaya.

Kelancaran akses Internet sangat penting dan vital dalam menunjang keefektifan proses perkuliahan dan kegiatan administrasi perkantoran di era digital saat ini. Untuk dapat menjaga kualitas kinerja atau Quality of Service pada jaringan Internet di Gedung terpadu (GT) Politeknik Negeri Balikpapan dalam peforma yang baik untuk memberikan kenyamanan akses internet bagi pengguna (mahasiswa, dosen dan karyawan) perlu dilakukan monitoring dan analisis Quality of service jaringan Internet di Gedung terpadu (GT) secara berkala untuk dapat menunjang layanan perkuliahan dan administrasi berbasis ICT. Sehingga penulis melakukan Pengukuran dan Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Di Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan.

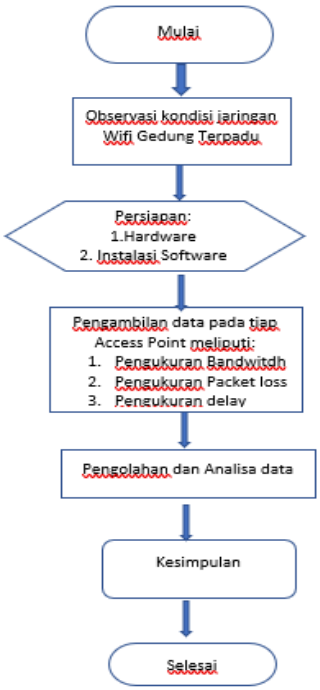
METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif. Tahapan dalam penelitian ini meliputi :

1. Tahap 1, fase konseptual
   Meliputi identifikasi masalah, studi literature menelusuri teori-teori yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti
2. Tahap 2, fase perancangan
   Mendeskripsikan proses yang akan dilakukan dalam pelaksanaan penelitian, merancang kebutuhan perangkat keras dan lunak, serta penentuan parameter-parameter yang akan diukur .
3. Tahap 3, fase empirik
   Melakukan pengumpulan data dengan cara pengukuran langsung di Gedung Terpadu Poltekba, dengan parameter yang diukur adalah Bandwidth, delay dan packet loss untuk setiap access point
4. Tahap 4, fase analitik
   Data yang telah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis serta dilakukan evaluasi untuk menemukan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan
   a) Menghitung nilai parameter bandwith [5], delay [6], dan packet loss [7] yang telah diperoleh tiap access point
   b) Mengevaluasi nilai parameter bandwith, delay, dan packet loss yang telah dihitung terhadap standar TIPHON.
   c) Menyimpulkan Quality of Service (QoS) jaringan internet di Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan
5. Tahap 5, fase diseminasi

Kegiatan pembuatan laporan hasil penelitian agar hasil penelitian dapat dibaca, dimengerti dan dipahami oleh pembaca

Berikut diagram alir dari penelitian yang akan dilakukan seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik bagi pengguna (*user*) untuk mendapatkan perfomansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan. [8]

Delay merupakan waktu yang dipakai oleh data atau informasi saat dikirim sampai data atau informasi tersebut diterima.. Jika nilai delay besar maka ada indikasi bahwa jaringan yang dipakai sedang mengalami gangguan atau terjadinya peningkatan pengguna, sehingga harus dilakukan pencegahan agar tidak tejadi overload [9].

Tabel 1. Standarisasi delay versi TIPHON [10], [11]

Kategori Latency	Besar Delay (ms)
Sangat Bagus	< 150
Bagus	150 s/d 300
Sedang	300 s/d 450
Jelek	>450

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan. Hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan. [12]

Tabel 2. Standarisasi Packet Loss versi TIPHON [10], [11]

Kategori Degradasi	Packet Loss (%)
Sangat Bagus	0
Bagus	3
Sedang	15
Jelek	25

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dari penelitian jaringan internet di Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan dengan menggunakan Software Axence netTools 5 yang dilaksanakan pada tanggal 09 Juli -16 Juli 2020.

1. Hasil Monitoring Acces Point 1 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Software Axence netTools 5* dari waktu 09.00 – 09.15 Wita

a. *Bandwidth*

Dari hasil monitoring *bandwidth* didapatkan data seperti tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengukuran Bandwidth AP 1 Lantai 1

No	Tanggal	Bandwidth (bps)		
		Min	Max	Average
1	9 Juli	4. 911	95. 627	43.492
2	10 Juli	4. 592	91 031	61. 369
3	14 Juli	9. 888	76 480	82. 674
4	15 Juli	7. 227	93 084	66. 714
5	16 Juli	8. 327	70 269	64. 830
	Avarage			63.815

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai minimum, maksimum dan average (rata-rata) dari *bandwidth* pada AP 1 dan untuk rata-rata nilai *bandwidth* secara keseluruhan adalah 63.815 bps

b. *Packet Loss*

Berikut hasil pemgukuran *packet loss* untuk AP1 Lantai 1 seperti pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Pengukuran *Packet Loss* AP 1 Lantai 1

No	Tgl	Packet Loss			Kategori
		Sent	Lost	Lost (%)	
1	9 Juli	770	81	11	Bagus
2	10 Juli	817	0	0	Sangat Bagus
3	14 Juli	758	0	0	Sangat Bagus
4	15 Juli	830	0	0	Sangat Bagus
5	16 Juli	780	0	0	Sangat Bagus
	Avarage			2.2	Sangat Bagus

Setelah dihitung rata-rata keseluruhan, persentase *packet loss* pada Access Point Acces Point 1 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan sebesar 2,2 % sehingga termasuk dalam kategori sangat bagus.

c. *Delay*

Berikut hasil pemgukuran *delay* untuk AP1 Lantai 1 seperti pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Pengukuran Delay AP 1 Lantai 1

No	Tgl	Delay			Kategori
		Min	Max	Average	
1	9 Juli	0	3	0	Sangat Bagus
2	10 Juli	0	9	0	Sangat Bagus
3	14 Juli	0	3	0	Sangat Bagus
4	15 Juli	0	8	0	Sangat Bagus
5	16 Juli	0	8	0	Sangat Bagus
	Avarage			0	Sangat Bagus

Setelah dihitung rata-rata keseluruhan, rata-rata *delay* pada *Access Point* I Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan sebesar 0 ms sehingga termasuk dalam kategori sangat bagus.

2. Hasil Monitoring Acces Point 2 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Software Axence netTools 5* dari waktu 09.15 – 09.30 Wita.

a.*Bandwidth*

Dari hasil monitoring *bandwidth* didapatkan data seperti tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Pengukuran *Bandwidth* AP 2 Lantai 1

No	Tanggal	Bandwidth (bps)		
		Min	Max	Average
1	9 Juli	3 773	64 151	47 397
2	10 Juli	4 595	63 499	64 949
3	14 Juli	8 360	98 727	69 471
4	15 Juli	6 257	94 965	67 389
5	16 Juli	5 182	90 522	62 132
	Avarage			62 267

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai minimum, maksimum dan *averag*e (rata-rata) dari *bandwidth* pada AP 2 dan untuk rata-rata nilai *bandwidth* secara keseluruhan adalah 62.267 bps

b. *Packet Loss*

Berikut hasil pemgukuran *packet loss* untuk AP2 Lantai 1 seperti pada tabel berikut:

Tabel 7. Hasil Pengukuran *Packet Loss* AP 2 Lantai 1

No	Tgl	Packet Loss			Kategori
		Sent	Lost	Lost (%)	
1	9 Juli	978	0	0	Sangat Bagus
2	10 Juli	868	0	0	Sangat Bagus
3	14 Juli	759	0	0	Sangat Bagus
4	15 Juli	1003	1	0	Sangat Bagus
5	16 Juli	888	0	0	Sangat Bagus
	Avarage			0	Sangat Bagus

Setelah dihitung rata-rata keseluruhan, persentase *packet loss* pada *Access Point* 2 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan sebesar 0 % sehingga termasuk dalam kategori sangat bagus.

c. *Delay*

Berikut hasil pengukuran *delay* untuk AP 2 Lantai 1 seperti pada tabel berikut:

Tabel 8. Hasil Pengukuran *Delay* AP 2 Lantai 1

No	Tgl	Delay			Kategori
		Min	Max	Average	
1	9 Juli	0	5	0	Sangat Bagus
2	10 Juli	0	2	0	Sangat Bagus
3	14 Juli	0	8	0	Sangat Bagus
4	15 Juli	0	3	0	Sangat Bagus
5	16 Juli	0	19	0	Sangat Bagus
	Avarage			0	Sangat Bagus

Setelah dihitung rata-rata keseluruhan, rata-rata *delay* pada *Access Point* 2 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan sebesar 0 ms sehingga termasuk dalam kategori sangat bagus.

3. Hasil Monitoring Acces Point 3 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Software Axence netTools 5* dari waktu 09.30 – 09.45 Wita

a.*Bandwidth*

Dari hasil monitoring *bandwidth* didapatkan data seperti tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Pengukuran *Bandwidth* AP 3 Lantai 1

No	Tanggal	Bandwidth (bps)		
		Min	Max	Average
1	9 Juli	4 423	65 463	61 635
2	10 Juli	8 430	97 440	67 486
3	14 Juli	8 031	66 201	70 672
4	15 Juli	8 894	99 361	61 773
5	16 Juli	1 770	89 745	61 220
	Avarage			64.557

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai minimum, maksimum dan *average* (rata-rata) dari *bandwidth* pada AP 3 dan untuk rata-rata nilai *bandwidth* secara keseluruhan adalah 64.557 bps

b. *Packet Loss*

Berikut hasil pemgukuran *packet loss* untuk AP 3 Lantai 1 seperti pada tabel berikut:

Tabel 10. Hasil Pengukuran *Packet Loss* AP 3 Lantai 1

No	Tgl	Packet Loss			Kategori
		Sent	Lost	Lost (%)	
1	9 Juli	956	0	0	Sangat Bagus
2	10 Juli	878	0	0	Sangat Bagus
3	14 Juli	620	0	0	Sangat Bagus
4	15 Juli	926	0	0	Sangat Bagus
5	16 Juli	920	0	0	Sangat Bagus
	Avarage			0	Sangat Bagus

Setelah dihitung rata-rata keseluruhan, persentase packet loss pada Access Point Acces Point 3 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan sebesar 0 % sehingga termasuk dalam kategori sangat bagus

c. *Delay*

Berikut hasil pengukuran delay untuk AP 3 Lantai 1 seperti pada tabel berikut:

Tabel 11. Hasil Pengukuran *Delay* AP 3 Lantai 1

No	Tgl	Delay			Kategori
		Min	Max	Average	
1	9 Juli	0	7	0	Sangat Bagus
2	10 Juli	0	3	0	Sangat Bagus
3	14 Juli	0	2	0	Sangat Bagus
4	15 Juli	0	3	0	Sangat Bagus
5	16 Juli	0	6	0	Sangat Bagus
	Avarage			0	Sangat Bagus

Setelah dihitung rata-rata keseluruhan, rata-rata *delay* pada Access Point 3 Lantai 1 Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan sebesar 0 ms sehingga termasuk dalam kategori sangat bagus.

Untuk pengukuran *access point* lainnya yang berada Lantai 2 dan 3 dilakukan dengan cara dan waktu pengukuran yang sama. Berikut hasil pengukuran secara keseluruhan rata-rata tiap *access point* yang ada di Gedung Terpadu berdasarkan parameter yang diukur

Tabel 12. Hasil Rata – rata *Bandwidth* AP di Gedung Terpadu Poltekba

No	Identitas AP	Nilai Rata-Rata *Bandwidth* (bps)
1	AP 1 Lantai 1	63.815
2	AP 2 Lantai 1	62 267
3	AP 3 Lantai 1	64.557
4	AP 1 Lantai 2	65.044
5	AP 2 Lantai 2	65.936
6	AP 3 Lantai 2	65.956
7	AP 1 Lantai 3	42.115
8	AP 2 Lantai 3	63.439
9	AP 3 Lantai 3	63.388
	Rata -rata keseluruhan	61.835

Dari hasil pengukuran *bandwidth* pada tabel 12 terlihat bahwa nilai rata-rata terkecil pengunaan *bandwidth* terdapat pada acess point 1 Lantai 3 dan yang terbesar pada AP 3 Lantai 2, hal ini dikarenakan pada lokasi keberadaan *access point* tersebut terdapat banyak pengguna *(user)* saat pengukuran. Dengan nilai rata-rata keseluruhan *acess point* yang ada 61,835 bps

Tabel 13. Hasil Rata – rata Packet Loss AP di Gedung Terpadu Poltekba

No	Identitas AP	Nilai Lost (%)
1	AP 1 Lantai 1	2.2
2	AP 2 Lantai 1	0
3	AP 3 Lantai 1	0
4	AP 1 Lantai 2	0
5	AP 2 Lantai 2	0
6	AP 3 Lantai 2	0
7	AP 1 Lantai 3	0
8	AP 2 Lantai 3	0
9	AP 3 Lantai 3	0
	Rata -rata keseluruhan	0,24

Dari hasil tabel 13 untuk persentase nilai *lost* dari keseluruhan *access point* bernilai 0,24 % dan masuk dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON.

Tabel 14. Hasil Rata – rata *Delay* AP di Gedung Terpadu Poltekba

No	Identitas AP	Nilai Rata-Rata *Delay* (ms)
1	AP 1 Lantai 1	0
2	AP 2 Lantai 1	0
3	AP 3 Lantai 1	0
4	AP 1 Lantai 2	0
5	AP 2 Lantai 2	0
6	AP 3 Lantai 2	0
7	AP 1 Lantai 3	0
8	AP 2 Lantai 3	0
9	AP 3 Lantai 3	0
	Rata -rata keseluruhan	0

Dari hasil tabel 14 untuk persentase nilai *delay* dari keseluruhan access point bernilai 0 ms dan masuk dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON.

KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisa terhadap kualitas jaringan Internet di Gedung Terpadu Politeknik Negeri Balikpapan maka dapat diambil kesimpulan yakni nilai rata-rata *bandwidth* dari tiap *access point* yang ada memiliki nilai minimum 42,115 bps pada *access point* 1 lantai 1 dan nilai maksimum sebesar 65, 956 bps pada acess point 1 lantai 1.Secara keseluruhan rata-rata 9 *access point* di Gedung Terpadu adalah sebesar 61.835 bps.Nilai rata-rata parameter *packet loss* dari tiap *access point* termasuk dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON dengan rata- rata 0,24 %. Nilai rata-rata parameter *delay* dari tiap acess point termasuk dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON dengan rata- rata 0 %

.

SARAN

Disarankan untuk pada melakukan pengukuran dan monitoring jaringan internet di Gedung Terpadu pada saat perkuliahan normal (perkuliahan tatap muka di kampus) agar jumlah *user* yang memakai jaringan internet maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Pihak P3M Politeknik Negeri Balikpapan dan semua pihak yang telah turut andil sehingga penelitian ini berhasil diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bambang Sugiantoro, Yuha Bani Mahardhika, " Analisis Quality of Service Jaringan Wireless Sukanet WIFI di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga", Yogyakarta, (2017)

[2] Pipit Wulandari, "Monitoring dan analisis QoS jaringan Internet pada Gedung KPA Polsri dengan Metode Drive Test", Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang. (2017)

[3] Agus Nur Wicaksono, "Analisis QoS Jaringan WLAN di Fakultas Teknik UNY", Yogyakarta, (2016)

[4] Suryani, Irma,dkk, "Analisa Analisa Parameter QoS dan RMC jaringan internet Di Politeknik Negeri Sriwijaya. " , (2017)

[5] Santosa, Budi. "Manajemen Bandwidth Internet dan Intranet. Jakarta" : Universitas Indonesia. (2004).

[6] Suhervan. " Analisis Penerapan QoS (Quality of Service) pada Jaringan Frame Relay Menggunakan Cisco Router". Jakarta : Universitas Esa Unggul. (2010).

[7] Eko Prasetyo Manru, Febrizal," :Analisa Kinerja Jaringan W-LAN Pada Perangkat Access Point 802.11/g (Studi Kasus Fakultas Teknik Universitas Riau)", Universitas Riau, Pekanbaru , (2016)

[8] Iskandar, Iwan, Hidayat, Alvinur. "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)". UIN Sultan Syarif Kasim Riau,.(2015).

[9] Ramadhan, P. P. Analisis Kinerja Jaringan Wireless LAN Menggunakan Metode QOS dan RMA pada PT Pertamina UBEP Ramba (PERSERO. Palembang): Universitas Bina Darma.(2014).

[10] ETSI. "Technical Report Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON)", France (1999)

[11] Kurniawan, Riza. "Analisis Kinerja Jaringan Komputer Nirkabel Di Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Widya Wiwaha Yogyakarta" Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta. (2015).

[12] Juhardi. "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Berbasis High Speed Downlink Packet Acces (HSDPA) pada PT. Telkomsel". Universitas Riau. (2016)

P-52

PENAMBAHAN TEPUNG DAUN KELOR *(MORINGA OLEIFERA L)* DALAM PEMBUATAN KUE *ECLAIRS*

MORINGA FLOUR (MORINGA OLEIFERA L) ADDITION IN MAKING ECLAIRS

Henry Winnarko[1*], Yogiana Mulyani[2], Ranti Rustika[3]
[1,2,3]*Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno-Hatta, Balikpapan*

[*]*E-mail: henry.winnarko@poltekba.ac.id*

Diterima 19-10-2020	Diperbaiki 25-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Kue sus (Choux paste) merupakan kue yang memiliki tekstur lembut yang berongga pada bagian tengahnya, sehingga rongga pada bagian tengah tersebut bisa diisi dengan beraneka jenis isian dan topping baik gurih maupun rasa manis. Produk kue eclairs yang akan dikembangkan agar semakin dikenal dan digemari oleh masyarakat Balikpapan. Untuk meningkatkan kandungan gizi eclairs maka perlunya penambahan sayuran yang memiliki serat dan vitamin yang lengkap, salah satu contoh sayuran tersebut adalah tanaman kelor (Moringa oleifera). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi resep kue eclairs dengan substitusi tepung daun kelor. Tujuan khusus penelitian ini adalah mendeskripsikan pengembangan resep eclairs dengan substitusi tepung daun kelor sebagai kue yang bergizi, mempraktekkan resep eclairs dan tepung daun kelor, dan mendeskripsikan hasil uji sensori terhadap resep eclairs dengan substitusi tepung daun kelor. Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini melibatkan 25 mahasiswa Politeknik Negeri Balikpapan jurusan Tata Boga. Hasil uji hedonik disimpulkan bahwa produk F3 dengan penambahan tepung kelor 15% pada pembuatan éclair dengan nilai rata-rata (3.58) yang berarti panelis suka. Hasil uji mutu hedonic, disimpulkan bahwa hasil rata-rata tertinggi yang didapatkan pada penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek warna (3.12) yang menyatakan sangat berwarna hijau lumut, pada penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek aroma (3.52) yang menyatakan beraroma daun kelor, pada penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek tekstur (3.44) yang menyatakan bertekstur renyah ,dan penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek rasa (3.60) yang menyatakan sangat berasa daun kelor.

Kata Kunci : Eclairs, Tepung Daun Kelor

ABSTRACT

Choux paste is a cake that has a soft texture that is hollow in the middle so that the cavity in the middle can be filled with various types of fillings and toppings, both savory and sweet. Eclairs cake products that will be developed so that the people of Balikpapan are increasingly recognized and favored. To increase the nutritional content of eclairs, it is necessary to add vegetables that have complete fiber and vitamins, one example of these vegetables is the Moringa oleifera plant. This the study aims to develop an eclairs cake recipe formulation by substituting Moringa leaf flour. The specific objectives of this study are to describe the development of eclairs recipes with the substitution of Moringa leaf flour as a nutritious cake, to practice the eclairs recipe and Moringa leaf flour, and to describe the sensory test results of the eclairs recipe with the substitution of Moringa leaf flour. This type of research is a type of quantitative research using experimental methods. This research involved 25 students of Balikpapan State Polytechnic majoring in Catering. The hedonic test results concluded that the F3 product with the addition of 15% moringa flour in éclair production with an average value (3.58) which means the panelists like it. The results of the hedonic quality test, it was concluded that the highest average yield obtained was 15% in the addition of Moringa leaf flour in the color aspect (3.12) which stated that it was very moss green, the addition of Moringa leaf flour was 15% in the aroma aspect (3.52) which stated that it smelled of Moringa leaves, the addition of Moringa leaf flour was 15% in the

texture aspect (3.44) which stated that it had a crunchy texture and the addition of Moringa leaf flour was 15% in the taste aspect (3.60) which stated that it was very tasting.

Keywords: Eclairs, Moringa Leaf Flour

PENDAHULUAN

Kue sus *(Choux paste)* sering juga diartikan sebagai kue yang memiliki tekstur lembut yang berongga pada bagian tengahnya, sehingga rongga pada bagian tengah tersebut bisa diisi dengan beraneka jenis isian dan topping baik gurih maupun rasa manis. Karakteristik dari adonan *choux paste* yang dihasilkan adalah ringan, berkulit agak tebal dan lunak, bervolume besar dengan rongga pada bagian dalam Yuli [6]. Kue *eclairs* merupakan salah satu bentuk variasi kue sus atau choux paste yang memiliki ciri khas bentuk yang memanjang (lonjong) bervolume mengembang dengan sempurna dan berwarna kuning keemasan kemudian di dalamnya dapat diisi dengan vla dan diberi *topping* coklat yang telah dilelehkan. Penulis berinovasi membuat produk kue *eclairs* dengan penambahan daun kelor *(Moringa oleifera)* sebagai salah satu tumbuhan yang memiliki serat dan vitamin lengkap untuk meningkatkan kandungan gizi dan agar semakin dikenal serta digemari masyarakat, khususnya masyarakat Balikpapan.

Kelor dikenal di seluruh dunia sebagai tanaman bergizi dan *World Health Organization* (WHO) telah memperkenalkan kelor sebagai salah satu pangan alternatif untuk mengatasi masalah gizi (malnutrisi) [2]. Di Afrika dan Asia daun kelor direkomendasikan sebagai suplemen yang kaya zat gizi untuk ibu menyusui dan anak pada masa pertumbuhan.

Penelitian lain menyatakan bahwa daun kelor mengandung vitamin A, 10 kali lebih banyak dibanding wortel, vitamin B 50 kali lebih banyak dibanding sardines dan kacang, vitamin E 4 kali lebih banyak dibanding minyak jagung, beta karoten 4 kali lebih banyak dibanding wortel, zat besi 25 kali lebih banyak dibanding bayam, zinc 6 kali lebih banyak dibanding almond, kalium 15 kali lebih banyak dibanding pisang, kalsium 17 kali lebih banyak dibanding susu, dan protein 9 kali lebih banyak dibanding yoghurt [1].

Kandungan nilai gizi yang tinggi serta khasiat dan manfaatnya menyebabkan kelor diyakini memiliki potensi untuk mengakhiri kekurangan gizi, kelaparan, serta mencegah dan menyembuhkan berbagai penyakit di seluruh dunia. Namun, pemanfaatan kelor masih belum banyak diketahui, umumnya hanya dikenal sebagai salah satu menu sayuran, oleh karena itu untuk meningkatkan nilai ekonomis dari tanaman kelor, daun kelor diolah menjadi salah satu produk olahan kue yang digemari oleh konsumen yaitu *eclairs*.

Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mengembangkan formulasi resep kue *eclairs* dengan penambahan tepung daun kelor. Sedangkan tujuan secara khusus adalah untuk: 1) Untuk mengetahui proses pembuatan kue *eclairs* dengan Penambahan tepung daun kelor. 2) Untuk mengetahui tingkat kesukaan (Uji Hedonik) konsumen terhadap kue *eclairs* dengan Penambahan tepung daun kelor sebanyak 5%, 10% dan 15% dilihat dari aspek warna, aroma, tekstur dan rasa. 3) Untuk mengetahui mutu hedonik kue *eclairs* dengan penambahan tepung daun kelor sebanyak 5%, 10% dan 15% dilihat dari aspek warna, aroma, tekstur dan rasa.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu untuk dikembangkan inovasi produk kue *eclairs* dengan penambahan tepung daun kelor untuk dapat meningkatkan kandungan gizi pada kue *eclairs* menjadi lengkap serta meningkatkan variasi kue sehat bagi masyarakat sekitar.

METODOLOGI

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif menggunakan metode eksperimental. Penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan.

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menguji resep acuan *eclairs* dan resep *eclairs* dengan penambahan tepung daun kelor. Pembuatan *éclair* dengan penambahan tepung daun kelor mengacu pada resep pembuatan *eclairs* dari *Jobsheet* prodi tata boga Politeknik Negeri Balikpapan, 2020. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung terigu protein sedang, tepung daun kelor, telur, margarin dan air. Peralatan yang digunakan yaitu: *bowl, sauce pan*, saringan, *ballon whisk*, *spatulla* dan *spoon*.



Gambar 1. Alat dan Bahan Pembuatan *Éclair*

Langkah yang dilakukan untuk menghasilkan produk *éclair* dengan penambahan tepung daun kelor yaitu: 1) Penimbangan bahan sesuai dengan resep. 2) merebus air hingga mendidih. 3) melelehkan margarin dalam air yang telah dididihkan. 4) memasukan tepung terigu dan tepung daun kelor ke dalam campuran air dan margarin lalu diaduk mengunakan spatula hingga matang. 5) mengangkat dan mendinginkan adonan di suhu ruang. 6) *mixer* adonan dengan kecepatan sedang sambil memasukan telur satu per satu hingga tercampur rata. 7) memasukan adonan ke dalam *pipping bag* yang telah diberi spluit, kemudian cetak. 8) memanggang adonan dalam oven selama 25 menit dengan suhu atas dan bawah 200^{o}C selama 20 menit, kemudian turunkan suhu bawah menjadi 180 derajat celcius dan tambah waktu 5 menit agar *éclairs* mengembang dengan sempurna. 9) mendinginkan *éclair* di suhu ruang. 10) mengisi *éclair* dengan *filling*.

Pembuatan *eclairs* dengan penambahan tepung daun kelor dilakukan dengan perbandingan 3 formula yaitu formula 1 dengan penambahan tepung daun kelor 5%, formula 2 dengan penambahan tepung daun kelor 10% dan formula 3 dengan penambahan tepung daun kelor 15%.

Tabel 1. Komposisi Resep Acuan *Eclairs*

No	Bahan	Jumlah
1	Tepung Terigu	190 gr
2	Telur	4 btr
3	Margarin	90 gr
4	Air	2500 ml

Tabel 2. Formulasi Penambahan Daun Kelor Pada *Eclairs*

No	Bahan	Jumlah		
		F1 (5%)	F2 (10%)	F3 (15%)
1	Tepung terigu	190 gr	190 gr	190 gr
2	Telur	4 btr	4 btr	4 btr
3	Mentega	90 gr	90 gr	90 gr
4	Air	250 cc	250 ml	250 ml
5	Tepung daun kelor	9,5 gr	19 gr	28,59 gr

Penelitian lanjutan menggunakan metode kuantitatif dengan uji frekuensi yang dilakukan dengan uji organolepik berupa uji hedonik dan uji mutu hedonik. Pengujian dilakukan kepada 25 orang panelis agak terlatih yang berasal dari Mahasiswa Politeknik Negeri Balikpapan Jurusan Perhotelan Program Studi Tata Boga Semester 3. Aspek penilaian uji hedonik meliputi warna, aroma, tekstur dan rasa dengan skala penilaian sangat suka (5), suka (4), agak suka (3), tidak suka (2) dan sangat tidak suka (1).

Aspek penilaian uji hedonik meliputi warna dengan tolak ukur "berwarna hijau lumut" dari skala 1-5, aroma dengan tolak ukur "beraroma daun kelor" dari skala 1-5, tekstur dengan tolak ukur "lembut dan renyah" dari skala 1-5 dan rasa dengan tolak ukur "berasa daun kelor" dari skala 1-5.

Teknik analisa pengolahan data yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah mentransformasikan skala hedonik menjadi skala numeric dengan analisa statistik deskriptif dan analisa kuantitatif menggunakan program *SPSS 25.0 For Windows.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pendahuluan yaitu tiap *eclairs* memiliki perbedaan hasil pada warna. F1 memiliki warna agak hijau lumut, F2 memiliki warna hijau lumut dan F3 memiliki warna sangat hijau lumut. Pada aspek aroma, F1 agak beraroma daun kelor, F2 beraroma daun kelor dan F3 sangat beraroma daun kelor. Pada aspek tekstur tidak ada perbedaan yang signifikan antar setiap formula, tekstur produk adalah renyah dan lembut yang tercipta setelah mengoven dengan waktu yang cukup lama. Pada aspek rasa, F1 memiliki rasa agak terasa daun kelor, F2 terasa daun kelor dan F3 memiliki rasa sangat terasa daun kelor.



Gambar 2. Hasil Produk Éclair

Hasil uji organoleptik dengan penyebaran angket uji hedonik kepada 25 panelis mendapatkan rata-rata penilaian sebagai berikut: warna F1 (3,20), warna F2 (3,44), warna F3 (3,76), aroma F1 (3,04), aroma F2 (3,48), aroma F3 (3,64), tekstur F1 (3,68), tekstur F2 (3,84), tekstur F3 (3,48), rasa F1 (3,36), rasa F2 (3,40) dan Rasa F3 (3,44).

Hasil penyebaran angket uji mutu hedonik untuk menguji penilaian panelis terhadap mutu warna, aroma, tekstur, dan rasa produk adalah sebagai berikut: warna F1 (3,24), warna F2 (3,24), warna F3 (4,52), aroma F1 (3,08), aroma F2 (3,05), aroma F3 (3,44), tekstur F1 (3,56), tekstur F2 (3,48), tekstur F3 (3,60), rasa F1 (4,00), rasa F2 (3,96) dan Rasa F3 (3,60).

Penulis melakukan uji kenormalan data pada hasil uji mutu hedonik warna, aroma, tekstur dan rasa menggunakan uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test.* Pada variabel warna, tekstur dan rasa data terdistribusi normal, sedangkan pada variabel aroma nilai signifikasi 0.00 < 0.05, artinya data tidak terdistribusi normal.

Hasil eksperimen dengan menggunakan resep acuan dari segi warna yaitu *eclairs* berwarna kuning, tekstur, aroma dan rasa seperti *eclairs* pada umumnya, sehingga resep acuan ini dapat diaplikasikan dengan penambahan tepung daun kelor pada pembuatan *eclairs*.

Eksperimen pertama yaitu pembuatan *eclairs* dengan menambahkan tepung daun kelor sebanyak 5% (F1) menghasilkan produk yang berwarna agak hijau lumut, beraroma daun kelor, bertekstur lembut dan memiliki rasa khas daun kelor serta manis dari *filling eclairs.* Dari uji coba eksperimen pertama sudah didapat tekstur, rasa dan aroma sesuai yang diharapkan namun memiliki kekurangan pada aspek warna maka dilakukan eksperimen kedua agar *eclairs* yang dihasilkan dapat lebih berwarna hijau lumut.

Eksperimen kedua menggunakan resep acuan *eclairs* dan menambahkan 10% tepung daun kelor dengan proses pembuatan yang sama dengan resep acuan. Hasil yang didapatkan adalah produk memiliki warna lebih terang daripada penelitian sebelumnya, yaitu berwarna hijau lumut. Aroma khas daun kelor, tekstur lembut, dan berasa daun kelor serta manis karena penambahan isian vla. Penulis sudah mendapatkan hasil yang sesuai harapan pada aspek tekstur, rasa, aroma. Namun penulis menginginkan warna produk yang lebih hijau lumut.

Eksperimen ketiga dilakukan dengan menambahkan 15% tepung daun kelor. Dari eksperimen ini didapatkan hasil produk yang sangat berwarna hijau lumut, beraroma khas daun kelor, memiliki tekstur lembut dan renyah serta sangat berasa daun kelor dan manis karena diberi isian *vla*. Dari uji coba eksperimen ketiga seluruh aspek pada produk yang dihasilkan sudah sesuai dengan yang diharapkan.

Setelah dilakukan penelitian lanjutan diperoleh hasil bahwa panelis paling menyukai produk F3 dengan penambahan tepung kelor 15% dengan nilai rata-rata (3.58). Pada uji mutu hedonik juga didapatkan hasil nilai rata-rata tertinggi pada produk F3. Artinya, panelis menilai bahwa produk F3 ialah produk yang paling baik di antara ketiga formula. Ini karena perbedaan pada penambahan tepung daun kelor sehingga warna yang dihasilkan berbeda. Hal ini didukung oleh penelitian Widyawatiningrum [4] yang menyatakan bahwa semakin banyak penambahan daun kelor yang dicampurkan ke dalam adonan, maka warna produk *eclairs* akan semakin hijau. warna hijau ini disebabkan daun kelor banyak mengandung klorofil dengan konsentrasi yang tinggi yaitu 6890 mg/kg bahan kering. hal ini sesuai dengan kandungan daun kelor yang memiliki 4x lebih banyak dibandingkan dengan wheatgrass kurniasih [3].

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik aroma didapatkan nilai rata-rata tertinggi pada produk F3. Hal ini karena perbedaan pada penambahan tepung daun kelor sehingga aroma yang dihasilkan berbeda. *eclairs* yang diberikan kepada panelis adalah *eclairs* yang telah *dioven*. Aroma yang dihasilkan oleh *eclairs* berasal dari bahan utama yaitu tepung daun kelor. Hal ini didukung oleh Winarno [5] yang menyatakan bahwa hal yang mempengaruhi cita rasa bahan pangan terdiri dari 3 komponen yaitu bau, rangsangan mulut dan rasa.

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik pada aspek tekstur didapatkan nilai rata-rata tertinggi pada F3. Hal ini disebabkan komposisi tepung terigu, tepung daun kelor dan telur. Semakin banyak tepung yang ditambahkan kedalam campuran adonan maka adonan akan semakin renyah, sebaliknya jika kadar air dalam adonan semakin banyak maka tekstur yang dihasilkan pada *eclairs* akan semakin Lembut Widyawatiningrum [4].

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik pada aspek rasa didapatkan nilai rata-rata tertinggi pada F3. Hal yang menyebabkan panelis menyatakan rasa produk sangat berasa daun kelor pada produk F3 karena takaran daun kelor yang lebih banyak yaitu 15 %. Semakin banyak penambahan daun kelor maka rasa yang didapatkan semakin berasa daun kelor.

Hasil dari uji normalitas data menggunakan uji kolomorov-smirnov pada data didapatkan bahwa residual data pada aspek warna, tekstur dan rasa terdistribusi normal, sedangkan pada aspek aroma tidak normal sehingga pengujian tidak dapat dilanjutkan menggunakan uji Anova. Data yang normal dapat dibuktikan dengan signifikasi data >0,05.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penulis menarik kesimpulan bahwa tepung daun kelor dapat ditambahkan pada pembuatan *éclair* dengan tahap pembuatan yang dimulai dengan persiapan alat dan bahan, mendidihkan air dan mencampurnya dengan margarin, menambahkan tepung terigu dan tepung daun kelor dan memasaknya dengan api kecil sambil diaduk hingga matang dan menjadi adonan *eclairs*, mendinginkan adonan di suhu ruang, mencetak adonan dan memanggang adonan dengan suhu atas dan bawah 200^{o}C selama 20 menit kemudian menurunkan suhu api bawah menjadi 180 derajat celcius serta memanggang lagi selama 5 menit, mendinginkan *eclairs*, membuat vla *eclairs* daun kelor dan memberi isian vla daun kelor.

Hasil uji hedonik disimpulkan bahwa produk F3 dengan penambahan tepung kelor 15% pada pembuatan *éclair* dengan nilai rata-rata (3.58) yang berarti panelis suka. Hasil uji mutu hedonik, disimpulkan bahwa hasil rata-rata tertinggi yang didapatkan pada penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek warna (3.12) yang menyatakan sangat berwarna hijau lumut, pada penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek aroma (3.52) yang menyatakan beraroma daun kelor, pada penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek tekstur (3.44) yang menyatakan bertekstur renyah ,dan penambahan tepung daun kelor sebanyak 15% pada aspek rasa (3.60) yang menyatakan sangat berasa daun kelor.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, telah ditemui banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis menyarankan agar adanya penelitian lebih lanjut mengenai kandungan gizi dan daya simpan dari produk *éclair* dengan penambahan tepung daun kelor *(moringa oleifera l).*

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada P3MP Politeknik Negeri Balikpapan atas kesempatan pendanaan yang diberikan kepada peneliti melalui dana DIPA Poltekba Tahun Anggaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A Dudi Krisnadi. (2015). Kelor Super Nutrisi. Blora: LSM-MEPELING.

[2] Broin. 2010. Growing and processing moringa leaves. France: Imprimerie Horizon.

[3] Kurniasih. (2015). Khasiat dan Manfaat Daun Kelor Untuk Penyembuhan Berbagai Penyakit. Yogya: Pustaka Baru Press

[4] Widyawatiningrum, E., Nur, S., Ida,N.C. (2018). Kadar Protein dan Organoleptik Nugget Ayam Fortifikasi Daun Kelor (*Moringa Oleifera Lamk*). Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2018.

[5] Winarno, F.G. (2006). Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT.Gramedia Pusaka Utama

[6] Yuli Ratnasari. 2014. “Pengaruh Substitusi Mocaf dan Jumlah Air Terhadap Hasil Jadi Choux Paste”. Jurnal Boga 3 (1) : 141.

P-53

ANALISIS KEPUASAN SISWA SMK NEGERI 4 DAN SMK PANCADARMA DI BALIKPAPAN TERHADAP LAYANAN KANTIN SEKOLAH DENGAN METODE IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS(IPA) DAN CUSTOMER SERVICE INDEX(CSI)

ANALYSIS OF VOCATIONAL SCHOOL AND PRIVATE VOCATIONAL SCHOOL STUDENT SATISFACTION IN BALIKPAPAN TOWARDS SCHOOL CANTEEN USING IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS (IPA) AND CUSTOMER SERVICE INDEX(CSI) METHOD

Praseptia Gardiarini[1*], Chardina Dianovita[2], Farida[3]
[1,2,3]Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta km 8, Balikpapan

[*]E-mail: praseptia.gardiarini@poltekba.ac.id

Diterima 17-10-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Kantin sekolah merupakan salah satu bisnis yang menjanjikan dan langgeng karena telah memiliki konsumen yang tetap yaitu para siswa dan juga karyawan yang bekerja di sekolah. Sebagai penyedia makanan di sekolah tentunya pihak kantin perlu mengetahui hal apa saja yang dapat meningkatkan pembelian konsumen yang salah satunya dipegaruhi oleh tingkat kepuasan konsumen itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kepuasan siswa SMK Negeri dan Swasta terhadap layanan kantin sekolah. Pemilihan subjek dilakukan dengan metode purposive sampling dengan melibatkan 50 siswa di masing-masing sekolah, sehingga total subjek penelitian berjumlah 100 orang. Data yang dianalisis merupakan data primer dan sekunder yang berasal dari pengisian kuesioner, wawancara dan pengamatan langsung di lokasi penelitian. Analisis data menggunakan dua metode untuk mengetahui tingak kepuasan yaitu dengan metode CSI dan IPA. Hasil CSI menunjukkan bahwa semua merasa puas dengan pelayan kantin sekolah yaitu dari hasil perhitungan CSI sebesar 0,66(SMK Panca Darma) dan 0,75 (SMKN 4 Balikpapan). Tingkat kepuasan di SMKN 4 Balikpapan lebih tinggi dibandingkan dengan di SMK Panca Darma. Sedangkan hasil IPA menunjukkan skor atribut yang tinggi di SMKN 4 adalah kebersihan makanan, harga makanan dan juga penampilan pegawai kantin, sedangkan di SMK Panca Darma atribut yang paling tinggi skornya adalah respon terhadap keluhan, kemampuan berkomunikasi dan kecepatan pelayanan kantin.

Kata kunci:tingkat kepuasan, layanan kantin sekolah, siswa SMK

ABSTRACT.

The school canteen is a promising and lasting business because it has regular customers, namely students and also employees who work in schools. As a food provider in schools, of course, the canteen needs to know what things can increase consumer purchases, one of which is influenced by the level of consumer satisfaction itself. This study aims to determine the level of satisfaction of public and private vocational school students with school canteen services. The selection of subjects was carried out by purposive sampling method involving 50 students in each school, so that the total research subjects amounted to 100 people. The data analyzed were primary and secondary data from filling out questionnaires, interviews and direct observation at the research location. Data analysis used two methods to determine the level of satisfaction, namely the CSI and IPA methods. The CSI results show that all are satisfied with the school canteen servants, namely the CSI calculation results of 0.66 (SMK Panca Darma) and 0.75 (SMKN 4 Balikpapan). The level of satisfaction at SMKN 4 Balikpapan is higher than at SMK Panca Darma. Meanwhile, the IPA results showed that the high attribute scores at SMKN 4 were food cleanliness, food prices and also the appearance of canteen employees, while at SMK Panca Darma the attributes with the highest scores were responses to complaints, communication skills and speed of canteen services.

Keywords: Satisfaction level, school canteen service, vocational school studen

PENDAHULUAN

Kantin merupakan bisnis yang sangat prospektif karena siswa dan karyawan sekolah setiap hari pasti membutuhkan makanan. Sekolah Menengah Atas baik negeri maupun swasta sama-sama memiliki jumlah siswa dan karyawan yang banyak mulai dari Kepala Sekolah, Guru hingga Tata Usaha dan masih banyak lagi karyawan yang bekerja di Sekolah. Kondisi ini menjadi potensi besar bagi kantin sekolah untuk berbisnis di sector penyelenggaraan makanan. Kantin sekolah juga memiliki peranan penting dalam mendukung keberhasilan Pendidikan karena makanan yang sehat akan membuat civitas akademika terjaga kesehatanya dan kebutuhan gizinya [1].

Siswa sekolah sebagai calon penerus bangsa perlu didukung dalam proses belajar mengajarnya yaitu dengan adanya suasana sekolah yang aman dan nyaman. Salah satu bagian yang perlu diperhatikan kenyamananny adalah kantin sekolah. Keberadaan kantin akan sangat berperan dalam pelayanan dan penyediaan konsumsi untuk semua yang ada di sekolah. Kantin harus dilengkapi dengan fasilitas yang memadai yang membuat siapa saja yang berkunjung merasa nyaman dan betah berlama-lama berada di kantin. Minat siswa saat mengunjngi kantin sangat dipengaruhi oleh kualitas pelayanan dan fasilitas kantin, hal tersebut yang menentukan tingkat kepuasan siswa saat berkunjung ke kantin [2].

Kepuasan pelanggan akan terwujud apabila terdapat hubungan positif antara pelanggan dengan kualitas sebuah produk yang diberikan oleh produsen, semakin berkualitas produk yang diberikan dan semakin mendekati harapan konsumen maka semakin besar kepuasan konsumen produk tersebut[3]. Dalam hal ini adalah tingkat kepuasan siswa terhadap kantin sekolah.

Kantin sekolah yang menjadi objek dalam peelitian ini ada dua, yaitu kantin SMK Negeri 4 dan SMK Panca Darma Balikpapan. SMK 4 Balikpapan memiliki dua bangunan kantin. Kantin utama terdiri dari 3 kedai makanan dan kantin baru terdiri dari 2 kedai makanan. Menu yang disajikan bervariasi, namun tetap dijual dengan harga terjangkau bagi siswa. SMK Panca Darma hanya memiliki satu kantin dengan beberapa varian menu saja, sehingga terkadanag siswa masih membeli makanan diluar kantin sekolah.

Kantin di SMK Negeri empat memiliki fasilitas yang cukup baik seperti adanya wastafel cuci tangan dan tempat makan yang bersih, sedangkan di Panca Darma walau kantinya hanya satu dan terdiri dari satu kedai saja, lingkungan kantin terlihat bersih dan juga terdapat fasilitas cuci tangan. Kedua sekolah tersebut telah memiliki kantin sekolah yang cukup baik berdasarkan pengamatan peneliti, namun dari hasil survey dan wawancara yang dilakukan baik dengan pihak sekolah maupun siswa, di kedua sekolah belum pernah dilakukan survei mengenai respon siswa terhadap layanan kantin,baik dari segi produk makanan, pelayan, lokasi dan fasilitas yang dimiliki oleh kantin sekolah.

Hasil wawancara dengan beberapa siswa sekolah didaptkan keterangan bahwa kanin sekolah sudah cukup baik, namun masih ada aspek pelayanan yang perlu ditingkatkan. Hal ini sangat mempengaruhi kepuasan siswa dan tingkat kunjungan siswa ke kantin sekolah. Untuk itu pihak sekolah perlu melakukan perbaikan agar kantin sekolah tetap diminati oleh seluruh konsumen yang ada di sekolah, baik guru, siswa maupun staf yang bekerja dilingkungan sekolah.

Tingkat kedatangan pengguna kantin sekolah sangat berkitan erat dengan tingkat kepuasan konsumen kantin sekolah, untuk mengetahui hal tersebut dapat dilakukan dua metode yang biasa digunakan yaitu metode Impotance Performance Analysis (IPA) yaitu suatu metode yang dapat menunjukkan atribut produk atau jasa yang perlu ditingkatkan atau diminimalisasikan agar kepuasan konsumen tetap terjaga. Metode ini memiliki keunggulan yaitu karena hasilnya mudah dijelaskan, skalanya mudah dimengerti dan biaya pelaksanaanya terjangkau. Metode kedua adalah metode Customer Satisfaction Index(CSI) untuk mengetahui seberapa besar tingkat kepuasan konsumen erhadap produk atau jasa yang diberikan oleh produsen, kelebihan metode ini adalah mudah dignakan dan sederhana serta

memiliki sensitivitas dan realibilitas yang cukup baik.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dan analisis tingkat kepuasan dengan dua acara yaitu metode IPA dan CSI. Pengumpulan data dilaksakan di dua tempat yaitu di SM[4]K Negeri dan SMK Swasta yang ada di Balikpapan mulai bulan Juli hingga akhir Agustus 2020. Subjek yang menjadi sampel ddiambil dengan metode purposive sampling masing masing 50 siswa di setiap sekolah. Siswa yang menjadi sampel adalah siswa yang telah menjadi konsumen selama minimal setahun bersekolah di SMK tersebut dan bersedia untuk berpartisipasi mengisi kuesioner penelitian.

Data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data subjek penelitian seperti karakteristik subjek, atribut pelayanan kantin, keadaan lingkungan sekitar kantin dan tingkat kepuasaan konsumen kantin sekolah, sedangkan data sekunder adalah gambaran tentang kantin sekolah yang didapat dari hasil survey lokasi, wawancara dan kuesioner yang dibagikan pada siswa yang menjadi responden penelitian.

Uji realibilitas dan validitas dilakukan untuk mengetahui apakah kuesioner tingkat kepuasan sudah layak diberikan pada subjek penelitian. Penelitian ini menggunakan skala likert untuk mengetahui tingkat kepuasan dengan skala 1-4.

Pengolahan dan analisis data pada penelitian ini ada dua macam yaitu analisis deskriptif untuk menggambarkan karakteristik subjek sdan yang kedua adalah analisis tingkat kepuasan dengan menggunakan metode CSI dan IPA. Kepuasan pelanggan dihitung terlebih dahulu dengan menggunakan metode CSI yaitu menghitung Weight Factor, Weighting Score, Weighting Total dan Satisfaction Index[5]. Setelah itu dianalisis lagi dengan menggonakan metode IPA. Terdapat 16 atribut yang dituangkan dalam kuesioner untuk memperoleh data yang nantinya akan dianalisis dengan metode IPA. Data tersebut akan dimasukan kedalam bidang kartesius dengan menggunakan SPSS ke dalam Sumbu X dan sumbu Y. Sumbu X menggambarkan nilai rerata tingkat kinerja sedangkan sumbu Y menggambarkan tingkat rerata kepentingan. Sumbu tersebut tegak lurus dan terbagi menjadi empat kuadaran. Masing- masing Kuadran menampilkan prioritas atribut mana yang harus diperbaiki dan ditingkatkan kualitasnya untuk meningkkatkan kepuasan pelanggan[4].

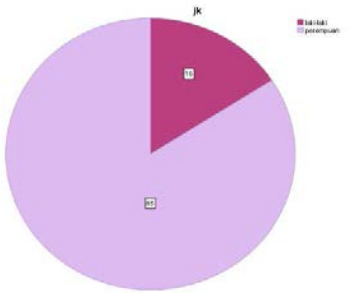
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Kantin Sekolah

Kantin Sekolah SMKN 4 Balikpapan terdiri dari dua bangunan yaitu kantin utama dan kantin baru. Kantin Utama memiliki 3 kedai makanan yang memiliki berbagai macam makanan baik makanan berat maupun ringan, sedangkan kantin baru hanya terdiri dari dua kedai makanan yang menjual makanan ringan seperti gorengan dan minuman ringan. Menu yang ada dikedua kantin bervariasi sehingga minat berkunjung siswa dan pegawai sekolah cukup baik. Sedangkan di Kantin SMK Panca Darma hanya memiliki satu kantin dengan menu yang kurang bervariasi, tenpat yang sempit juga mempengaruhi tingkat kunjungan ke kantin sekolah sehingga masih banyak siswa yang membeli makanan diluar kantin.
Harga yang ditawarkan pada kedua kantin baik di SMKN 4 dan SMK Panca Darma, cukup terjangkau dikalangan siswa yaitu berkisar antara Rp 5000- 15.000 rupiah. Pelayanan dan kebersihanya juga cukup baik.

Karakteristik subjek

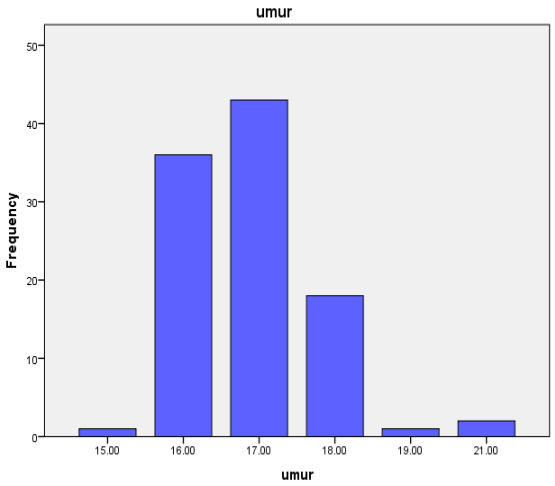
Jenis Kelamin Total sampel yang diambil sejumlah 100 orang yang berasal dari dua sekolah yaitu 50 orang dari SMK Panca Dharma dan 50 orang dari SMKN 4 Balikpapan. Distribusi data menunjukkan lebih banyak responden dengan jenis kelamin perempuan disbanding dengan yang laki laki. Persebaran data dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar.1 Distribusi Jenis Kelamin Responden Penelitian

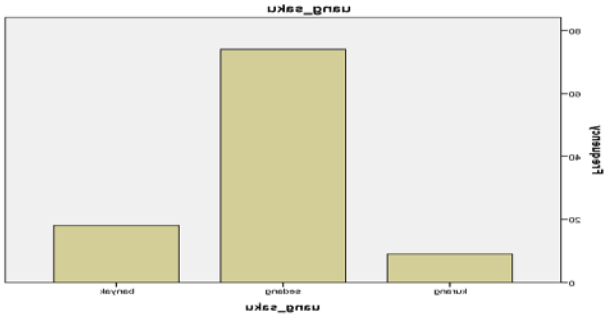
Usia Umur responden sangat bervariasi, namun yang paling dominan adalah yang berusia 16-17 tahun, data yang diambil menunjukkan ada yang berusia 19 dan 21 tahun yaitu responden yang berasal dari SMK

Panca darma yang merupakan sekolah swasta sehingga dapat menerima siswa dengan usia tiga tahun lebih tua dibanding dengan umur yang seharusnya. Berikut adalah bagan persebaran responden berdasarkan umur:



Gambar 2. Distribusi Umur Responden

Besar Uang Saku Dari data yang diperoleh, kebanyakan siswa memiliki uang jajan dalam tingkatan sedang, yaitu cukup untuk membeli makanan di kantin saat bersekolah. Kisaran uang jajan dengan tingkat sedang adalah 15.000-20.000 rupiah per hari.



Gambar 3. Distribusi jumlah uang saku responden

Uji Validitas dan Realibilitas Kuesioner

Kuesioner yang dapat digunakan dalam penelitian harus sudah valid dan realibel agar dapat digunakan dengan mudah oleh subjek penelitian [6]. Berikut ini adalah hasil uji validitas dan realibilitas kuesioner dengan menggunakan program SPSS 24.

Uji ini melibatkan 20 responden yang diberikan kuesioner, didapatkan angka pada table alphanya adalah :0,444 dan hasil uji validitasnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Kuesioner

No	Pertanyaan	P-value
1	a1	0.596
2	a2	0.542
3	a3	0.451
4	a4	0.594
5	a5	0.477
6	a6	0.67
7	a7	0.538
8	a8	0.514
9	a9	0.521
10	a10	0.459
11	a11	0.583
12	a12	0.683
13	a13	0.451
14	a14	0.58
15	a15	0.466

Karena semua nilai p-value menunjukkan angka dia tas 0.444 maka dapat dinyatakan bahwa item pertanyaan pada kuesioner penlilaian tingkat kepuasan terhadap layanan kantin adalah valid. Sedangkan uji realibilitasnya adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Realibilitas Kuesioner

No	Pertanyaan	Corbranch' Alpha
1	a1	0.705
2	a2	0.752
3	a3	0.721
4	a4	0.707
5	a5	0.719
6	a6	0.694
7	a7	0.752
8	a8	0.745
9	a9	0.702
10	a10	0.722
11	a11	0.738
12	a12	0.683
13	a13	0.762
14	a14	0.692
15	a15	0.720

Tabel diatas menunjukkan bahwa semua item pertenyaan adalah reliabel karena p-value lebih besar dari alpha table. Berdasarkan hasil tersebut maka kuesioner layak untuk disebar pada responden.

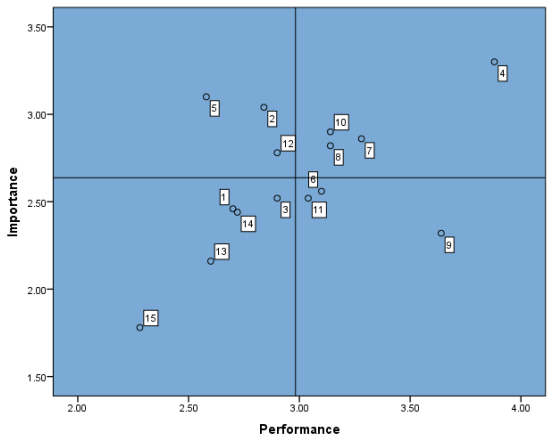
Analisis Tingkat Kepuasan Siswa Terhadap Layanan Kantin Sekolah

Setelah melakukan penyebaran kuesioner, dilakukan analisis tingkat kepuasan siswa dengan menggunakan dua metode yaitu Metode IPA dan CSI, berikut ini adalah hasil analisis dengan menggunakan kedua metode tersebut.

Analisis Tingkat Kepuasan dengan Metode IPA

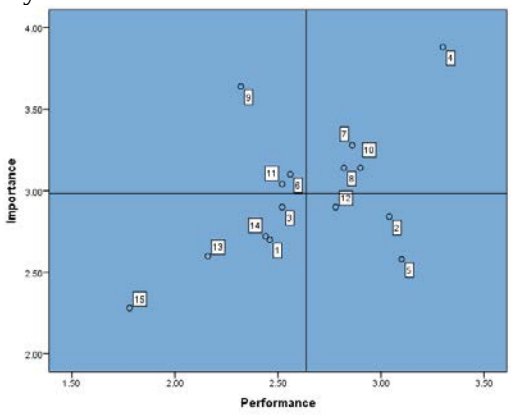
IPA analisis merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui skala prioritas yang harus diperhatikan oleh penyelenggara usaha. [7] Terdapat 4 kuadran yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Kuadran 1 yaitu kuadran yang berisi atribut penting yang enjadi perhatian konsumen namun kinerja penyedia layanan produk/jasa dinilai kurang
2. Kuadran 2 yaitu atribut yang dianggap penting oleh konsumen sudah dinilai baik dan harus dipertahankan oleh penyedia layanan produk/jasa
3. Kuadran 3 atribut yang dirasa tidak terlalu penting oleh konsumen sehingga tidak perlu diprioritaskan oleh penyedia layanan produk/jasa
4. Kuadran 4 adalaha kuadran yang berisi atribut yang tidak dianggap penting oleh konsumen sehingga tidak perlu mendapat prioritas dari penyedia layanan produk/jasa.



Gambar 4. Analisis IPA dari SMKN 4 Balikpapan

Berdasarkan kuadran diatas dapat disimpulkan bahwa di kantin SMKN 4 Balikpapan yang harus menjadi prioritas adalah atribut 5, 2, dan 12 yaitu kebersihan makanan, harga makanan dan penampilan pegawai kantin. Adapun pelayanan yang sudah baik adalah atribut 4,7,8,10 yaitu porsi makan, proses pembayaran, keramahan pelayanan, dan kemampuan komunikasi dengan pelanggan. Kemudian di kuadaran ketiga ada pelayanan yang dianggap tidak penting namun tetap harus ditingkatkan kualitasnya yaitu atribut 1,3,13,14,dan 15 lokasi, cita rasa, kebersihan lingkungan, keamanan dan fasilitas kantin. Sedangkan di kuadran 4 yaitu pelayanan yang dianggap tidak penting namun hasilnya memuasakan adalah atribut 9 dan 11 yaitu respon terhadap keluhan dan kesabaran dalam pelayanan.



Gambar 5. Analisis IPA di kantin SMK Panca Darma

Berdasarkan kuadran diatas dapat disimpulan bahwa di kantin SMKN 4 Balikpapan yang harus menjadi prioritas adalah atribut 9, 6, dan 10 yaitu respon terhadap keluhan konsumen, kemapuan berkomunikasi dan kecepatan pelayanan. Adapun pelayanan yang sudah baik adalah atribut 4,7,8,10 yaitu porsi makan, proses pembayaran, keramahan pelayanan, dan kemampuan komunikasi dengan pelanggan. Kemudian di kuadaran ketiga ada pelayanan yang dianggap tidak penting namun tetap harus ditingkatkan kualitasnya yaitu atribut 1,3,13,14,dan 15 lokasi, cita rasa, kebersihan lingkungan, keamanan dan fasilitas kantin. Sedangkan di kuadran 4 yaitu pelayanan yang dianggap tidak penting namun hasilnya memuasakan adalah atribut 2, 5, dan 12 yaitu harga makanan, kebersihan makanan dan penampilan pegawai kantin.

Hasil analisis dengan menggunakan metode IPA, dapat dilihat di SMKN 4 Balikapan yang perlu ditingkatkan salah satunya adalah kebersihan makanan, hal ini menujukkan bahwa siswa sangat mempedulikan kebersihan makanan karena kebersihan makanan penting dalam menjamin kesehatan siswa setelah dikonsumsi, hasil ini sejalan dengan penelitian

yang dilakukan oleh Wulansari, 2013, yang dilakukan di kantin IPB dimana kebersihan makanan menjadi atribut yang penting dalam menjamin mutu makanan yang dikonsumsi.[8]
Harga juga menempati kuadran 1, berdasarkan hasil wawancara responden yang telah bersekolah selama dua tahun menyatakan bahwa ada peningkatan harga makanan, hal ini masih dianggap wajar karena setiap tahun harga bahan makanan naik tiap tahun. Atribut lain yang masuk dalam kuadran 1 adalah penampilan pegawai kantin. Penampilan berpengaruh saat melakukan proses pelayanan di kantin sekolah, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggraini, 2015 yang menyatakan bahwa penampilan pegawai sangat berpengaruh pada kunjungan konsumen ke restoran, penampilan tersebut berupa kesigapan, keramahan, perhatian dan kesopanan pegawai.[9]
Sedangkan di SMK Panca Darma atribut yang masuk dalam kuadran 1 yaitu atribut respon terhadap keluhan, kemampuan berkomunikasi dan kecepatan pelayanan makanan. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kustiyoasih, 2017 yang menyatakan bahwa konsumen menjadi tidak berselera apabila menunggu makanan dalam waktu yang lama.[10] Keterlambatan penyajian makanan di kantin SMK Panca Darma terjadi karena tenaga kantin yang kurang, jumlah pegawai yang tidak seimbang dengan konsumen kantin membuat penyajian makanan menjadi lambat.

Analisis Tingkat Kepuasan dengan Metode CSI

Metode lain yang digunakan untuk memperkuat hasil analisis dengan metode IPA adalah dengan melakukan analisis CSI. Metode ini mengunakan skor rata-rata tingkat harapan dan tingkat persepsi dari masing masing atribut.[11] Untuk mendapatkan nilai CSI dilakukan perhitungan dengan membagi antara nilai Weights Score dengan skala minimum dan mengkalikan dengan 100%. Setelah melakukan perhitungan skor pada hasil yang didapat dari pengisian kuesioner yang diisi oleh siswa SMKN4 Balikpapan dan SMK Panca Darma Balikpapan didapatkan hasil CSI yaitu 0,75 untuk SMKN4 Balikpapan dan 0,66 untuk SMK Panca Darma Balikpapan. Indeks kepuasan tersebut berada antara rentang nilai 0,66-0,80 yang dapat diartikan bahwa siswa merasa puas dengan layanan kantin sekolah. Walaupun hasil CSI menyatakan demikian namun pihak sekolah erl mengevaluasi atribut yang ada pada IPA analisis sebagai upaya perbaikan pada layanan kantin sehingga kedepan kantin sekolah semakin maju dan berkembang

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas kinerja di kantin sekolah SMK Negeri 4 Balikpapan dan SMK Panca Darma Balikpapan belum secara keseluruhan memenuhi keinginan dan kebutuhan siswa seagai konsumen kantin. Hal tersebut ditunjukkan dengan beberapa atribut yang masuk dalam kuadran 1 antara lain : kebersihan makanan, harga makanan dan penampilan pegawai kantin.Respon terhadap keluhan konsumen, kemapuan berkomunikasi dan kecepatan pelayanan. Sedangkan berdasarkan analisis CSI siswa dikedua sekolah merasa sudah cukup puas dengan layanan kantin yang ditunjukkan dengan rentang nilai 0,66-0,80.

SARAN

Pihak sekolah perlu mengadakan perbaikan pada atribut yang masuk dalam kuadran 1 pada analisis IPA dengan tujuan agara performa kantin menjadi lebih baik dan dapat meningkatkan daya beli siswa di masing-masing sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada Politeknik Negeri Balikpapan yang telah mendanai riset ini. Terimakasih juga penulis sampaikan untuk SMKN 4 Balikpapan dan SMK Pancadarma Balikpapan yang telah bersedia menjadi tempat penelitian, seluruh siswa yang bersedia menjadi responden, enumerator dan rekan sejawat yang turut berpartisipasi sehingga penelitian ini dapa berjalan dengan lancer.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Sucipto, F. S. Rahman, and S. A. Mustaniroh, “Analisis Penilaian Konsumen terhadap Kinerja Kantin Perguruan Tinggi Analysis of Consumer ’ s Assessment to University Canteen Performance,” *Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 7, no. 2, pp. 95–106, 2018.

[2] M. Meftahudin, “Pengaruh Kualitas Pelayanan Dan Fasilitas Kantin Unsiq Terhadap Kepuasaan Pelanggan (Studi Kasus Pada Mahasiswa Unsiq),” *J. Penelit. dan Pengabdi. Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 5, no. 3, pp. 281–288,

2018.

[3] N. Akmal and D. D. Estellita, "Perbedaan Kepuasan Mahasiswa Terhadap Kualitas Produk Dan Pelayanan Di Unit Produksi / Kantin Tata Boga Pkk Unimed Berdasarkan Jenis Kelamin," *J. Pendidik. dan Teknol. Fak. Tek. Unimed*, vol. 14, 2012.

[4] J. Supranto, *Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan*, 3rd ed. Jakarta: Rineka Cipta, 2006.

[5] Stratford, "Stratford-on-Avon District Council Customer Satisfaction Index.," 2004. [Online]. Available: http%5C%5Cwww.stratford.gov.uk%5Ccomm%0Aunity%5Ccouncil-805.cfm.htm.

[6] Sugiyono, *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif R&D*. jakarta: Alfabeta, 2012.

[7] G. C. Tjiptono, Fandy., *Service, Quality, & Satisfaction, Edisi 3*. Yogyakarta: CV Andi, 2011.

[8] A. Wulansari, B. Setiawan, and T. Sinaga, "Penyelenggaraan Makanan Dan Tingkat Kepuasan Konsumen Di Kantin Zea Mays Institut Pertanian Bogor," *J. Gizi dan Pangan*, vol. 8, no. 2, p. 151, 2014.

[9] L. D. Anggraini, P. Deoranto, and D. M. Ikasari, "Analisis Persepsi Konsumen Menggunakan Metode Importance Performance Analysis Dan Customer Satisfaction Index the Analysis of Consumer Perception Used Importance Performance Analysis Method and," *J. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 74–81, 2015.

[10] M. P. Kustiyoasih, M. Adriani, and T. S. Nindya, "Penyelenggaraan Makanan Dan Kepuasan Konsumen Di Kantin Lantai 2 Rumah Sakit Universitas Airlangga Surabaya," *Media Gizi Indones.*, vol. 11, no. 1, p. 11, 2017.

[11] B. Simamora, *Panduan Riset Perilaku Konsumen*. Jakarta: Gramedia, 2004.

P-54

MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS KARAKTER DI MASA PANDEMI COVID 19

CHARACTER-BASED INTERACTIVE MULTIMEDIA IN THE PANDEMIC COVID 19

Jenri Ambarita
Institut Agama Kristen Negeri Ambon, Jl. Dolog Halong Atas, Ambon

**E-mail: jenriambarita7@gmail.com*

Diterima 18-10-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengembangkan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif untuk pembelajaran PAK SMP Kelas VII pada materi Indahnya mengampuni; 2) Mengetahui kelayakan multimedia interaktif berdasarkan penilaian ahli media, materi, bahasa, praktisi dan pendidikan karakter. Penelitian ini merupakan metode penelitian pengembangan (Research and Development) dengan menggunakan model pengembangan versi ADDIE. Adapaun tahapan dalam penelitian ini adalah : 1) Analysis meliputi studi lapangan dan studi literature; 2) Design meliputi pembuatan cakupan materi, flowchart dan storyboard; 3)Development meliputi pembuatan produk, validasi ahli materi, bahasa, media dan Implementation meliputi uji coba kelompok kecil melibatkan 11 orang peserta didik kelas 7 SMP N 6 Ratahan dan kelompok besar melibatkan 57 orang peserta didik (10 orang SMP N 54 Batam, 10 orang SMP N 2 Kairatu Barat dan 37 orang SMP Negeri 36 Batam). Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif yang dikonversikan ke data kualitatif dengan skala Likert. Hasil pengembangan multimedia interaktif menunjukkan bahwa: 1) Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif berhasil dikembangkan melalui beberapa tahapan, yaitu Analysis, Design, Development, dan Implementation, 2) Ahli materi memberikan nilai rata-rata keseluruhan 4,09 dengan kategori "Baik"; Ahli bahasa memberikan nilai rata-rata 4,2 dalam kategori "Baik"; Ahli media memberikan nilai rata-rata keseluruhan 4,4 dengan kategori "sangat baik"; dan Hasil uji coba pada peserta didik mendapatkan nilai rata-rata 4,2 dengan kategori "Baik". 3) Nilai-nilai yang terkandung dalam multimedia interaktif berdasarkan penilaian ahli pendidikan karakter dan guru PAK adalah: aspek materi adalah Religius, Jujur, Toleransi, cinta damai, Kreatif, Mandiri, Disiplin, Rasa Ingin Tahu, Tanggung jawab. Dan pada aspek media adalah Religius, Kreatif, Disiplin, Rasa ingin tahu, Jujur, Mandiri, Tanggung jawab. Dengan demikian, multimedia interaktif layak digunakan sebagai media pembelajaran PAK untuk kelas VII SMP pada materi Indahnya Mengampuni.

Kata Kunci: Multimedia Interaktif, Covid-19, Pendidikan Karakter

ABSTRACK

This study aims to 1) develop interactive multimedia-based learning media for Class VII PAK SMP class VII on the material Beautiful forgives; 2) Knowing the feasibility of interactive multimedia based on expert judgment on media, material, language, practitioners and character education. This research is a research and development method using the ADDIE version of the development model. The stages in this research are: 1) Analysis includes field studies and literature studies; 2) Design includes making material coverage, flowchart and storyboard; 3) Development includes making products, validating material, language, media and implementation experts including small group trials involving 11 grade 7 students at SMP N 6 Ratahan and large groups involving 57 students (10 students from SMP N 54 Batam, 10 people SMP N 2 Kairatu Barat and 37 people SMP Negeri 36 Batam). The data analysis technique used is quantitative descriptive analysis which is converted to qualitative data with a Likert scale. The results of the

development of interactive multimedia show that: 1) The development of interactive multimedia learning has been successfully developed through several stages, namely Analysis, Design, Development, and Implementation, 2) The material expert gave an overall average score of 4.09 in the "Good" category; The linguists gave an average score of 4.2 in the "Good" category; The media expert gave an overall average score of 4.4 in the "very good" category; and the results of trials on students got an average score of 4.2 in the "Good" category. 3) The values contained in interactive multimedia based on the assessment of character education experts and PAK teachers are: the material aspects are Religious, Honest, Tolerance, Peaceful, Creative, Independent, Discipline, Curiosity, Responsibility. And the media aspect is Religious, Creative, Discipline, Curiosity, Honest, Independent, Responsibility. Thus, interactive multimedia is appropriate for use as a PAK learning medium for grade VII SMP on the Beautifully Forgiving material.

Keywords: Interactive Multimedia, Covid-19, Character Education

PENDAHULUAN

Pendidikan abad 21 ditandai dengan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sebagai tuntutan era industry 4.0 [1]–[3]. Kemunculan covid-19 di tahun 2019 seolah mempercepat implementasi era industry 4.0 dalam seluruh aspek kehidupan manusia tidak terkecuali dengan dunia pendidikan [4]. WHO telah mengumumkan bahwa virus yang berawal dari kota Wuhan ini sebagai pandemi global [5]. Sebagai dampaknya membuat hampir seluruh Negara di dunia mengalami kesedihan yang mendalam karena banyaknya korban yang meregang nyawa [6]. Demikian halnya dengan pemerintah Indonesia melalui Presiden Jokowi secara resmi mengumumkan bahwa covid-19 sebagai bencana nasional non alam [7].

Berbagai himbauan dan peraturan di terapkan dalam masyarakat, mulai dari jaga jarak, rajin cuci tangan, pakai masker bahkan PSBB [8]. Pendidikan di masa pandemic covid-19 dituntut untuk tidak melaksanakan pembelajaran tatap muka, dengan tujuan untuk memutus mata rantai penyebaran covid 19 [9]. Dengan demikian, pembelajaran jarak jauh menjadi kebijakan yang diberlakukan oleh Negara yang terdampak virus corona termasuk dengan pendidikan di Indonesia [10].

Untuk menjamin kesehatan para peserta didik dan untuk memastikan pemenuhan hak belajar peserta didik di masa covid, maka pembelajaran akan tetap dilakukan dari rumah masing-masing [11], [12]. Pembelajaran jarak jauh atau belajar dari rumah menuntut peran aktif dari orang tua [13] sebagai pendamping bahkan menjadi actor yang menjalankan peran sebagai seorang guru [14], [15]. Selama ini orang tua mendidik anak untuk hal yang dasar seperti penguatan pendidikan keagamaan, kepatuhan terhadap segala aturan dan peraturan bahkan menerapkan kebiasaan yang baik [16]. Namun, peran orang tua mengalami pergeseran bahkan semakin meluas di masa pandemic covid-19 [15].

Pembelajaran yang diberlakukan di masa covid-19 telah menjawab tuntutan era industry 4.0 atau era digital yang ditandai dengan pemanfaatan teknologi [17]. Pemanfaatan teknologi (IPTEK) sudah sangat banyak digunakan untuk menyelesaikan persoalan kehidupan masyarakat, tidak terkecuali permasalahan dalam bidang pendidikan [4]. Namun, dalam penelitian yang dilakukan oleh Iskarim mengatakan bahwa kemajuan IPTEK dinilai belum mampu atau belum banyak dimanfaatkan untuk menumbuhkan moral para penggunanya [18]. Pernyataan ini semakin dikuatkan oleh Ningrum yang mengatakan bahwa kemajuan teknologi sangat banyak disalahgunakan oleh para remaja (pelajar) untuk hal yang kurang bermanfaat [19].

Hal lain yang juga terabaikan dalam pembelajaran jarak jauh adalah penguatan pendidikan karakter peserta didik. Kebijakan belajar dari rumah membuat guru tidak bisa secara langsung mendampingi/mengawasi peserta didik oleh karena itu peran orang tua sangatlah sentral saat belajar dari rumah. Beberapa penelitian menemukan bahwa peran orang tua semakin meluas saat kebijakan PJJ diberlakukan oleh pemerintah [14], [15]. Namun, peran orang tua sebagai pendamping akademik sangat sulit untuk diimplementasikan untuk masyarakat Kairatu secara umum dan orang tua siswa SMP 2 KB secara kusus.

Berbagai persepsi yang timbul dikalangan peserta didik dalam pembelajaran

jarak jauh di masa darurat covid-19. Dari informasi yang penulis himpun dari tiga orang tua peserta didik, setidaknya ada lima karakter yang mengalami perubahan dari peserta didik, diantaranya : 1) Peserta didik menjadi kurang disiplin dalam melaksanakan pembelajaran; 2) Kurang bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan; 3) Hilangnya kegiatan religious (bernyanyi dan berdoa) sebelum memulai kegiatan belajar; 4) Lebih memilih asal menjawab bahkan tidak mengerjakan ketika menghadapi kesulitan; 5) Menurunya semangat belajars sehingga terkadang menimbulkan konflik di dalam rumah. Hal ini tergambar dari situasi peserta didik yang ada di SMP Negeri 2 KB Selama pembelajaran jarak jauh pada masa darurat covid-19. Ini merupakan kemerosotan moral peserta didik selama pembelajaran dari rumah. Guru sebagai ujung tombak pendidikan dan peran guru PAK untuk memberikan penguatan karakter melalui iman kristiani menjadi bagian yang tidak bisa diabaikan pada masa darurat covid-19.

Pendidikan karakter merupakan pendidikan ikhwal karakter, atau pendidikan yang mengajarkan hakikat karakter dalam ketiga ranah cipta, rasa, dan karsa [20]. Branawi dalam [21] mendefinisikan pendidikan karakter sebagai sebuah usaha untuk mendidik anak-anak agar dapat mengambil keputusan dengan bijak dan mempraktikkannya dalam kehidupan sehari-hari sehingga mereka dapat memberikan kontribusi yang positif kepada lingkungannya.

Pendidikan karakter merupakan penanaman pembiasaan (*habituation*) kepada peserta didik sehingga menjadi paham secara kognitif, mampu merasakan secara afektif nilai-nilai yang baik dan mengaplikasikannya dalam prilaku yang disebut psikomotor [22]. Pendidikan karakter merupakan upaya untuk mengedukasi siswa agar bijak dalam mengambil keputusan dan mengaktualisasikannya dalam kehidupan sehari-hari, dan memberi kontribusi yang baik pada lingkungan [23], [24].

Pendidikan karakter adalah moralitas, kebaikan, sifat yang ditunjukkan dalam perbuatan [25]. Dari definisi-definisi di atas, dapat dikatakan bahwa pendidikan karakter dihubungkan dengan rencana/program sekolah, yang dirancang bersama lembaga masyarakat yang lain, untuk membentuk secara langsung dan sistematis perilaku peserta didik. Pendidikan karakter berorientasi pada pembentukan manusia yang berakhlak mulia dan berkepribadian luhur. Jadi, pendidikan karakter sebagai suatu usaha yang disengaja untuk membantu orang lain untuk mampu melakukan nilai-nilai etika yang baik dalam hidupnya sendiri, hubungannya dengan keluarga, masyarakat, bahkan untuk bangsa dan negara.

Dan di Indonesia sendiri, ada nilai-nilai ideal yang perlu dikembangkan melalui pendidikan karakter itu sendiri, yaitu: nilai-nilai agama, nilai budaya dan nilai-nilai yang terkandung dalam Pancasila. Menurut Mukhibat dalam [26] "Pendidikan karakter dalam sistem pendidikan nasional lebih mencerminkan paham obsulote moral dari pada relativism moral. Paham absolute moral ini dapat dilihat pada diangkatnya nilai-nilai Pancasila sebagai sumber pendidikan karakter, sehingga nilai dalam Pancasila baik secara politis dan yuridis telah menjadi kesepakatan bersama.

Adapun dua sumber nilai yang lain yakni agama dan budaya lebih berlaku paham pluralitas moral (bukan relativism moral), di mana pendidik dan praktisi pendidikan dapat mengurangi atau menambah nilai-nilai yang sejalan dengan masyarakat. Pendidikan karakter yang seperti itulah yang bisa dikatakan sebagai sesuatu yang otentik atau khas pendidikan karakter Indonesia."

Dan berdasarkan hasil penelitian [26] nilai yang dianggap layak untuk dikembangkan dalam pendidikan karakter kepada peserta didik baik melalui pemaksaan maupun pembiasaan yakni nilai kabajikan religius, jujur, disiplin, tanggung jawab, kerja keras, toleransi, cinta damai, peduli lingkungan sosial, dan patriotisme. Jadi, pendidikan karakter yang menjadi ciri khas pendidikan karakter Indonesia di antaranya adalah nilai kabajikan religius, jujur, disiplin, tanggung jawab, kerja keras, toleransi, cinta damai, peduli lingkungan sosial, dan patriotisme.

Pendidikan agama bukanlah satu-saunya mata pelajaran yang berperan dalam pembentukan karakter peserta didik, namun pendidikan agama merupakan mata pelajaran yang berperan penting dalam penguatan pendidikan karakter seseorang [27]–[29]. Mujizatullah mengatakan bahwa pendidikan agama memiliki peran yang besar dalam

menciptakan generasi-generasi berkarakter [30], [31]. Pernyataan ini juga didukung oleh Indarto yang mengatakan bahwa pendidikan agama sangat berperan dalam membentuk generasi yang berkarakter, beriman, berahlak dan mulia, karena pendidikan agama sangat erat hubungannya dengan penciptanya [32].

Dalam peraturan pemerintah [33] tentang Pendidikan Agama dan Pendidikan Keagamaan pasal 1 mengatakan bahwa "Pendidikan agama adalah pendidikan yang memberikan pengetahuan dan membentuk sikap, kepribadian, danketerampilan peserta didik dalam mengamalkan ajaran agamanya, yang dilaksanakan sekurang-kurangnya melalui mata pelajaran/kuliah pada semua jalur, jenjang, dan jenis pendidikan". Dalam pasal 2 dikatakan bahwa"Pendidikan agama berfungsi membentuk manusia Indonesia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa serta berakhlak mulia dan mampu menjaga kedamaian dan kerukunan hubungan inter dan antar umat beragama".

Salah satu alternative dalam memperlancar proses pembelajaran pendidikan agama adalah dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi yang salah satunya adalah multimedia edukasi. Arsyad mengatakan bahwa multimedia yang umumnya dikenal dewasa ini adalah berbagai macam kombinasi grafis, teks suara, video, dan animasi.Penggabungan ini merupakan suatu kesatuan yang secara bersama-sama menampilkan informasi, pesan, atau isi pelajaran [34]. Bahan ajar multimedia mampu memfasilitasi peserta didik yang memiliki gaya belajar visual, auditori, maupun kinestetik sehingga semua peserta didik dapat belajar secara optimal. Pada multimedia interaktif edukasi ini peserta didik dapat secata aktif memilih materi yang ingin dipelajari, peserta didik juga dapat belajar dengan simuasi maupun permainan/simulasi soal yang disediakan dalam bentuk yang kreatif dan tentunya edukatif. Dalam hal ini, peran guru sebagai fasilitator pembelajaran senantiasa dituntut untuk terus berinovasi untuk menciptakan dan mengembangkan proses pembelajaran yang efektif, kreatif dan bersifat mendidik.

Pemanfaatan berbagai sumber media yang salah satunya adalah multimedia interaktif diharapkan mampu meningkatkan kreatifitas guru dalam menerapkan proses pembelajaran agama Kristen. Namun, pada kenyataannya belum banyak guru PAK yang mampu mengembangkan pembelajaran berbasis computer dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan keterampilan. Pendidikan agama seringkali dilaksanakan dengan metode konvensional yang berpusat kepada guru. Hal ini menyebabkan siswa kurang tertarik dengan materi yang kita sampaikan, hal ini menyebabkan pemahaman agama mereka bisa menjadi rendah.

Studi lapangan yang telah peneliti lakukan pada bulan Juni 2020 di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Kairatu Barat, informasi yang peneliti dapatkan dari guru Agama Kristen sekaligus bagian kurikulum [35] dan Kepala sekolah [36] mengatakan bahwa pembelajaran yang diterapkan selama covid-19 adalah penugasan tanpa ada interaksi lain untuk menjelaskan materi pembelajaran. Informasi yang penulis juga temukan bahwa guru-guru di sekolah tersebut memiliki laptop, android atau computer, demikian halnya dengan peserta didik juga 70% memiliki Android yang seharusnya bisa dimanfaatkan untuk mendukung aktifitas pembelajaran. Namun, kenyataannya tidak dimanfaatkan untuk melaksanakan pembelajaran online di masa pandemic covid-19. Sebagaimana temuan-temuan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perangkat *mobile* bisa dimanfaatkan untuk pembelajaran [37]–[39]. Masih berdasarkan wawancara bersama guru PAK di SMP N 2 KB mengatakan bahwa guru menggunakan aplikasi whatsaap hanya untuk mengingatkan pengumpulan tugas yang telah diberikan.

Sejumlah siswa kelas 7 SMP N 2 KB mengatakan bahwa, mereka cenderung merasa jenuh dan cepat bosan saat belajar sendiri di rumah. Setiap hari mereka diperhadapkan dengan tugas yang banyak dari setiap mata pelajaran berbeda tanpa ada penjelasan materi dari guru. Hal ini menjadi keluhan banyak peserta didik sehingga banyak yang tidak mengerjakan tugas dan bahkan asal menjawab tanpa pemahaman yang benar. Hal ini dikhawatirkan akan membuat anak kehilangan konsep inti dari kurikulum yang seharusnya dikuasai lebih dulu sebagaimana disampaikan oleh Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan (Kabalitbang dan Perbukuan) Totok Suprayitno.

Multimedia interaktif yang mendukung pembelajaran pendidikan agama Kristen masih jarang dijumpai. Guru kurang kreatif dalam mengembangkan media dan memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran pendidikan agama. Hal ini akan sangat berdampak terhadap hasil belajar siswa yang kurang optimal sehingga perubahan karakter yang kita targetkan tidak tercapai. Multimedia interaktif berbasis karakter merupakan perpaduan berbagai media dan bersifat interaktif (saling mempengaruhi atau ada hubungan timbal balik antara media dan penggunanya) yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk menyampaikan informasi atau isi pembelajaran dengan memadukan nilai-nilai karakter yang tertuang dalam media berupa isi materi, contoh-contoh soal, maupun soal latihan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan [26].

Beberapa penelitian terdahulu mengatakan bahwa media pembelajaran yang menarik, interaktif akan membuat peserta didik merasa senang atau termotivasi dalam belajar [31], [40]. Selain itu, media pembelajaran yang interaktif juga mampu meningkatkan hasil belajar siswa [41]–[44], memberikan penguatan terhadap karakter siswa [26], [45] seperti kemandirian [10], [44], [46], [47] bahkan media interaktif juga mampu mendayagunakan kemampuan berpikir tingkat tinggi seorang anak [48]. Namun, media pembelajaran interaktif untuk pembelajaran Pendidikan Agama Kristen masih sangat terbatas, oleh karena itu sangat penting untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif dalam semua mata pelajaran dan tidak terkecuali dengan pembelajaran Pendidikan Agama Kristen.

METODOLOGI

Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model penelitian yang di adaptasi dari model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, dan Evaluate)*. Model ADDIE mulai ada pada tahun 1990-an yang dikembangkan oleh Dick dan Carry. Model ADDIE digunakan untuk menjadi pedoman dalam pengembangan dalam membangun perangkat dan infrastruktur program pelatihan yang efektif. Model ADDIE meliputi lima tahapan, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evalution.* Namun, pada penelitian pengembangan ini hanya dilakukan 4 tahap yaitu *Analysis, Design, Development,* dan *Implementation.* Dikarenakan penelitian pengembangan ini hanya menilai kelayakan produk dan tidak sampai menilai keefektifan dari produk media pembelajaran berbasis multimedia interaktif.

Penelitian ini dilakukan di beberapa SMP Negeri 2 Kairatu Barat, SMP Negeri 6 Ratahan, SMP Negeri 36 Batam, SMP Negeri 54 Batam. Adapaun road map kegiatan penelitian yang dilakukan adalah (1) Analysis, pada tahap ini peneliti melakukan observasi untuk analisis kebutuhan disekolah SMP Negeri 2 KB dan guru PAK Indonesia melalui angket dan wawancara, (2) Design, tahapan ini peneliti merancang media pembelajaran interaktif untuk kemudian dikembangan, (3) Development, pada tahapan ini peneliti mengembangkan media interaktif sesuai dengan rancangan yang telah dibuat berupa flowchart, setelah dikembangkan selanjutnya dilakukan validasi oleh ahli materi, media, bahasa, (4) Selanjutnya hasil pengembangan media interaktif akan diuji coba melalui kegiatan PBM di SMP N 6 Ratahan untuk skala kecil dan SMP N 2 KB, SMP N 36 Batam, SMP N 54 Batam untuk skala besar.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1) Daftar wawancara (2) lembar validasi media pembelajaran, dan (3) lembar uji kelayakan. Data yang diperoleh melalui uji coba diklasifikasikan menjadi dua, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa kritik dan saran yang dikemukakan oleh ahli materi, ahli media, dan peserta didik dihimpun untuk memperbaiki produk media pembelajaran berbasis multimedia interaktif ini. Data kuantitatif yang diperoleh dari kuesioner selanjutnya dikonversikan ke data kualitatif dengan skala 5 (skala *Likert*) untuk mengetahui kualitas dengan keterangan Skor 1 untuk kategori “sangat kurang”, skor 2 untuk kategori “kurang”, skor 3 untuk kategori “cukup Baik”, skor 4 untuk kategori “baik”, dan skor 5 untuk kategori “Sangat baik”. Konversi skala lima tersebut menggunakan acuan konversi pada Pendekatan Acuan Patokan (PAP) yang dikembangkan oleh Eko Putro Widoyoko (2009;238).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menjawab dua pertanyaan penelitian tentang pengemabangan multimedia interaktif pada mata pelajaran Pendidikan

Agama Kristen sebagai upaya penguatan pendidikan karakter, yaitu : Proses pengembangan media pembelajran interaktif, dan kelayakan multimedia interaktif menurut ahli materi, media, bahasa dan praktisi.

Penelitian pengembangan (*Research and Development*) mengadopsi langkah-langkah penelitian dan pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Dick and Carry dalam mendesain pembelajaran [49] yang meliputi : *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluations*. Namun penelitian hanya dibatasi sampai pada tahap *Implementation* untuk mengetahui kelayakan produk (multimedia interaktif). Adapun langkah-langkah penelitiannya adalah sebagai berikut : Endang Mulyatiningsih. (2012).

Tahap Analisis *(Analysis)*

Tahapan ini merupakan tahapan yang sangat penting yang harus dilaksanakan pada awal seluruh kegiatan penelitian dan pengembangan.

Studi lapangan

Studi lapangan ini peneliti lakukan di sekolah SMP Negeri 2 Kairatu Barat. Berdasarkan hasil pengamatan yang peneliti temukan pada awal bulan Juni 2020, pembelajaran dari rumah telah diberlakukan sejak bulan April 2020. Namun, pembelajaran yang berlangsung dari rumah boleh dikategorikan tidak efektif. Pembelajaran yang diterapkan oleh guru umum dan guru PAK di SMP N 2 Kairatu hanya dengan pemberian tugas kepada para peserta didik. Pembelajaran online menjadi solusi alternative yang banyak diimplementasikan oleh banyak lembaga pendidikan, namun tidak untuk SMP N Kairatu Barat.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan multimedia interaktif sangat urgen untuk dilaksanakan, karena media ini sangatlah dibutuhkan oleh peserta didik dan para pendidik untuk mendukung proses pembelajaran. Hal ini diharapkan mampu memotivasi para peserta didik untuk belajar, dan bisa digunakan secara mandiri karena media ini didesain menarik dan interaktif. Media pembelajaran interaktif memiliki banyak kelabihan, yakni dapat menampilkan gambar, animasi, suara, music pendukung yang membantu peserta didik brinteraksi dengan sumber belajar.

Tahap Perencanaan *(Design)*

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah pengembang peroleh dari studi literatur ataupun studi lapangan, maka pengembang merancang media pembelajaran yang akan digunakan untuk bisa menjawab kebutuhan dari permasalahan tersebut. Pada tahap ini, pengembang melakukan beberapa kegiatan dalam perencanaan, yaitu sebagai berikut : 1) Pembuatan *Flowchart*, 2) Pembuatan *Storyboard*.

Tahap *Development*

Pembuatan Media pembelajaran interaktif

Pengembangan media pembelajaran ini dikembangkan dengan menggunakan Powerpoint 2010 dengan bantuan beberapa aplikasi pendukung seperti *Filmora Video*, *Coreldraw* dan *Powerpoint*. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengembangan multimedia pembelajaran interaktif : Tahap Intro, *Opening* (Bernyanyi dan Berdoa), Apersepsi Judul, Menu Utama.

Setelah melakukan revisi produk Multimedia interaktif berdasarkan saran dan komentar dari para ahli, maka dilanjutkan dengan penilaian tahap 2 oleh para ahli. Penilaian tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dikembangkan dan jika hasil tersebut dinyatakan layak maka, multimedia pembelajaran interaktif siap di uji cobakan kepada siswa dan pengguna. Hasil validasi yang berupa data kuantitatif selanjutnya dikonversikan ke dalam data kualitatif dengan skala 5.

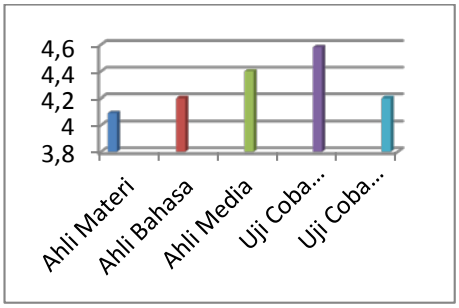
IMPLEMENTATION

Setelah produk melalui tahap validasi oleh ahli materi,bahasa, dan media, selanjutnya pengembang melakukan revisi atau perbaikan sesuai dengan saran dari para ahli. Setelah revisi, maka pengembang melanjutkan ketahap selanjutnya untuk uji kelayakan berdasarkan penilaian ahli dan praktisi. Berdasarkan hasil penilaian kelayakan oleh ahli materi, bahasa, media dan praktisi maka media pembelajaran interaktif dinyatakan layak dengan rincian sebagai berikut:

Table 1. Hasil Penilaian Multimedia Interaktif Secara Keseluruhan

Validasi oleh Ahli Materi		
Aspek	**Nilai rata-rata**	**Kategori**
Pembelajaran	3,88	Baik
Isi	4,3	Baik
Nilai rata-rata	**4,09**	**Baik**
Validasi oleh Ahli Bahasa		
Kejelasan dan kesesuaian ejaan	**4,2**	**Baik**
Validasi oleh Ahli Media		
Aspek	**Nilai rata-rata**	**Kategori**
Tampilan	4,45	Sangat Baik
Pemograman	4,35	Sangat Baik
Rata-rata Skor	**4,4**	**Sangat Baik**
Penilaian Oleh Siswa Uji Coba Kelompok Kecil		
Aspek	**Nilai rata-rata**	**Kategori**
Isi/materi	4,71	Sangat Baik
Pembelajaran	4,64	Sangat Baik
Tampilan	4,45	Sangat Baik
Nilai rata-rata	**4,58**	**Sangat Baik**
Penilaian Oleh Siswa Uji Coba Kelompok Besar		
Aspek	**Nilai rata-rata**	**Kategori**
Isi/materi	4,30	Sangat Baik
Pembelajaran	4,32	Sangat Baik
Tampilan	4,15	Baik
Nilai rata-rata	**4,2**	**Baik**

Mengacu pada tabel hasil dari keseluruhan penilaian yang dilakukan di atas, dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 1. Penilaian Multimedia Interaktif Secara Keseluruhan

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah penulis paparkan, maka penulis menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi Indahnya Mengampuni memberikan output berupa CDR atau link pembelajaran. Pengembangan media pembelajaran ini dilakukan melalui 4 tahap yaitu:
   a. ***Tahap analisis.*** Tahapan awal dari penelitian pengembangan ini adalah menganalisis literatur dan data di lapangan, adapun hasilnya adalah sebagai berikut : 1) Guru Pendidikan Agama Kristen tidak pernah memanfaatkan teknologi (Laptop, komputer, Android) untuk mendukung proses pembelajaran; 2) Guru Pendidikan Agama Kristen hanya memberikan tugas kepada peserta didik sejak kebijakan belajar dari rumah diterapkan; 3) Guru Pendidikan Agama Kristen menggunakan aplikasi Whatsapp hanya untuk berkomunikasi dengan orang tua dan siswa dalam rangka mengingatkan tugas yang telah diberikan oleh guru; 4) Peserta didik merasa bosan dan tidak paham untuk mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru. 5) Orang tua tidak memiliki waktu untuk mendampingi peserta didik saat belajar di rumah, hal ini terjadi karena tuntutan ekonomi masyarakat yang masih tergolong pada ekonomi lemah. 6) Guru PAK menggunakan RPP 1 Lembar berdasarkan surat edaran terbaru oleh kemendikbud, 7) Menggunakan kurikulum 2013. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, maka diperlukan media pembelajaran yang bisa merangsang dan membangkitkan semangat belajar siswa, serta media pembelajaran yang bisa digunakan baik secara individu maupun kelompok. Diperlukan media pembelajaran yang bisa menumbuhkan kemandirian belajar siswa dengan menciptakan media ahkan soal-soal interaktif.
   b. ***Tahap perencanaan,*** Tahap perencanaan dilakukan setelah tahap analisis, analisis akan berguna sebagai acuan dalam merencanakan bentuk

dari pengembangan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Tahap perencanaan meliputi perumusan tujuan pembelajaran, indikator pembelajaran, pembuatan *Flowchart*, dan *Storyboard* media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi indahnya mengampuni.

c. ***Tahap pengembangan,*** Tahap pengembangan dilakukan setelah tahap perencanaan. Tahap pengembangan produk media pembelajaran mencakup dengan pembuatan media pembelajaran, validasi ahli materi, ahli bahasa dan ahli media.

d. ***Tahap implementasi,*** Tahap implementasi dilakukan melalui dua tahap yaitu 1) uji coba kelompok kecil yang melibatkan 10 orang siswa kelas 7 SMP N 6 Ratahan, dan 2) uji coba kelompok besar yang melibatkan 57 orang siswa SMP yang terdiri dari 57 orang siswa SMP N 36, 10 orang siswa SMP N 54 Batam dan 10 orang siswa SMP N 2 Kairatu Barat.

2. Penilaian media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi indahnya mengampuni. Dari aspek isi/ materi mendapatkan nilai 4,3 pada kategori sangat baik dan dinyatakan sangat layak. Pada aspek pembelajaran dengan nilai rata-rata 3,88 pada kategori baik dan dinyatakan layak oleh ahli materi. Dari aspek bahasa dengan nilai rata-rata 4,2 dalam kategori baik dan dinyatakan layak oleh ahli bahasa. Pada asek tampilan dengan nilai rata-rata 4,45 dalam kategori sangat baik dan dinyatakan sangat layak. Pada aspek pemograman dengan nilai rata-rata 4,35 dengan kategori sangat baik dinyatakan sangat layak oleh ahli media. Sedangkan pada uji coba kelompok kecil dengan nilai rata-rata 4,51 dalam kategori sangat baik dan dinyatakan sangat layak. Pada uji coba kelompok besar dengan nilai rata-rata 3,96 pada kategori baik dinyatakan layak oleh praktisi atau siswa sebagai pengguna.

Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas pendidikan, yaitu dengan peningkatan kualitas media pembelajaran itu sendiri. Berdasarkan hasil pada setiap uji yang dilakukan, multimedia pembelajaran interaktif hasil pengembangan dinyatakan layak dan efektif digunakan sebagai sumber sekaligus media pembelajaran untuk meningkatkan nilai-nilai karakter peserta didik. Nilai-nilai karakter yang terkandung dalam multimedia interaktif hasil pengembangan sudah disajikan dan masuk kategori baik. Produk ini tidak sampai pada pengujian keefektifan peningkatan nilai karakter peserta didik, akan tetapi dengan adanya program ini diharapkan dapat merangsang dan memotivasi peserta didik untuk menumbuhkan nilai-nilai karakter sesuai jati diri bangsa Indonesia.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, maka produk media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada Kompetensi Dasar Indahnya Mengampuni layak digunakan sebagai media pembelajaran bagi siswa kelas VII SMP Negeri 2 Kairatu Barat.

SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian dan kesimpulan dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Diharapkan program pengembangan ini bisa dijadikan program sekolah sehingga memungkinkan guru untuk mengembangkan media pembelajaran pada materi yang lain.
2. Hendaknya implementasi tidak dilakukan pada satu sekolah saja, sehingga dapat melihat kebermanfaatan media pada sekolah lain.
3. Diharapkan pengembangan media pembelajaran selanjutnya tidak hanya sampai tahap penilaian kelayakan saja, hendaknya menilai media pembelajaran sampai pada keefektifan media pembelajaran pada proses pembelajaran.
4. Diharapkan pada penelitian atau pengembangan selanjutnya boleh mengembangkan media pembelajaran lainnya dengan aplikasi-aplikasi yang familiar dengan guru sehingga guru dengan mudah mempelajari dan mengembangkannya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada SMP Negeri 2 Kairatu Barat yang selalu bersedia memberikan informasi yang akurat untuk penyelesaian tulisan ini. Demikian juga dengan orang-orang yang terlibat secara langsung ataupun tidak dalam penyelesaian tulisan ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Pakpahan And Y. Fitriani, "Analisa Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Pembelajaran Jarak Jauh Di Tengah Pandemi Virus Corona Covid-19," *J. Inf. Syst. Applied, Manag. Account. Res.*, Vol. 4, No. 2, 2020.

[2] D. Yunita And A. Wijayanti, "Pengaruh Media Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Ipa Ditinjau Dari Keaktifan Siswa," *Sosiohumaniora J. Ilm. Ilmu Sos. Dan Hum.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 153–160, 2017, Doi: 10.30738/Sosio.V3i2.1614.

[3] J. Mcgrath And J. Fischetti, "What If Compulsory Schooling Was A 21st Century Invention? Weak Signals From A Systematic Review Of The Literature," *Int. J. Educ. Res.*, Vol. 95, No. November 2018, Pp. 212–226, 2019, Doi: 10.1016/J.Ijer.2019.02.006.

[4] J. Ambarita, H. Helwaun, And L. Van Houten, "Workshop Pembuatan E-Book Sebagai Bahan Ajar Elektronik Interaktif Untuk Guru Indonesia Secara Online Di Tengah Covid 19," *Community Engagem. Emerg. J.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 44–57, 2020, Doi: Https://Doi.Org/10.37385/Ceej.V2i1.136.

[5] Laura Elvina, "Who Tetapkan Wabah Virus Corona Sebagai Pandemi Global," *Kompas Tv Internasional*, 2020. Https://Www.Kompas.Tv/Article/70893/Who-Tetapkan-Wabah-Virus-Corona-Sebagai-Pandemi-Global.

[6] E. Mahase, "Coronavirus Covid-19 Has Killed More People Than Sars And Mers Combined, Despite Lower Case Fatality Rate," *Bmj*, Vol. 368, No. February, P. M641, 2020, Doi: 10.1136/Bmj.M641.

[7] Kepres Nomor 12, "Bencana Nonalam Penyebaran Corona Virus Disease 2019 Sebagai Bencana Nasional," *Fundam. Nurs.*, No. 01, P. 18=30, 2020.

[8] Peraturan Pemerintah Nomor 21, "Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2020 Tentang Pembatasan Sosial Berskala Besar Dalam Rangka Percepatan Penanganan Coronavirus Disease 2019/Covid-19," Vol. 2019, No. 022868, P. 8, 2020.

[9] Z. I. Almarzooq, M. Lopes, And A. Kochar, "Virtual Learning During The Covid-19 Pandemic: A Disruptive Technology In Graduate Medical Education," *J. Am. Coll. Cardiol.*, Vol. 75, No. 20, Pp. 2635–2638, 2020, Doi: 10.1016/J.Jacc.2020.04.015.

[10] F. Firman And S. Rahayu, "Pembelajaran Online Di Tengah Pandemi Covid-19," *Indones. J. Educ. Sci.*, Vol. 2, No. 2, 2020, Doi: 10.31605/Ijes.V2i2.659.

[11] Kemendikbud Republik Indonesia, "Surat Edaran Nomor 14 2019," P. 2, 2019.

[12] M. P. Dan K. R. Indonesia, "Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2o2o Tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan Dalam Masa Darurat Penyebaran Co Ro Naviru S D/Sease (Covid- 1 9)," P. 300, 2020.

[13] A. P. Kasih, "Survei Unicef: 66 Persen Siswa Mengaku Tak Nyaman Belajar Di Rumah," *Kompas.Com*, 2020.

[14] D. Ayuni, T. Marini, M. Fauziddin, And Y. Pahrul, "Kesiapan Guru Tk Menghadapi Pembelajaran Daring Masa Pandemi Covid-19," Vol. 5, No. 1, Pp. 414–421, 2020, Doi: 10.31004/Obsesi.V5i1.579.

[15] Agustien Lilawati, "Peran Orang Tua Dalam Mendampingi Anak Di Masa Pandemi Covid-19," *J. Pendidik. Anak Usia Dini*, Vol. 5, No. 1, Pp. 241–256, 2021, Doi: 10.31004/Obsesi.V5i1.541.

[16] Nurlaeni And Y. Juniarti, "Peran Orang Tua Dalam Mengembangkan Kemampuan Bahasa Pada Anak Usia 4-6 Tahun," *J. Pelita Paud*, Vol. 2, No. 1, Pp. 51–62, 2017, Doi: 10.33222/Pelitapaud.V2i1.196.

[17] Abdul Muis Joenaidy, *Konsep Dan Strategi Pembelajaran Di Era Industri 4.0*. Yogyakarta: Laksana, 2019.

[18] Mochammad Iskarim, "Dekadensi Moral Di Kalangan Pelajar (Revitalisasi Strategi Pai Dalam Menumbuhkan Moralitas Generasi Bangsa)," *Edukasia Islam.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–20, 2016.

[19] D. Ningrum, "Kemerosotan Moral Di Kalangan Remaja: Sebuah Penelitian Mengenai Parenting Styles Dan Pengajaran Adab Diah Ningrum Sekolah Menengah Islam Terpadu (Smit) Al Marjan," *Unisia*, Vol. Xxxvii, No. 82, Pp. 18–30, 2015.

[20] B. Dalyono And Enny Dwi Lestariningsih, "Implementasi Penguatan Pendidikan Karakter Di Sekolah," *Bangun Rekaprima*, Vol. 3, No. 3, Pp. 33–42, 2017, Doi: 10.1111/J.1469-8986.1974.Tb00542.X.

[21] H. S. Rantauwati, "Kolaborasi Orang Tua Dan Guru," Pp. 116–130, 2019.

[22] D. Purwanti, "Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan Dan Implementasinya," *Dwija Cendekia J. Ris. Pedagog.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 14–20, 2017, Doi: 10.20961/Jdc.V1i2.17622.

[23] Najib, *Manajemen Strategi Pendidikan Karakter Bagi Anak Usia Dini*. Yogyakarta: Gaya Media, 2016.

[24] Drs. Anas Salahudin And S. A. Irwanto Alkrienchiechie, *Pendidikan Karakter*. Bandung: Pustaka Setia, 2014.

[25] Muhammad Yamin, *Pendidikan Karakter : Landasam, Pilar & Implementasi*. Jakarta: Prenada Meida, 2016.

[26] J. Syahbrudin, "Multimedia Interaktif Berbasis Karakter Sebagai Upaya Peningkatan Nilai-Nilai Karakter Dan Interactive Multimedia Based On Character As Efforts To Improve The Value Of Character And The High Order Thinking Skills," Vol. 3, No. 1, Pp. 7–13, 2018.

[27] N. Ainiyah, "Pembentukan Karakter Melalui Pendidikan Agama," *Al-Ulum J. Stud. Islam*, Vol. 13, No. 1, Pp. 25–38, 2013.

[28] T. Tafonao, "Peran Pengajaran Pendidikan Agama Kristen Dalam Keluarga Sangat Penting Untuk Diajarkan Kepada Anak-Anak, Baik Dalam Keluarga, Sekolah, Di Tempat Ibadah Dan Masyarakat, Agar Kelak Anak-Anak Dapat Menghadapi Setiap Problem Secara Kognitif, Afektif Dan Psik," *Edudikara J. Pendidik. Dan Pembelajaran*, Vol. 3, No. 2, P. 125, 2018.

[29] L. D. Sagala, "Peran Pendidikan Agama Kristen Dalam Menghadapi Perubahan Sosial," *J. Simpson J. Teol. Dan Pendidik. Agama Kristen*, Vol. 1, No. 1, P. 48, 2017.

[30] M. Mujizatullah, "Inovasi Pembelajaran Agama Kristen Di Sma Oikumene Kendari," *Al-Qalam*, Vol. 21, No. 2, P. 361, 2016, Doi: 10.31969/Alq.V21i2.236.

[31] E. Pujiasih And S. M. A. N. Bantul, "Membangun Generasi Emas Dengan Variasi Pembelajaran Online Di Masa Pandemi Covid-19 Building A Golden Generation By Applying Various Online Learning In The Pandemic Of Covid-19," *J. Karya Ilm. Guru*, Vol. 5, No. 1, Pp. 42–48, 2020.

[32] H. Wijaya, S. Tinggi, And F. Jaffray, "" Pengemban Ngan Model Pembela Ajaran Pendidikan A Agama Kriste En Di Sekollah Dasa Melalui Pendekata R An Kontek Stual (Co Contextual Teaching And Lear Ing)," No. August 2010, 2010.

[33] P. A. Dan P. Keagamaan, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2007 Tentang," *2007*, Vol. 67, No. 6, Pp. 14–21, 2007.

[34] Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran*.

Jakarta: Raja Grafindo, 2015.

[35] Corlina, "Pembelajaran Pak Di Masa Pandemi Covid-19, Telephone Interview. 04 Juni 2020," Kairatu, 2020.

[36] J. A. Saija, "No Title," Kairatu, 2020.

[37] A. T. Korucu And A. Alkan, "Differences Between M-Learning (Mobile Learning) And E-Learning, Basic Terminology And Usage Of M-Learning In Education," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, Vol. 15, Pp. 1925–1930, 2011, Doi: 10.1016/J.Sbspro.2011.04.029.

[38] Y. Bilfaqih And M. N. Qomarudin, *Esensi Pengembangan Pembalajaran Daring*, 1st Ed., Vol. 1, No. 1. Deepublish, 2015.

[39] Y. Efendi, Lusiana, And R. Muzawi, "Workshop Mobile Learning Menuju Sekolah Berbasis Digital Pada Smk Negeri 1 Siak Kecil," □□□□ □□ى□ □□□□□ى□, Vol. 8, No. 4. Pp. 214–242, 2011, Doi: 10.21608/Jfe.2011.92924.

[40] Z. Jamilah, T. Raharjo, And Samsudi, "Keefektifan Multimedia Interaktif Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Menggambar Busana Siswa Smk Negeri 6 Semarang," *Innov. J. Curric. Educ. Technol.*, Vol. 1, No. 1, 2012, Doi: 10.15294/Ijcet.V1i1.126.

[41] E. Wicaksana, "Efektifitas Pembelajaran Menggunakan Moodle Terhadap Motivasi Dan Minat Bakat Peserta Didik Di Tengah Pandemi Covid -19," *Eduteach J. Edukasi Dan Teknol. Pembelajaran*, Vol. 1, No. 2, 2020, Doi: 10.37859/Eduteach.V1i2.1937.

[42] D. Priyanto, "Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Komputer," Vol. 14, No. 1, Pp. 1–13, 2009.

[43] A. A. Candra And M. S. Masruri, "Pengembangan Multimedia Interaktif Dengan Pendekatan Saintifik Untuk Pembelajaran Pkn Smp," *Harmon. Sos. J. Pendidik. Ips*, Vol. 66, No. 2, Pp. 37–39, 2015, Doi: Https://Doi.Org/10.21831/Hsjpi.V2i2.7662.

[44] S. Sohibun And F. Y. Ade, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Virtual Class Berbantuan Google Drive," *Tadris J. Kegur. Dan Ilmu Tarb.*, Vol. 2, No. 2, P. 121, 2017, Doi: 10.24042/Tadris.V2i2.2177.

[45] Nurudin, "Pengembangan Media Interaktif Pembelajaran Berbasis Pendidikan Budaya Dan Karakter Pada Mata Pelajaran Ips Kelas V," Universitas Lampung, 2017.

[46] M. Sobri And Moerdiyanto, "The Effect Of Discipline And Autonomy Learning On The Learning Achievement In Economics Subject," *J. Harmon. Sos.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 43–56, 2014.

[47] A. Sadikin And A. Hamidah, "Pembelajaran Daring Di Tengah Wabah Covid-19," *Biodik*, Vol. 6, No. 2, Pp. 109–119, 2020, Doi: 10.22437/Bio.V6i2.9759.

[48] D. Avianty And D. A. S. Cipta, "Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Masalah Untuk Mendayagunakan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Siswa Sekolah Dasar," *Aksioma J. Progr. Stud. Pendidik. Mat.*, Vol. 7, No. 2, P. 237, 2018, Doi: 10.24127/Ajpm.V7i2.1503.

[49] E. Mulyatiningsih, *Metoode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta, 2012.

P-55

MODEL PEMBERDAYAAN EKONOMI MASYARAKAT ADAT SEBAGAI STRATEGI DALAM PERCEPATAN PEMBANGUNAN EKONOMI NASIONAL (STUDI KASUS ADAT BETAWI DKI JAKARTA)

MODEL OF ECONOMIC EMPOWERMENT OF INDIGENOUS PEOPLES AS A STRATEGY IN ACCELERATING NATIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT (CASE STUDY OF BETAWI CUSTOM, IN DKI JAKARTA)

Dr. I Wayan Ruspendi Junaedi[1*], Dr. I Wayan Damayana[2], Dr. Dermawan Waruwu[3]
[1,2,3] *Universitas Dhyana Pura, Jl. Raya Padang Luwih Tegal Jaya, Dalung, Kuta, Badung*

[*]*E-mail: ruspendijunaedi@undhiraBali.ac.id*

Diterima 01-10-2020	Diperbaiki 11-10-2020	Disetujui 25-10-2020

ABSTRAK

DKI Jakarta adalah ibu kota Indonesia yang sistem perekonomian sudah terbuka seluruh komponen perekonomian berada diJakarta. Namun pada prakterknya Jakarta masih memiliki sistem adat yaitu adat Betawi. Kehadiran lembaga perekonomian berlandaskan kebudayaan Betawi mengangkat perekonomian masyarakat di Jakarta khusunya masyarakat ekonomi menengah kebawah. Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti merumuskan permasalahan yaitu, Bagaimana cara masyarakat Adat Betawi membangun sistem perekonomian masyarakatnya. Bagaimana bentuk lembaga ekonomi masyarakat adat diDKIJakarta dalam menjalankan roda perekonomian.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara masyarakat adat membangun sistem perekonomiannya; untuk mengidentifikasi bentuk lembaga ekonomi masyarakat adat di Indonesia. Peneliti menggunakan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif (mix method) dengan tipe penelitian case study. Data dikumpulkan dan dianalisis secara observation, wawancara, dan dokumen. Hasil dan temuan penelitin ini cara masyarakat Adat Betawi membangun sistem perekonomian masyarakatnya dengan melakukan pemberdayaan masyarakat adat yang didasarkan pada konsep bahwa setiap warga masyarakat memiliki kewajiban untuk mendukung kegiatan adatnya masing-masing. Bentuk lembaga ekonomi masyarakat Adat Betawi di DKIJakarta yang berhasil adalah koperasi jasa "Jakarta Tentram Sejahtera (JTS)". Lembaga adat atau jenis usaha yang ada pada Koperasi JTS bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi masyarakat untuk mendapatkan modal dalam mengembangkan usahanya masing-masing maupun dalam menjual hasil usahanya tersebut. JTS merupakan salah satu model yang bisa digunakan sebagai percepatan pembangunan ekonomi nasional. Dengan adanya Koperasi Jasa JTS ini maka masyarakat adat Betawi mengalami peningkatan ekonomi dan kesejahteraan hidupnya.

Kata kunci: Adat Betawi, Ekonomi Berbasis Adat, Ekonomi Nasional, Koperasi Jasa JTS.

ABSTRACT

Indigenous based on economic institutions aim to maintain the local wisdom of the community as well as accelerate national economic development. People's economic lives are improved through the empowerment of customs. The research formulation is (1). How do Betawi Indigenous people build their people's economic system? (2). What is the shape of indigenous economic institutions in DKIJakarta? The purpose of this research is to find out how indigenous peoples build their economic systems; to identify the form of indigenous economic institutions in Indonesia. Researchers used qualitative and quantitative descriptive methods (mix methods) with case study types. Data is collected and analyzed in observations, interviews, and documents. The results and findings are (1). the way the Betawi Indigenous people build their community's economic system by empowering indigenous peoples based on the concept that every citizen has an obligation to support their own indigenous activities. (2). The form of betawi indigenous economic institution

in DKIJakarta that succeeds is the service cooperative "Jakarta Tentram Sejahtera (JTS)". The traditional institution or type of business in JTS Cooperative aims to provide convenience for the community to get capital in developing their own business or in selling the proceeds of the business. JTS is one of the models that can be used as an acceleration of national economic development. With this JTS Service Cooperative, betawi indigenous people experienced an increase in their economy and welfare.

Keywords: Betawi Customs, Indigenous Based Economy, National Economy, JTS Service Cooperative

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki wilayah yang luas terdiri dari 3756 pulau terdiri dari berbagai macam suku dan bahasa. Setiap suku memiliki karakter yang berbeda dengan suku lainnya, memiliki budaya dan cara bermasyarakat yang berbeda dengan wilayah lainnya. Wilayah Indonesia memiliki lembaga adat yang mengatur kehidupan sosial, budaya, maupun ekonomi. Contohnya Masyarakat adat di Bali memiliki awig-awig yang mengatur pola kehidupan sosial, budaya, agama, dan bahkan ekonomi. Secara umum, awig-awig ini dikenal dengan keputusan paruman agung. Setiap wilayah adat memiliki keputusan paruman agungnya masing-masing sesuai dengan kondisi sosial, budaya, agama, ekonomi, dangeografisnya.

Masyarakat adat di DKI Jakarta, berhasil mengembangkan konsep ekonomi adat serta modalnya melalui pemberdayaan masyarakat. Keterlibatan aktif masyarakat maupun lembaga usaha atau pengusaha di setiap daerah sangat penting dalam meningkatkan ekonomi masyarakat adat. Keterlibatan aktif ini bisa ditunjukkan dengan keikutsertaan dalam koperasi, pemberian modal, menjadi pelaku usaha, dan adanya iuran yang dibebankan kepada anggotanya. Salah satu bentuk usaha yang dikembangkan oleh masyarakat adat Jakarta adalah koperasi jasa Jakarta tentram sejahtera (JTS).

Kegiatan koperasi jasa yang dikelola oleh masyarakat adat betawi di atas yang bekerja sama dengan Forum Betawi Rempug (FBR). Usaha koperasi yang dikelola berada di sektor informal, beberapa keuntungan sector informal menurut (Nafziger, 2012) adalah memiliki biaya yang sangat rendah, memiliki profit margin, memakai perjanjian negosiasi di luar sistem hukum, dan memberikan upah minimum. Sebaliknya menurut Bigsten A (2018: 127–148) usaha kecil di sektor informal seringkali kurang efisien dalam berinvestasi dibandingkan sektor formal. Biasanya usaha kecil kurang mampu dalam membaca peluang pasar, kelemahan permodalan, kelemahan manajerial, termasuk kelemahan dalam memperoleh informasi akses pasar (sabirin, 2016: 41–50).

Kerja sama antara masyarakat adat dengan pengusaha atau koperasi dapat menguatkan dan membangun perekonomian masyarakat di seluruh Indonesia. Indikator keberhasilan pengembangan model ekonomi ini dibuktikan dengan kegiatan usaha yang dikelola oleh masyarakat adat Betawi di provinsi DKI Jakarta. Pengelolaan usaha yang sudah dilakukan masyarakat adat Betawi adalah pasar tradisional, koperasi, pengelolaan objek wisata. Pengelolaan usaha yang sudah dilakukan dapat membantu masyarakat dalam menyalurkan hasil karyanya sekalipun bersifat informal penyalurannya. Pelaksanaan usaha diJakarta terdiri dari dua sector yaitu sector dan sector informal. Sektor informal memainkan peran dalam memecahkan masalah kemiskinan (Todaro M, Smith, 2000).

Sedangkan menurut Pratap S Quintin (2009) sektor informal berkorelasi kuat dengan pembangunan ekonomi. Menurut LeRoy (2011: 127). Sektor informal sangat diminati oleh penduduk yang berprofesi sebagai pengusaha menengah kebawah karena permasalahan permodalan. *Capital* atau permodalan terdiri dari modal harta dan *Human Capital*. Human kapital di sektor informal seringkali menimbulkan *negative externalities,* sehingga pemerintah menguranginya melalui *special taxes and regulation* [6].

Keberhasilan pembangunan ekonomi *masyarakat* adat dapat membantu percepatan pembangunan ekonomi nasional dan keberhasilan pembangunan ekonomi masyarakat adat di Jakarta dapat dijadikan sebagai model untuk masyarakat adat Indonesia lainnya. Model pengembangan masyarakat adat di DKI Jakarta dapat membantu masyarakat secara langsung melalui pemberdayaan masyarakat. Dengan adanya model ini, maka kemiskinan di Indonesia,

secara khusus di wilayah masyarakat adat dapat diatasi secara serius dan berkelanjutan.

RumusanMasalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan di atas dapat dirumuskan sebagai berikut:

(1). Bagaimana cara masyarakat adat Betawi melakukan pemberdayaan masyarakat?

(2). Bagaimana bentuk lembaga ekonomi masyarakat adat diDKIJakarta kaitannya dengan pengembangan ekonomi?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara masyarakat adat membangun sistem perekonomiannya; mengidentifikasi bentuk lembaga ekonomi di DKI Jakarta kaitannya dalam pengembangan ekonomi masyarakat sekitar.

Urgensi Penelitian

Perekonomian Indonesiabelum stabil dan masih bergantung pada negara maju apalagi pada situasi pandemi covid-19 yang sedang melanda masyarakat di seluruh dunia. Wilayah Indonesia kaya sumber daya alam, budaya, dan adat-istiadat, namun belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai solusi dalam menjaga perekonomian di era pandemi covid-19.

Masyarakat Indonesia memiliki sistem perekonomian adat yang sudah dijalankan secara turun-temurun, salah satunya masyarakat adat betawi di DKI Jakarta. Sistem perekonomian yang turun temurun itu sudah terbukti bertahan dalam berbagai kondisi dan mampu mengurangi angka kemiskinan di DKI Jakarta. Oleh sebab itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mendapatkan model pemberdayaan ekonomi masyarakat adat secara menyeluruh sebagai strategi dalam percepatan pembangunan ekonomi nasional.

Landasan Teori
MasyarakatAdat

Wilayah Indonesia terdiri dari berbagai macam suku, kaya akan adat istiadat yang sudah berlaku secara turun-temurun. Pola perilaku masyarakat biasanya representasi dari adat istiadat yang diberlakukan oleh sukunya masing-masing. Cara pandang masyarakat biasanya berdasarkan adat dan pandangan masyarakat sebagian besar mendambakan pekerjaan menjadi Pegawai Negeri Sipil (PNS) dan pekerja kantoran daripada memaksimalkan potensi ekonomi adatnya seperti pedagang atau pengusaha.

Prestise PNS atau pekerja kantoran dianggap lebih baik daripada pengusaha atau pedagang. Padahal secara ekonomi, seorang pengusaha atau pedagang memiliki penghasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan PNS atau pekerja kantoran. Pengusaha dan pedagang memang tidak memiliki kepastian dari segi penghasilan bisa lebih besar penghasilannya disbanding pegawai namun bisa juga lebih kecil bahkan rugi.

Menurut Lambing, Et, Al (2000) Kehidupan perekonomian atau bidang usaha dalam bentuk apapun tidak terlepas dari adat-istiadat atau budaya yang dianut oleh masyarakat pada setiap daerah di Indonesia. Tingkat kewirausahaan seseorang sangat bervariasi sesuai dengan budaya atau adat-istiadat yang dianut oleh setiap masyarakat. Masyarakat betawi DKI Jakarta mengembangkan konsep ekonominya berdasarkan adat. Salah satu adat betawi berdasarkan pameo makan nggak makan asal kumpul maka kegiatan komunitas Betawi dilakukan pun secara bersama-sama dalam bentuk koperasi, lembaga usaha, dan pasar tradisional. Modal ekonomi masyarakat adat diperoleh melalui iuran dan keikutsertaan dalam mengelola usaha seperti peternakan, pertanian, perdagangan, simpan pinjam, dan sebagainya.

Pola pemahaman terhadap suatu jenis pekerjaan dipengaruhi oleh adat atau budaya masyarakat setemoat. Faktor budaya setiap masyarakat sangat mempengaruhi tingkat produktivitas. *Attitude* dan cara pandang seseorang sebagai hasil interaksi budaya. Banyak budaya yang sangat statis dan ada sedikit keinginan untuk melakukan *self improvement*, Hal itu seperti itu membuat Budaya bisa menjadi alat untuk mempercepat kemakmuran namun juga bisa menjadi faktor utama yang menghambat pengembangan kemakmuran sebuah komunitas masyarakat.

Dalam lingkungan masyarakat tropis, sikap terhadap pekerjaan pertanian adalah hal negatife, bisa juga menjadi kegiatan yang tidak dapat menguntungkan atau sia-sia. Adapun pekerjaan yang biasanya dilakukan adalah pekerjaan kantoran.

Pengusaha di Indonesia masih sangat minim struktur masyarakatnyakarena masih berpegang kepada budaya statis dan beberapa masyarakt juga masih dipengaruhi oleh setting

budaya feodalistik, sehingga sumber daya didominasi oleh tuan tanah.(Beets WC, 1990).

Dengan demikian, adat sangat berpengaruh dalam peningkatan ekonomi suatu daerah dan bahkan peningkatan pembangunan ekonomi nasional.

Pembangunan EkonomiNasional

Percepatan pembangunan ekonomi nasional tidak terlepas dari lembaga- lembaga ekonomi yang ada di seluruh wilayah Indonesia. Konsep yang dikembangkan dalam *new institutional economics* (NIE) dengan landasan yang berusaha membangun gagasan tentang kelembagaan dan organisasi dengan tujuan untuk mencapai tingkat efisiensi serta meminimalkan biaya yang dikeluarkan. Dalam konsep biaya menyeluruh, tidak hanya berupa ongkos produksi seperti konsepsinya ekonomi neoklasik, tetapi juga biayatransaksi.

Keadaan pasar Indonesia yang kompetitif bisa sebagai tempat seleksi alamiah, dimana hanya perusahaan yang efisien yang dapat bertahan. Dalam konteks perekonomian masyarakat Bali menekankan pada kepastian dan keajegan. NIE di sisi lainnya beroperasi pada dua level, yaitu lingkungan makro yang disebut dengan lingkungan kelembagaan (*institutional environment*) dan lingkungan mikro yang disebut dengan kesepakatan kelembagaan (*institutional arrangement*). Lingkungan kelembagaan merupakan seperangkat struktur aturan politik, sosial dan legal yang memantapkan kegiatan produksi, pertukaran, dan distribusi. Lingkungan kebijakan ekonomi sebagai lingkungan makro meliputi: aturan mengenai tata cara pemilihan, hak kepemilikan, dan hak-hak dalam kontrak. (Budi SP, 2008: 46–60).

Dalam NIE mengeksplorasi gagasan kelembagaan non-pasar (hak kepemilikan, kontrak, partai revolusioner, dan lain-lain) sebagai jalan untuk mengkompensasi kegagalan pasar (*market failure*). Dalam pendekatan nie tersebut, kehadiran informasi yang tidak sempurna, eksternalitas produksi (*production externalities*), dan barang-barang publik (*public goods*) diidentifikasi sebagai sumber terpenting (*key sources*) terjadinya kegagalan pasar, sehingga menurut (Erani YA, 2008) meniscayakan perlunya kehadiran kelembagaan non-pasar. Sebaliknya, dalam pendekatan neo-klasik, ketiga variabel di atas diasumsikan tidak eksis, sehingga biaya-biaya transaksi (*transaction cost*) yang diasosiasikan dengan variabel tersebut dianggap tidak ada. Selain itu, literatur NIE menambahkan beberapa poin penting tentang kegagalan kelembagaan (*institutional failures*) yang menjadi penyebab terjadinya keterbelakangan di banyak negara. Kegagalan kelembagaan tersebut merujuk kepada struktur kontrak dan hukum, serta regulasi dari penegakkan pihak ketiga (*rules of third party enforcement*) yang lemah, padahal semua itu harus diperkuat untuk dapat menjalankan transaksi pasar.

Prinsip kerja NIE beroperasi pada dua level, yakni lingkungan kelembagaan atau *institutional environment* (makro level) dan kesepakatan kelembagaan atau *institutional arrangement* (mikro level). Dalam konteks ini, usaha mikro kecil menengah (umkm) berperan memperluas lapangan pekerjaan dan berkontribusi terhadap pendapatan domestik bruto (pdb) [3]. *Institutional environment* merupakan seperangkat struktur aturan politik, sosial, dan legal yang memaparkan kegiatan produksi, pertukaran, dan distribusi. Aturan mengenai tata cara pemilihan, hak kepemilikan, dan hak-hak di dalam kontrak merupakan beberapa contoh dari lingkungan/kebijakan ekonomi. SeBaliknya, level analisis mikro berkaitan dengan masalah tata kelola kelembagaan (*institutions of governance*).

Kesepakatan kelembagaan merupakan kesepakatan antara unit ekonomi yang bertujuan untuk mengelola dan mencari jalan agar hubungan antarunit berlangsung dengan lancar, baik lewat cara kerja sama maupun kompetisi. Sebuah kesepakatan kepemilikan merupakan *instutional arrangement*, karena di dalamya mengalokasikan hak-hak kepemilikan kepada individu, kelompok, atau pemerintah. (LeRoy Miller R, 2011:127).

Menurut Erani YA (2008) Kesepakatan kelembagaan merujuk pada cara untuk mengelola transaksi, baik melalui pasar, pasar bayangan (*quasi-market*), maupun model kontrak yang memakai hirarki. Kesepakatan kelembagaan mendekati istilah terpopuler disebut sebagai ‘kelembagaan’.

Fokusnya adalah transaksi individu yang terkait dengan organisasi atau budaya masyarakat. Dalam hal ini, adanya hubungan antara budaya dengan kewirausahaan serta budaya sangat berperan terhadap perkembangan kewirausahaan. (Gamage, H.R., Et, Al, 2003).

Berdasarkan uraian di atas, maka hubungan antara budaya dengan kewirausahaan sangat mempengaruhi peningkatan ekonomi masyarakat Indonesia.

Budaya memiliki peranan yang penting dalam membentuk kewirausahaan, baik budaya lokal maupun budaya nasional. Dengan demikian, lembaga-lembaga adat di seluruh wilayah Indonesia dapat dikembangkan untuk meningkatkan ekonomi dan kesejahteraan masyarakatnya.

METODOLOGI

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif (*mix method*) serta tipe penelitian *grounded research*(Spradley, 2007)yang melakukan wawancara mendalam dengan teknik triangulasi kepada tokoh adat di Indonesia dan pihak perbankan. Penelitian kualitatif dan kuantitatif merupakan suatu proses pencarian data yang bertujuan untuk memahami masalah sosial yang didasari pada penelitian menyeluruh (*holistic*), dibentuk oleh kata-kata, dan diperoleh dari situasi yang alamiah.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan pada Forum Betawi Rempug (FBR) yang melahirkan koperasi jasa JTS yang ada di provinsi DKI Jakarta. Provinsi ini memiliki lembaga adat yang dapat dikelola untuk meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakatnya serta berdampak pada percepatan pembangunan ekonomi nasional.

Teknik Pengumpulan dan AnalisisData

Teknik pengumpulan data dilakukan secara observasi, wawancara, dan studi dokumen/pustaka. Observasi dilakukan dengan cara mengamati kehidupan perekonomian masyarakat adat di koperasi jasa JTSJakarta. Kemudian tokoh adat dan pelaku umkm diwawancarai secara mendalam yang menggunakan metode bola salju sampai pada titik jenuh penelitian terkait perekonomian masyarakat dan jenis pekerjaan serta usaha yang digelutinya selama ini. Setelah data terkumpulkemudian dianalisis dan disusun sesuai pola-pola yang diinginkan sehingga mudah dipahami oleh pembaca.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Jakarta. Pengembangan ekonomi masyarakat pada provinsi ini sangat unik. Kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh masyarakat berorientasi pada peningkatan ekonomi masyarakat lokal (adat) seperti koperasi jasa Jakarta tentram sejahtera yang dikelola oleh anggota masyarakat atau organisasi, bidang-bidang usaha yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat, dan kegiatan peternakan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat maupun pengembangan potensi peternakan yang dilakukan oleh masyarakat lokal. Pengembangan ekonomi masyarakat pada provinsi ini dilakukan dalambentuk koperasi jasa Jakarta Tentram Sejahtera.

Koperasi Jasa “Jakarta Tentram Sejahtera”.

Koperasi jasa “Jakarta Tentram Sejahtera” dikelola oleh kelompok masyarakat betawi yang dikenal dengan Forum Betawi Rumpug (FBR). Forum Betawi Rempug (FBR) sebagai wadah organisasi kedaerahan terbesar di provinsi DKI Jakarta bahkan di Indonesia dan pembawa aspirasi kearifan local. FBR merasa perlu mengoptimalkan sisi ekonomi para anggota-anggota dalam gerakan koperasi. pada hari senin tanggal 20 januari 2014 telah terbentuk wadah ekonomi FBR dengan nama koperasi jasa “Jakarta tentram sejahtera” atau disingkat kopjas JTS. Dimana wadah ini akanmengatur secara professional dan berkesinambungan dalam bidang ekonomi kerakyatan.

Kuantitas jumlah keanggotaan FBR yang merupakan potensi produktif yang dapat dikembangkan menjadi kekuatan ekonomi seperti bendungan air yang debit airnya tidak pernah akan habis, bila bendungan ini dipergunakan menjadi pembangkit listrik. Bukan saja yang dekat dapat bermanfaat, tapi yang jauhpun akan dapat merasakan manfaatnya pula. Berpikir kedepan akan hal tersebut pimpinan pusat Forum Betawi Rempug berinisiatif untuk segeramembentuk wadah ekonomi yang berbentuk perusahaan ataupun koperasi dengan badan hukum. Bahwa koperasi yang dibentuk pada hakikatnya adalah sebuah usaha bersama yang dimiliki oleh anggotaanggota Forum Betawi Rempug dan masyarakat umum dengan keputusan tertinggi ada pada rapat anggota tahunan yang bertujuan untuk mensejahterakan anggota-anggotanya dengan bentuk-bentuk pelayanan yang terus dikembangkan oleh pengurus bersama anggota koperasi.



Gambar 1. Struktur Induk Organisasi Kopjas JTS (Dokumen: Tim Peneliti, 2020)

Kopjas JTSperlu mengadakan langkah-langkah konkrit guna terwujudnya kebijakan pemerintah mengenai otonomi daerah yang dituangkan dalam UU No. 32/2004, maka peranan pemerintah daerah harus berperan sebagai fasilitator, katalisator, dan regulator dengan melibatkan peran serta masyarakat untuk memakmurkan daerahnya. Hal ini dalam rangka membangun partisipasi masyarakat melalui proses *social* dan *economic diferensiation* dengan membangun struktur ekonomi kerakyatan yang berkonsentrasi pada kebijaksanaan bidang ekonomi yang mengarah pada azas pemerataan dan keadilan berdasarkan kajian aspek potensial dan pembangunan ekonomi. Kopjas JTS memandang bahwa keberpihakan kebijaksanaan pembangunan pada pemberdayaan ekonomi rakyat yang selama ini dilaksanakan perlu terus dikembangkan dan diwujudkan.



Gambar: 2. Jenis Usaha Di Koperasi Jasa "Jakarta Tentram Sejahtera" (Dokumen: Tim Peneliti, 2020)

Dengan semakin berkembangnya ekonomi global yang ditandai dengan berlakunya perjanjian perdagangan bebas regional dan internasional (AFTA, MEA, APEC, dan WTO), maka tantangan yang dihadapi gerakan koperasi semakin berat dan kompleks. Karena itu gerakan koperasi dituntut untuk mampu memantapkan identitas dan kemampuan profesionalnya dengan meningkatkan daya saing sehingga mampu menangkap peluang usaha yang semakin terbuka. Dalam menghadapi fenomenaglobal tersebut, pembinaan usaha

Gerakan koperasi diprioritaskan melalui jaringan usaha secara vertical, horizontal, dan diagonal, baik antara gerakan koperasi bumn/bumd, swasta maupun dengan lembaga lainnya, khususnya pemerintah daerah provinsi DKI Jakarta. Tanpa terasa perjalanan dan eksistensi koperasi jasa "Jakarta tentram sejahtera" hampir menginjak usia 6 tahun pada tanggal 20 januari 2020, namun keberadaannya sudah banyak dirasakan oleh anggota-anggota Forum Betawi Rempug (FBR) dan masyarakat umum, khususnya para anggotakoperasi. Koperasi sebagai salah satu pilar ekonomi kerakyatan, merasa perlu untuk ditumbuh kembangkan secara professional dengan mengutamakan kepentingan anggotanya. Sebagai target utama darpipada pencapian tersebut, maka koperasi perlu untuk:

1) Menginventarisir seluruh potensi ekonomi di wilayah cakupan ditingkat RT-RW, diutamakan bidang usaha yang sudah berjalan (rintisanusaha);
2) Mengklasifikasikan besaran permodalan usaha dan status neraca usaha setiap tahunnya dengan memperhatikan tata kelola administrasinya;
3) Mengadakan pelatihan-pelatihan manajemen konvensional menjadi manajemen modern dengan tingkat kearsipan disesuaikan kemampuan pimpinan usahanya;
4) Melakukan hubungan kerjasama dengan instansi terkait (Koperasi&PEMDA) atau dengan organisasi LSM, profesional, swasta dan lainnya;
5) Memberikan laporan secara berkala kepada instansi terkait (Kemenkop Ukm, Dinas Koperasi, Dekopinwil, Induk Koperasi dan lain sebagainya).

Eksistensi koperasi jasa "Jakarta tentram sejahtera" dikelolah oleh kelompok masyarakat betawi ini telah banyak memberikan lapangan pekerjaan kepada

masyarakat. Salah satu jenis usaha yang sudah cukup dikenal oleh masyarakat batawi melalui koperasi ini adalah budidaya lele dan kuliner.



Gambar 3. Budidaya Lele Dan Kuliner di "Jakarta Tentram Sejahtera" (Dokumen: Tim Peneliti, 2020)

Ada beberapa kegiatan yang dilakukan dalam mengembangkan koperasi ini, antara lain:

1) Pembuatan kaos, mug, pin untuk caleg partai politik dandpd.
2) Pembuatan kaos untuk pasangancapres.
3) Pembuatan mug untuk kegiatan NGOinternational.
4) Kerjasama pengadaan seminar tentang peluang usaha di Jakarta dengan segmen para pedagang kecil/warungsederhana.
5) Pembuatan kaos untuk acara 17 agustusan kelurahanpaseban.
6) Selalu ikut menjadi peserta dan panitia di salah satu stand di PRJ kampungbetawi.
7) Menciptakan brand produk merchandise dengan namabandar pantun.
8) Kerjasama promosi produk-produk koperasi dengan tabloid suara kerempugan.
9) Menjadi bapak angkat bagi para pedagang di sekitar ukm ikan hias joharbaru, pedagang di Masjid Akbar Kemayoran, pedagang di Kelurahan Paseban.
10) Turut serta dalam promosi produk-produk koperasi di lebaran betawi yang diadakan oleh bamus betawi setiaptahun.
11) Pelatihan di KEMENKOP UKM untuk anggota-anggota koperasi yang baru mulai menjadi wirausaha baru/pemula.
12) Kerjasama dengan Universitas Borobudur Jakarta dalam hal inkubator bisnis.
13) Kerjasama dengan CV. Bintang express dalam hal ekspedisi pengiriman barang ke berbagai daerah disumatera.
14) Pengadaan gula konsumsi untuk UMKM dan home industri, kerjasama dengan distributor gula GMP.
15) Kerjasama dengan Koperasi Griya Agung wirausaha nusantara dalam hal pengadaan sembako dan kebutuhan pangan.
16) Pengadaan panggung hiburan untuk seniman music di pusat wisata kuliner JTS kemayoran.
17) Membentuk panggung kesenian dan komunitas budaya nusantara.
18) Pelatihan dan pendidikan bagi wirausaha pemula pedagang binaan koperasi kerjasama dengan kementerian koperasi dan ukmri.
19) Menjadi rekanan perum bulog di provinsi DKI Jakarta dan Banten dalam distribusi gula konsumsi bagi warga DKI Jakarta.

Semua kerja sama di atas dibangun untuk meningkatkan perekonomian masyarakat betawi. Masyarakat betawi tetap berjuang kendati mereka hidup di tanahnya sendiri dan berada di kota Jakarta. Dengan adanya koperasi ini maka menjadi salah satu solusi dalam memberikan lapangan pekerjaan kepada anggota masyarakat betawi maupun masyarakat yang ada di sekitarnya.

KESIMPULAN

Dari penjelasan bab diatas, maka dapat diambilkan kesimpulan sebagai berikutcara masyarakat adat membangun sistem perekonomian masyarakat Jakarta sangat unik. untuk kasus adat betawi di Jakarta mereka membangun dari Forum Betawi Rempug (FBR) yang sudah disahkan dengan mementoring dan memberikan pelatihan kepada masyarakat (usaha kecil menengah). sehingga muncul istilah kewirausahaan sosial dimana koperasi jasa JTS memberikan sistem bagi hasil kepada UMKM, begitu juga dengan koperasi dimana warga bisa menggunakan tempat milik koperasi jasa tanpa membayar dan membagi hasil penjulan umkm kepada koperasi jasa tersebut.

Bentuk lembaga ekonomi masyarakat di daerah DKI Jakarta juga menarik sekali. di Jakarta dengan Forum Betawi Rempug (FBR) membangun sistem Koperasi Jasa Jakarta Tentram Sejahtera (JTS). JTSmerupakan salah satu model yang bisa digunakan sebagai percepatan pembangunan ekonomi nasional. dengan adanya koperasi jasa JTS ini maka

masyarakat adat Betawi mengalami peningkatan ekonomi dan kesejahteraan hidupnya.

SARAN

Ada beberapa bagian yang belum di teliti di Koperasi JTS, karena keterbatasan waktu dan tenaga. Oleh karena itu agar penelitian dilanjutkan oleh peneliti lain, dengan melihat bentuk Model Pemberdayaan ekonomi masyarakat di luar Forum Betawi Rempug, misalnya FPI (Front Pembela Islam), Forum Srikandi dan Komunitas yang lain yang ada di Jakarta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementrian Ristek/Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah memberikan bantuan dana untuk penelitian terapan kami. Hibah yang dimaksud penulis adalah penelitian Skema Penelitian Terapan Mulai Tahun 2019 Sampai Sekarang. Kami berharap Juga dapat di berikan danakembali di tahun 2021 yang akan datang. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada Universitas Dhyana Pura yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk menggunakan fasilitas kampus.

DAFTAR PUSTAKA

Beets WC. *Raising and Sustaining Productivity of Smallholder Farming Systems in the Tropics*. Holland: AgBe Publishing,1990.

Bigsten A. (2018). Determinants of the evolution of inequality in Africa. *J Afr Econ*; 27.

Budi SP. (2008) Relevansi *Dan* Aplikasi Aliran Ekonomi Kelembagaan. *J Ekon Pembang*: 9

Erani YA. *Ekonomi* Kelembagaan. Malang: Bayumedia Publishing,2008.

Gamage, H.R. Cameron, D. & Woods E. Are Sri Langkan Entrepeneurs Motivated by the Need for Achievement? In: *Presented at the 9th Inter- national Conference on Sri Lanka Studies, 28th – 30th November 2003*. Sri Lanka: Matara,2003.

Lambing P dan CRK. *Enterpreneurship*. New Jersey, USA: Prentice Hall, 2000.

LeRoy Miller R. (2011). Business Law Today: The Essentials. In: *South-Western Cengage Learning*.

Nafziger EW. (2012)*Economic Development*. 2012. Epub ahead of print. DOI:10.1017/CBO9781139028295.

Pratap S, Quintin E. (2009). The Informal Sector in Developing Countries: Output, Assets, and Employment. In: *Personal Wealth from a Global Perspective*. Epub ahead of print 2009. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199548880.003.0018.

Sabirin. (2016) UMKM, MEA, Pembangunan Ekonomi. *J Kewirausahaan dan Usaha Kecil Menengah*; 1.sa

Todaro M., Smith S. (2012). *Economic Development*. Epub ahead of print 2012. DOI:10.1177/089124240001400105.

Saffu K. (2009). The Role and Impact of Culture on South Pacific Island Entrepeneurs, International Journal of Entrepeneurial Behavior & Research.

Spradley, James P. (2007). Metode Etnografi. Yogyakarta : Tiara Wacana

P-56

RANCANG BANGUN KENDALI DAN MONITORING SISTEM HIDROLIK MENGGUNAKAN RASPBERRY PI

CONTROL DESIGN AND MONITORING OF THE HYDRAULIC SYSTEM USING RASPBERRY PI

Ali Abrar[1*], Armin[2]
[1]*Jurusan Teknik Mesin/Poltekba, Jl. Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan*
[2]*Jurusan Teknik Elektro/Poltekba, Jl. Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan*

[*]*E-mail: ali.abrar@poltekba.ac.id*

Diterima 10-9-2020	Diperbaiki 23-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Di dunia industri 4.0, kendali otomatis dan monitoring menggunakan jaringan intranet atau internet banyak diterapkan di berbagai bidang untuk mengurangi waktu, tenaga kerja serta untuk meningkatkan akurasi dalam proses. Penelitian ini bertujuan untuk merancang implementasi teknik otomasi pada sistem hidrolik menggunakan sebuah komputer mini. Hal ini dapat menjadi alternatif karena lebih praktis dibandingkan berbagai opsi lainnya. Metode perancangan dalam penelitian ini adalah dengan menggabungkan sistem hidrolik dan elektrik yang di koneksikan dengan sebuah prototyping board atau single board computer (SBC) yang sering juga disebut Raspberry Pi. Caranya adalah dengan melakukan instalasi software/program pada raspberry pi tersebut kemudian disambungkan dengan instalasi rangkaian hidrolik dan elektrik trainer. Dengan menggunakan sistem kontrol dan monitoring ini, sistem hidrolik dapat dioperasikan secara otomatis menggunakan komputer, tablet maupun smartphone. Hasil dari penelitian ini adalah berupa prototipe kontrol dan monitoring yang dapat digunakan untuk pembelajaran sistem hidrolik.

Kata kunci: Kendali otomatis, Raspberry Pi, Sistem Hidrolik

ABSTRACT

In the industrial world 4.0, automatic control and monitoring using intranet networks or the internet are widely applied in various fields to reduce time, labor and to increase accuracy in processes. This study aims to design the implementation of automation techniques in hydraulic systems using a mini computer. This can be an alternative because it is more practical than the other options. The design method in this study is to combine a hydraulic and electrical system connected to a prototyping board or single board computer (SBC) which is often called the Raspberry Pi. The method is to install software / programs on the raspberry pi then connect it to the installation of a hydraulic and electric trainer circuit. By using this control and monitoring system, the hydraulic system can be operated automatically using a computer, tablet or smartphone. The result of this research is a control and monitoring prototype that can be used for learning hydraulic systems.. .

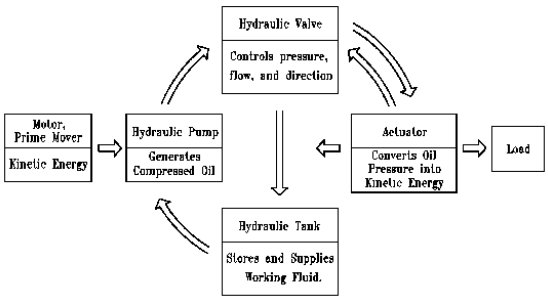
Keywords:** **Automatic control, Hydraulic System, Raspberry Pi.

PENDAHULUAN

Sebagian besar proses industri melakukan pemindahan benda atau zat dari satu tempat ke lokasi lain menggunakan kekuatan yang diaplikasikan untuk menahan, membentuk atau memampatkan produk. Kegiatan tersebut dilakukan oleh suatu perangkat yang disebut *Prime Movers*. Sistem fluida tertutup digunakan untuk menyalurkan energi di banyak lokasi dengan dari satu lokasi ke lain dan akibatnya dapat menghasilkan gerakan rotasi atau gerakan linier sebagai penerapan suatu gaya. Sistem yang menggunakan fluida sebagai media transmisi disebut sistem hidrolik.[1]

Sistem hidrolik bekerja dalam urutan sebagai berikut: Silinder bergerakan ke depan

dan ke belakang dalam suatu siklus yan berulang-ulang. Untuk memenuhi persyaratan di atas, sistem hidrolik yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 1. Komponen dasar sistem terdiri dari Tangki penampung, pompa, filter, pengukur tekanan, katup pengtur tekanan, katup pengontrol arah, aktuator (Cylinder). Semua komponen terhubung menggunakan *hose*. Silinder hidrolik sederhana dapat diperpanjang atau ditarik, gerakannya diatur oleh *proximity* sensor yang mendeteksi batang piston ketika terjadi sentuhan. Arah gerakan silinder dikendalikan oleh tiga katup solenoid empat arah satu arah katup *throttle* digunakan dalam penyesuaian kecepatan oli.[2]



Gambar 1. Diagram Sistem Hidrolik

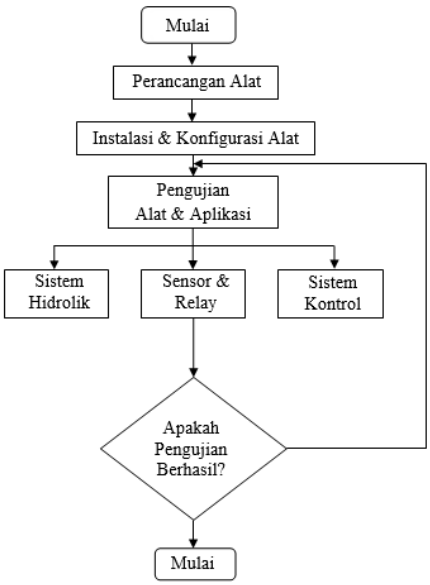
Sistem hidrolik dapat dikontrol menggunakan Raspberry Pi, untuk memenuhi persyaratan dibuat desain sistem *double acting silinder* hidrolik. Lintasan silinder hidrolik dibatasi dengan menggunakan dua sensor jarak yang lebih terhubung ke Raspberry Pi kit. Gerakan silinder bolak balik dikontrol dengan menggunakan Raspberry Pi. Raspberry Pi adalah komputer kecil yang hanya seukuran telapak tangan tapi memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan pengontrolan dan pemrosesan data. Raspberry pi memiliki prosesor ARM meskipun ukurannya kecil namun memiliki cukup daya untuk menjalankan operasi sistem dengan lancar, beberapa program paralel, dan banyak lagi. Raspberry Pi memiliki slot kartu memori untuk penyimpanan data dan sistem operasi yang dapat di*boot* ketika papan dihidupkan oleh dengan suplai daya micro USB 5V[3].

Dalam penelitian sebelumnya[4], input yang digunakan adalah proximity sensor atau sensor jarak dan Raspberry Pi 3 sedangkan Dalam penelitian ini kami membuat mekanisme untuk mengontrol sistem hidrolik menggunakan Limit Switch (LS) dan Raspberry Pi 4 yang memiliki prosesor yang lebih baik dan memori yang lebih besar yakni 4GB. Gerakan pada silinder hidrolik akan terjadi secara bolak balik ketika ujung piston menyentuh LS. RPi akan berfungsi sebagai pengontrol yaitu akan memproses semua tindakan yang telah ditentukan yang harus diambil setelah deteksi gerakan pada LS[4]

METODOLOGI

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan The Engineering Design Process[5]. Metode ini merupakan serangkaian langkah yang diikuti oleh para insinyur untuk menghasilkan solusi untuk suatu masalah. Pada umumnya solusinya yang ditawarkan melibatkan perancangan suatu produk (seperti mesin atau kode komputer) yang memenuhi kriteria tertentu dan/atau menyelesaikan tugas tertentu. Proses ini berbeda dari langkah-langkah dalam metode Ilmiah karena tidak melibatkan pengamatan dan melakukan percobaan. Tetapi melibatkan perancangan, membangun, dan menguji sesuatu dalam hal ini sesuai topik yang dipilih yakni sistem kontrol dan monitoring double acting silinder menggunakan Raspberry Pi.

Penelitian ini menggunakan metode engineering design process yang telah terbukti sering digunakan dalam proses desain. Metode ini memiliki serangkaian langkah bersifat sekuensial seperti yang ditunjukkan seperti pada gambar 2.



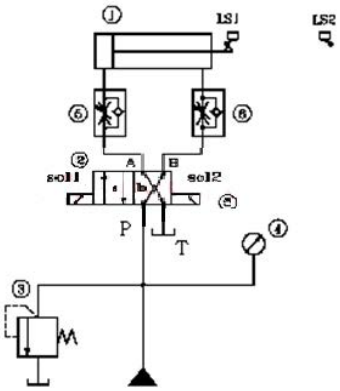
Gambar 2. Tahap-tahap Penelitian

DIAGRAM RANGKAIAN DAN DIAGRAM BLOK

1. Diagram Rangkaian Hidrolik

Diagram sistem hidrolik pada Gambar 3. berawal dari pompa kemudian akan mengalir ke

relief valve yang mengatur tekanan maksimum pada sistem hidrolik yang akan dibaca dengan *pressure gauge*. Apabila relief valve telah mengatur tekanan maka oil hidrolik akan mengalir ke bagian katub 4/2 dan pergerakan katub akan di atur oleh solenoid untuk menuju ke katub pengontrol arah ke silinder. Selanjutnya pergerakan silinder akan terdapat sensor untuk pergerakan maju dan mundur yaitu limit swich. Jika silinder pada saat bergerak maju lalu mengenai limit swich 2 kemudian silinder akan bergerak mundur sampai mengenai limit swich 1 dan akan terus berulang-ulang.

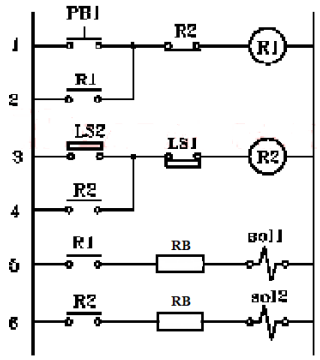


Gambar 3. Diagram Rangkaian Sistem Hidrolik

2. Diagram Rangkaian Elektrik

Rangkaian listrik pada gambar 4. digunakan untuk mengontrol rangkaian hidrolik (gambar 3.). Prinsip pengoperasian rangkaian ini adalah sebagai berikut; Ketika Saklar PB1 beroperasi (ON), koil pada relai R1 aktif dan menjadi terkunci. Pada saat ini, jika silinder dalam posisi mundur, saklar limit LS1 aktif sehingga koil R2 juga aktif, oleh karena itu sol1 dihidupkan dengan kontak dari R2 memungkinkan silinder untuk maju, dan jika LS2 dihidupkan pada terminal maju, Koil relai R3 aktif dan sol2 dioperasikan dengan kontak dari R3 memungkinkan silinder untuk kembali.

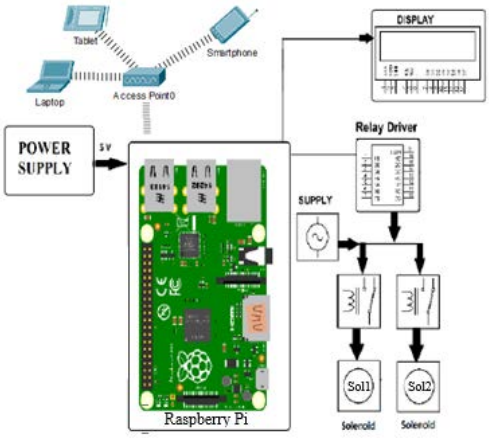
Ketika silinder kembali dan saklar limit LS1 ditekan, kumparan R2 kembali sehingga silinder dapat bergerak maju. Di terminal maju LS2 dihidupkan dan mundur dengan sinyal itu. Silinder kerja ganda mengulangi gerakan maju / mundur saat R1 dihidupkan. Dengan menekan tombol PB2 sinyal akan berhenti, sehingga silinder berhenti dalam status sebelumnya yang maju mundur.



Gambar 4. Diagram Rangkaian Sistem Elektrik

3. Diagram Blok Sistem Kontrol dan Monitoring

Pada diagram blok gambar 5. raspberry pi mendapatkan sumber listrik dari laptop sebesar 5 volt, apabila laptop diposisikan ke ON maka raspberry pi akan aktif. Setelah raspberry pi mendapatkan supply arus dari laptop, kemudian relay sebagai input akan di supply arus sebesar 3,3 volt melalui pin 17 ke papan beardboard pada bagian positif setelah itu pin VCC pada relay dihubungkan dengan papan beardboard pada bagian positif dan GND (Ground) pada pin 9 raspberry pi dihubungkan dengan pin GND (Ground) pada relay. Jika relay mendapatkan sinyal dari raspberry pi, kemudian relay akan mengontrol solenoid dalam aliran oli hidrolik kearah silinder



Gambar 5. Diagram Blok Sistem Kontrol dan Monitoring

HASIL DAN PEMBAHASAN

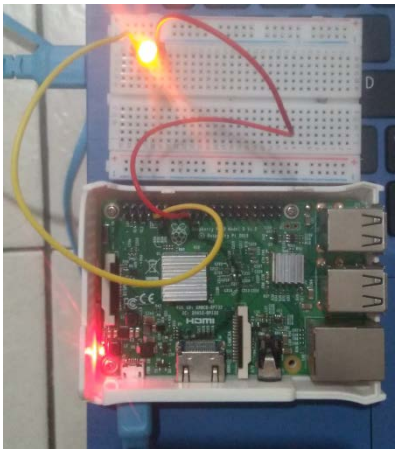
Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui cara kerja alat apakah sudah berfungsi dengan baik dan benar atau belum dan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat sudah sesuai dengan perancangan atau belum. Pengambilan data pengujian dilakukan pada tiap bagian alat, serta dilakukan pengujian alat

secara keseluruhan. Adapun pengujian alat yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Raspberry Pi
2. Pengujian relay
3. Pengujian sistem hidrolik
4. Pengujian rangkaian keseluruhan.

1. Pengujian Raspberry Pi

Raspberry pi dapat diuji dengan menggunakan program dan rangkaian sederhana. Program dan rangkaian dibuat untuk memastikan semua pin yang ada pada board raspberry pi berfungsi dengan baik. Program pengujian yang paling sederhana dapat menggunakan program untuk menyalakan lampu led seperti gambar 6.



Gambar 6. Pengujian Raspberry Pi

2. Pengujian Relay

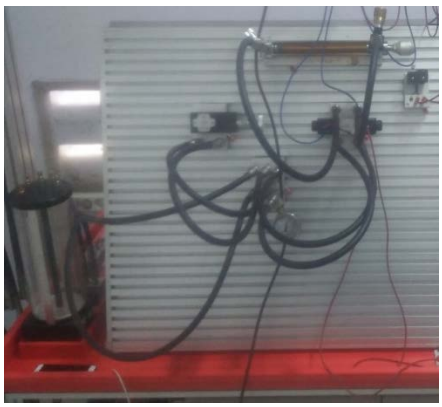
Relay dapat diuji dengan cara memprogram relay dengan rangkaian sederhana dan menggunakan raspberry pi seperti gambar 7. Setelah hubungkan relay dengan raspberry pi, kemudian memprogram raspberry pi untuk relay pada keadaan on dan lihat led indikator pada relay, apabila led indokator pada relay tersebut menyala, maka relay dapat berfungsi dengan baik. Sebaliknya, apabila led indikator pada relay tidak menyala dan program yang dibuat sudah benar, maka dipastikan relay tidak dapat berfungsi atau rusak.



Gambar 7. Pengujian Relay

3. Pengujian Sistem Hidrolik

Pengujian double acting silinder hidrolik dilakukan sebelum melakukan pengujian keseluruhan. Pada pengujian double acting silinder hidrolik untuk mengetahui cara kerja sistem hidrolik apakah sudah berfungsi dengan baik dan benar atau belum dan untuk mengetahui apakah sistem hidrolik yang telah dibuat sudah sesuai dengan perancangan atau belum.



Gambar 8. Pengujian Sistem Hidrolik

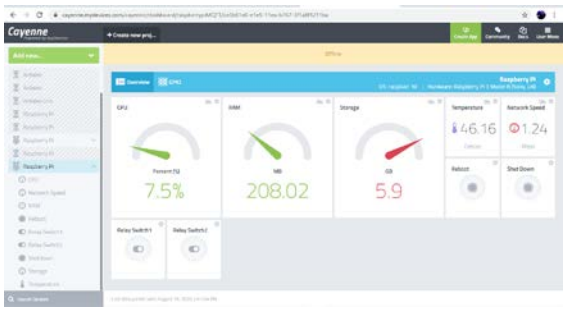
4. Pengujian Rangkaian Keseluruhan.

Setelah dilakukannya pengujian pada masing-masing perangkat input dan output dari alat yang akan digunakan, maka langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu dilakukan pengujian pada keseluruhan sistem dengan cara menggabungkan seluruh perangkat input dan output menjadi suatu sistem yang dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan seperti pada gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan apabila kedua relay pada posisi ON maka silinder hidrolik dapat bekerja berulang-ulang secara otomatis. Jika relay 1 OFF maka posisi silinder hidrolik akan berhenti bergerak dibagian belakang sampai relay 1 pada posisi ON dengan mengklik Relay Switch1 pada layar aplikasi (gambar 10), begitu juga sebaliknya apabila relay 2 OFF maka posisi silinder akan berhenti bergerak dibagian depan sampai relay 2 pada posisi ON dengan mengklik button 2 pada layar utama aplikasi pemograman.



Gambar 10. Aplikasi Kontrol dan Monitoring

NO	*Relay 1*	*Relay 2*	*Solenoid 1*	*Solenoid 2*	Posisi Silinder Ke-	*Limit Switch 1*	*Limit Switch 2*
1	*ON*	*ON*	*ON*	*OFF*	Maju	*OFF*	*ON*
2	*ON*	*ON*	*OFF*	*ON*	Mundur	*ON*	*OFF*
3	*ON*	*OFF*	*ON*	*OFF*	Maju	*OFF*	*ON*
4	*OFF*	*ON*	*OFF*	*ON*	Mundur	*ON*	*OFF*

Gambar 11. Hasil Pengujian Keseluruhan

Dari hasil pengujian keseluruhan terlihat bahwa silinder pada sistem hidrolik sudah dapat dikontrol melalui aplikasi browser pada laptop yang terhubung dengan jaringan secara nirkabel.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, diperoleh suatu prototipe kendali otomatis dan monitoring sistem hidrolik menggunakan raspberry pi melalui aplikasi browser yang terdapat pada suatu laptop, tablet maupun PC. Prototipe ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran diera revolusi industri 4.0.

SARAN

Agar prototipe ini dapat digunakan secara lebih efektif perlu dibuatkan modul khusus rangkaian elektronik dan kotak untuk menampung semua komponen eletrik dan raspberry pi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang turut membantu terlaksananya penelitian ini mulai dari tahap perencanaan sampai selesainya pelaksanaannya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Parr, *Hydraulics and Pneumatics A Technician ’ s and Engineer ’ s Guide Third edition*. Elsevier, 2011.

[2] P. S. Nimat, “Comparative Analysis of Different Operating Systems for a Raspberry Pi,” *Natl. Conf. Innov. Trends Sci. Eng.*, vol. 4, no. 7, pp. 341–344, 2016.

[3] Anonim, *Instruction Manual Aplication Pneumatic , Hydraulic Trainer*. ED Laboratory, 2006.

[4] P. S. Nimat, “Raspberry Pi Controlled Single Cylinder Hydraulic,” *2nd Natl. Conf. Recent Innov. Sci. Eng. (NC-RISE 17)*, vol. 5, no. 9, pp. 40–42, 2017.

[5] Anonim, “Engineering Design Process,”

Science Buddies, 2020. [Online]. Available: https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/engineering-design-process/engineering-design-process-steps. [Accessed: 04-Dec-2020].

P-57

PENGARUH KONSENTRASI ASAM SITRAT DAN DAYA ULTRASONIK PADA PRODUKSI OLIGOSAKARIDA DARI BIJI *SALACCA ZALACCA* DENGAN METODE *ULTRASONIC ASSISTED ACID HYDROLYSIS* (UAAH)

EFFECT OF CITRIC ACID CONCENTRATION AND ULTRASONIC POWER ON OLIGOSACCHARIDE PRODUCTION FROM SALACCA ZALACCA SEEDS USING ULTRASONIC ASSISTED ACID HYDROLYSIS (UAAH) METHOD

Ashadi Sasongko[1*], Nurani Legahati[2]
[1,2]Institut Teknologi Kalimantan, Kampus ITK Karang Joang, Balikpapan, Indonesia

[*]E-mail: ashadisasongko@lecturer.itk.ac.id

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 19-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Salak (Salacca zalacca) merupakan salah satu buah yang dapat tumbuh pada wilayah tropis, seperti Indonesia. Pemanfaatan buah salak menghasilkan limbah berupa biji sebesar 25-30% persen dari buah salak utuh. Sekitar 40% kandungan dari berat kering biji salak adalah polisakarida sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan oligosakarida melalui proses hidrolisis. Hidrolisis kimiawi polisakarida dapat dilakukan secara terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi asam sitrat dan daya ultrasonik untuk hidrolisis, dan menganalisis produk hidrolisis menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT). Perendaman biji salak menggunakan asam asetat 0,5 M sedangkan hidrolisis dilakukan dengan menggunakan asam sitrat dengan variasi konsentrasi 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, dan 1.5 M serta variasi daya 30, 40, 50, 60 dan 70 watt dengan waktu 2.5 menit. Hasil hidrolisis menunjukkan nilai Rf yang beragam pada hasil analisis menggunakan metode KLT. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai Rf lebih kecil dari 0.57 (Rf maltosa) yang mengindikasikan terbentuknya oligosakarida. Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa pada daya yang besar, semakin meningkat konsentrasi asam sitrat maka hidrolisis mengarah pada pembentukan monosakarida.

***Kata kunci**: Biji salak, ultrasonik, hidrolisis asam, oligosakarida*

ABSTRACT

Salak (Salacca zalacca) is a fruit that can grow in tropical areas, such as Indonesia. Utilization of salak fruit produces waste in the form of seeds about 25-30% percent of the whole fruit. About 40% of the content of the dry weight of salak seeds is a polysaccharide, so that it has the potential as a raw material for making oligosaccharides through the hydrolysis process. Chemical hydrolysis of polysaccharide can be carried out in a controlled manner. This study aims to determine the effect of citric acid concentration and ultrasonic power for hydrolysis, and to analyze the hydrolysis product using the thin layer chromatography (TLC) method. The salak seeds were soaked with 0.5 M acetic acid, while hydrolysis was carried out using citric acid with various concentrations of 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, and 1.5 M and variations in power of 30, 40, 50, 60 and 70 watts for 2.5 minutes. The results of hydrolysis showed different Rf values in the analysis using the TLC method. The results obtained showed that the Rf value was less than 0.57 (Rf of maltose) which indicated the formation of oligosaccharides. The experimental results also show that at high power, the increasing the concentration of citric acid, the hydrolysis leads to the formation of monosaccharides.

***Keywords:** Salak seeds, ultrasonic, acid hydrolysis, oligosaccharides*

PENDAHULUAN

Buah salak (*Salacca zalacca*) banyak tumbuh di wilayah tropis, seperti Malaysia dan Indonesia. Berdasarkan data BPS, pada tahun 2018 produksi buah salak di Indonesia mencapai 896.504 ton [1]. Kalimantan Timur merupakan salah satu daerah penghasil buah salak. Berdasarkan data Dinas Pertanian Provinsi Kalimantan Timur, tercatat luas perkebunan salak yang ada di Kelurahan Karang Joang Kota Balikpapan sebesar ±80 hektar, dan terdapat kurang lebih 40 kelompok tani dengan jumlah anggota mencapai 1500 orang. Panen buah salak dalam jumlah besar terjadi 4 kali musim dalam satu tahun. Meskipun demikian, setiap pekannya dapat terus dipanen walaupun tidak sebanyak ketika musim panen yang mencapai 5 kwintal per hektar [2].

Sekitar 25-30% dari berat buah salak adalah bijinya. Pada fraksi berat kering, terdapat karbohidrat 38,90%, lemak 0,48%, dan protein 4,22% [3]. Buah salak banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia dan diolah menjadi beberapa produk yang dapat meningkatkan mutu jual produk berbasis salak, sedangkan bijinya kurang dimannfaatkan karena teksturnya yang sangat keras, sehingga sering dianggap sebagai limbah.

Limbah biji salak yang kaya akan serat pangan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai salah satu sumber alternatif yang lebih ekonomis dalam memproduksi oligosakarida. Oligosakarida diperoleh dari pemecahan polisakarida, di mana, oligosakarida merupakan polisakarida rantai pendek yang terdiri atas 2 sampai 10 monosakarida, baik monosakarida penyusunnya satu jenis (homo-oligosakarida) maupun beda jenis (hetero-oligosakarida) [4].

Oligosakarida banyak dimanfaatkan sebagai prebiotik. Prebiotik didefinisikan sebagai bahan makanan yang sulit atau tidak dapat dicerna, yang dapat menguntungkan organisme inang dengan menstimulasi secara selektif pertumbuhan dan aktivitas bakteri baik (probiotik) dalam usus besar. Oligosakarida dapat diproduksi melalui berbagai cara, antara lain melalui hidrolisis kimiawi polisakarida.

Hidrolisis kimiawi polisakarida dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa asam. Penggunaan asam perlu memperhatikan aspek *green chemistry,* terutama jika berkaitan dengan produk pangan. Asam-asam organik pada umumnya adalah asam lemah yang memiliki kemampuan hidrolisis lebih rendah jika dibandingkan dengan asam kuat anorganik. Salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Metode ini memberikan kelebihan yaitu mempercepat waktu hidrolisis dengan menghasilkan rendemen yang sama dengan metode konvensional seperti pengadukan menggunakan *hot plate stirrer*.

Gelombang ultrasonik banyak digunakan dalam proses ekstraksi bahan alam yang dikenal dengan istilah *ultrasound-assisted extraction* (UAE). Modifikasi metode ini untuk hidrolisis polisakarida menggunakan asam dapat disebut sebagai *ultrasound-assisted acid hydrolysis* (UAAH) [5].

Metode UAAH inilah yang digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan oligosakarida. Analisis produk dilakukan dengan menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang signifikan tentang produksi oligosakarida dari limbah biji salak.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Beaker* glass, *ultrasonic bath*, dan *blender*. Selain itu, ada alat-alat lain seperti tabung reaksi, rak tabung, *stopwatch*, pelat *silica* 60 F_{254} (Merck art 20-20 cm) yang digunakan pada tahap analisis dengan metode KLT.

Bahan kimia yang dibutuhkan antara lain glukosa, maltosa, butanol, asam asetat, asam sitrat, difenilamin, anilin, asam fosfat, aseton, natrium karbonat, dan indikator pH universal.

Preparasi Serbuk Biji Salak

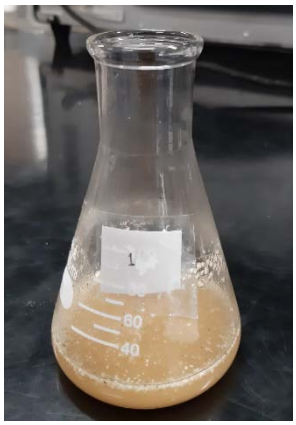
Biji salak direndam menggunakan asam asetat dengan konsentrasi 0,5 M dalam jangka waktu 24 jam. Kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 12 jam pada suhu 60 ^{o}C, lalu dihancurkan dengan blender. Serbuk biji salak yang telah dihasilkan, diayak untuk mendapat ukuran yang homogen (100 *mesh*). Serbuk biji salak digunakan untuk tahap berikutnya, yaitu tahap hidrolisis.



Gambar 1. Serbuk biji salak

Hidrolisis Serbuk Biji Salak

Hidrolisis dilakukan dengan menggunakan pelarut asam. Asam yang digunakan adalah asam sitrat, masing-masing dengan konsentrasi 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, dan 1.5 M sebanyak 10 mL (Gambar 2). Massa serbuk yang digunakan sebesar 2 gram dengan durasi hidrolisis selama 2.5 menit.



Gambar 2. Sampel hidrolisis serbuk biji salak

Kondisi operasi yang dikendalikan dalam hidrolisis serbuk biji salak pada *ultrasonic bath* (Gambar 3) adalah sebagai berikut:

- Suhu sonikasi : 30^0C
- Frekuensi *ultrasonic* : 40 kHz.
- Daya : 30, 40, 50, 60 dan 70 watt



Gambar 3. Proses hidrolisis dalam *ultrasonic bath*

Analisis menggunakan KLT

Profil oligosakarida hasil reaksi hidrolisis biji salak dapat analisis dengan metode KLT. Sampel sebanyak 5 µL ditotolkan pada pelat KLT menggunakan pipa kapiler. Standard relatif yang digunakan adalah glukosa dan maltose sebagai representasi monosakarida dan disakarida. Pelat KLT kemudian dimasukkan dalam bejana KLT dengan eluen n-butanol: asam asetat:air yaitu 2:1:1. Reagen penampak, difenilamin-anilin-fosfat, disemprotkan untuk menampakkan spot-spot pada pelat KLT. Pelat KLT dipanaskan pada suhu 100 ^{o}C selama 10 menit**.**

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap preparasi biji salak (Gambar 1) dilakukan proses perendaman selama 24 jam hingga biji salak menggunakan asam asetat yang bertujuan untuk melunakkan biji salak sehingga lebih mudah dipotong dan dihancurkan dengan blender. Pelunakkan ini disebabkan adanya penetrasi ion-ion h^+ yang dihasilkan oleh asam asetat ke dalam pori-pori biji salak sehingga terjadi hidrolisis sebagian polisakarida. Pengeringan serbuk biji salak dilakukan pada suhu ≤ 60 ^{o}c untuk menghindari kerusakan sakarida.

Hidrolisis polisakarida serbuk biji salak dilakukan menggunakan asam sitrat dengan konsentrasi 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, dan 1.5 M. Asam sitrat bertindak sebagai katalis yang berfungsi untuk meningkatkan keaktifan air, sehingga reaksi hidrolisis tersebut berjalan lebih cepat [6]. Setelah proses hidrolisis sampel serbuk biji salak, proses selanjutnya adalah penyaringan menggunakan kertas saring. Tujuan proses penyaringan dilakukan untuk memisahkan antara residu padatan dengan larutan yang mengandung oligosakarida hasil

hidrolisis. Oligosakarida termasuk dalam golongan karbohidrat yang larut dalam air.

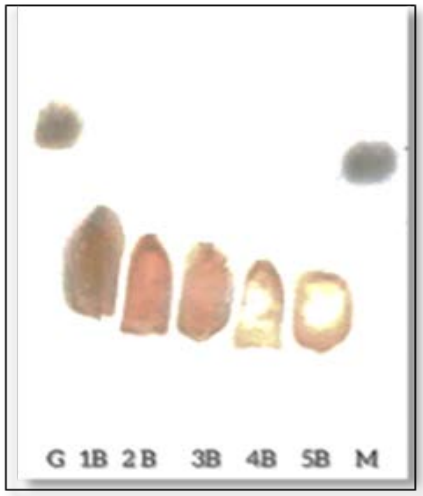
Setelah disaring, larutan sampel dinetralkan hingga pH mencapai 7 menggunakan natrium karbonat (Na_2CO_3) (Gambar 4). Natrium karbonat merupakan senyawaan garam yang bersifat basa. Tujuan dari penetralan menggunakan natrium karbonat adalah agar proses hidrolisis oleh asam sitrat berhenti. Jika hidrolisis oleh asam sitrat terus berjalan, oligosakarida akan terhidrolisis juga menghasilkan monosakarida.



Gambar 4. (kiri) Proses Penyaringan Larutan Hidrolisis Serbuk Biji salak; (kanan) pH Sampel setelah penetralan

Penentuan nilai Rf dapat dilakukan berdasarkan spot-spot yang terbentuk pada pelat KLT. Glukosa (G) dan maltosa (M) digunakan sebagai standard relatif, sebagai representasi dari monosakarida dan disakarida (Gambar 5). Nilai Rf merupakan perbandingan jarak spot senyawa dengan batas elusi pada pelat KLT. Rf hasil hidrolisisdisajikan dalam bentuk rentang karena spot yang terbentuk cenderung memanjang atau berekor (*tailing*). Hal ini sangat dimungkinkan karena variasi oligosakarida yang terbentuk dalam satu sampel, dengan nilai kepolaran yang hampir sama.

Nilai Rf maltosa lebih rendah dibandingkan dengan Rf glukosa karena interaksi maltosa dengan silika pelat KLT lebih kuat. Pada penelitian ini, glukosa memiliki nilai Rf sebesar 0,68 sedangkan Rf maltosa sebesar 0,57. Rf maltosa dapat dijadikan standard relatif untuk memprediksi produk oligosakarida hasil hidrolisis. Spot dengan nilai Rf lebih besar dari Rf maltosa, dapat diduga kuat sebagai oligosakarida. Hasil hidrolisis memiliki nilai Rf yang cenderung semakin menurun seiring dengan naiknya konsentrasi asam sitrat.



Gambar 5. Hasil Analisis KLT pada 30 Watt dengan konsentrasi 0.5 – 1.5 M

Pada umumnya, katalis berperan penting dalam mempercepat proses hidrolisis oligosakarida. Namun, apabila jumlah katalis yang ditambahkan melebihi batas optimum, hal tersebut dapat menghambat reaksi pemutusan rantai. Hal ini dikarenakan katalis memenuhi ruang sehingga membatasi ruang gerak untuk bereaksi dengan substratnya.

Semakin panjang rantai oligosakarida, nilai Rf yang dihasilkan semakin menurun [7]. Hal ini disebabkan karena oligosakarida rantai panjang memiliki gugus hidroksil yang lebih banyak. Gugus hidroksil yang lebih banyak tersebut menyebabkan terbentuknya interaksi yang lebih kuat dengan silika pada pelat KLT, sehingga menyebabkan senyawa menjadi lebih polar pada pelat KLT dan menyebabkan larutan menjadi sulit naik. Pada rantai oligosakarida, gugus hidroksil lebih berpengaruh terhadap kepolaran dibandingkan rantai karbonnya.

Tabel 1 menampilkan nilai Rf spot-spot dari berbagai variasi hidrolisis menggunakan asam sitrat.

Tabel 1. Data Nilai Rf Hasil Hidrolisis

Daya (watt)	**Konsentrasi asam Hidrolisis (M)**				
	0.5 (1B)	0.75 (2B)	1.0 (3B)	1.25 (4B)	1.5 (5B)
30	0.23-0.49	0.17-0.41	0.14-0.37	0.13-0.34	0.11-0.33
40	0.27-0.54	0.20-0.47	0.19-0.44	0.17-0.42	0.16-0.37
50	0.29-0.54	0.21-0.47	0.20-0.44	0.20-0.44	0.19-0.39
60	0.31-0.61	0.23-0.49	0.21-0.47	0.21-0.47	0.21-0.47
70	0.31-0.57	0.27-0.54	0.23-0.50	0.26-0.53	0.26-0.53

Energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik sebanding dengan kuadrat amplitudo. Amplitudo besar yang melewati medium dapat menyebabkan tekanan dan gaya geser oleh molekul pelarut. Kondisi ini dapat menghasilkan perubahan densitas dan modulus elastisitas secara lokal serta perpindahan massa antar fase meningkat sehingga rendemen meningkat pada waktu yang singkat [8]. Energi berbanding lurus dengan daya dan kuadrat amplitudo, sehingga diperkirakan daya dapat mempengaruhi proses hidrolisis pada biji salak.

Fenomena ini dapat dilihat pada Gambar 6, dimana pada nilai Rf pada daya 60-70 watt dengan konsentrasi 1 M-1,5 M menunjukkan nilai Rf yang lebih tinggi dibandingkan nilai Rf pada konsentrasi dibawah 1 M.



Gambar 6. Hasil Analisis KLT pada 70 Watt dengan konsentrasi 0.5 – 1.5 M

Peristiwa ini diperkirakan terjadi karena oligosakarida rantai panjang telah terhidrolisis sebagian menjadi oligosakarida dengan rantai yang lebih pendek atau menjadi monosakarida. Diduga kuat hal tersebut terjadi karena adanya kombinasi antara daya yang besar dan konsentrasi yang besar, sehingga reaksi pemutusan rantai menjadi lebih cepat dibandingkan proses sebelumnya.

Daya yang besar akan memberikan energi yang besar. Karena reaksi ionisasi asam lemah bersifat endotermis, energi yang besar dapat meningkatkan terjadinya peristiwa ionisasi pada molekul-molekul asam lemah dan membuat ion H^+ semakin banyak terbentuk. Selain itu, energi yang besar juga dapat meningkatkan energi kinetik pada molekul. Namun kondisi ini perlu dihindari dalam penelitian ini karena dapat mengurangi *yield* oligosakarida yang diperoleh.

KESIMPULAN

Pemanfaatan gelombang ultrasonik dan asam sitrat dalam hidrolisis polisakarida dari serbuk biji salak dapat menghasilkan oligosakarida, dengan waktu yang singkat dan kuantitas pelarut yang sedikit. Hasil hidrolisis yang telah diuji menggunakan KLT, menunjukkan bahwa daya yang besar dan konsentrasi asam yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan monosakarida.

SARAN

Perlu dilakukannya analisis lebih lanjut menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) untuk mendapatkan hasil pemisahan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Laboratorium Teknik Kimia ITK yang telah menyediakan sarana dan prasarana selama melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Suhariyanto. “Statistik Tanaman Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan”. *Badan Pusat Statistika* (2018): 12

[2] Dinas Pertanian Provinsi Kalimantan Timur. 2013. Data Kelompok Tani Tahun 2013. Pertanian Provinsi Kalimantan Timur. Kalimantan Timur.

[3] Supriyadi, Suhardi, M. Suzuki, K. Yoshida, T. Muto, A. Fujita, dan N. Watanabe. “Changes in the Volatile Compounds and in the Chemical and Physical Properties of Snake Fruit (Salacca Edulis Reinw) cv. Pondoh During Maturation”. *J Agric Food Chem*, 50.26 (2002): 7627-7633

[4] Manning T, Gibson G.R., (2004). “Prebiotics: Best Practice and Research”. *J Clinical Gastroenterol*, 18.12(2004): 287-298.

[5] D. Santos, U. F. Silva, F. A. Duarte, C. A. Bizzi, E. M. M. Flores, P. A. Mello, “Ultrasound-Assisted Acid Hydrolysis of Cellulose to Chemical Building Blocks: Application to Furfural Synthesis”, *Ultrason. Sonochem,* 40 (2018) : 1-88

[6] Sylvia, N., Meriatna, dan Haslina. “Kinetika Hidrolisa Kulit Pisang Kepok menjadi Glukosa menggunakan Katalis

Asam Klorida". *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4 (2015) : 51-65

[7] Zhang, Z., Xie, J., Linhardt, R.J. "Thin-Layer Chromatography for the Analysis of Glycosaminoglycan Oligosaccharides". *Analytical Biochemisty*. (2007) : 118-120

[8] Price Gj, White A, Clifton Aa. (1995). "The Effect of High Intensity Ultrasonic on Solid Polymer". *Polymer*, 26 (1995): 4919-4925

P-58

ANALISIS *PILOT PROJECT* RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK PADA BANGUNAN GEDUNG TINGGI HUNIAN

PILOT PROJECT ANALYSIS OF PROJECT DELAY RISK ON HIGH RISE RESIDENTIAL BUILDING

Manlian Ronald. A Simanjuntak[1], Agus Salim[2]
[1,2]*Program Studi S2 Teknik Sipil Manajemen Konstruksi, Universitas Pelita Harapan, Tanggerang*

**Email: manlian.adventus@gmail.com, agushasansyah73@gmail.com*

Diterima 16-10-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Keterlambatan penyelesaian proyek merupakan suatu hal yang sering terjadi di setiap proyek. Pada proyek properti hunian, keterlambatan diukur dari sejak penjualan unit (launching) hingga penyerahan hasil pekerjaan atau produk, yang diatur dalam PPJB (Perjanjian Pengikatan Jual Beli). Keterlambatan terjadi oleh karena beragam penyebab, tidak saja karena penyelesaian pekerjaan yang tidak sesuai target ataupun penjadwalan yang kurang baik, tapi ada beberapa hal lain yang melatarbelakanginya, dan hal tersebut dapat terjadi pada setiap bagian tahapan penyelenggaraan proyek. Permasalahan penelitian kemudian dikembangkan berdasarkan tujuan penelitian tersebut, yaitu : apa saja tahapan (proses) yang dikaji dan dianalisis, apa saja identifikasi risiko keterlambatan proyek konstruksi, dan apa saja hasil analisis pilot project risiko keterlambatan proyek. Faktor dan variabel keterlambatan akan diidentifikasi terlebih dahulu dari setiap tahapan penyelenggaraan proyek, yang meliputi : design, procurement, dan construction. Faktor dan variabel bersumber dari studi literatur, kajian terdahulu, dan jurnal yang relevan. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode mean dan rangking. Target responden dalam pilot survey ini adalah para pelaku konstruksi yang terlibat dalam setiap tahapan proses konstruksi, dengan jumlah responden yang mencukupi dan mewakili. Penelitian ini menghasilkan pemetaan awal mengenai apa saja variabel-variabel risiko yang bisa menyebabkan keterlambatan proyek di dalam setiap tahapan dan proses penyelenggaraan proyek.

Kata kunci : keterlambatan, faktor, variabel, desain, pengadaan (procurement), konstruksi, proyek

ABSTRACT

The delay of project completion is the matter which often occur on each project. On residential building project, the delay is measured from the time of the unit sold (product launching) until hand over of the product, which is regulated on PPJB (Perjanjian Pengikatan Jual Beli). The delay occur due to various causes, not only due to the completion of work that is not meet target or poor scheduling, but there are several problem behind it, and it can happen at any part of the project implementation stage. The research questions is then developed based on the research objectives, as: the stages studied and analyzed in this study, the risk identification of delays in construction projects examined in this research, and the analysis result of the pilot project of the project delay risk in projects. Delay factors and variables will be identified in advance from each stage of project implementation, which includes: Design, Procurement, and Construction. Factors and variables is sourced from literature studies, previous studies, and relevant journals. The analysis was carried out using the mean and ranking method. The target respondents in this pilot survey were construction actors who involved in every stage of the construction process, with a sufficient and representative number of respondents. The results of the research is an initial mapping of what risk variables can cause project delays in each stage and process of project implementation.

Keywords: delay, factor, variable, design, procurement, construction, project

PENDAHULUAN

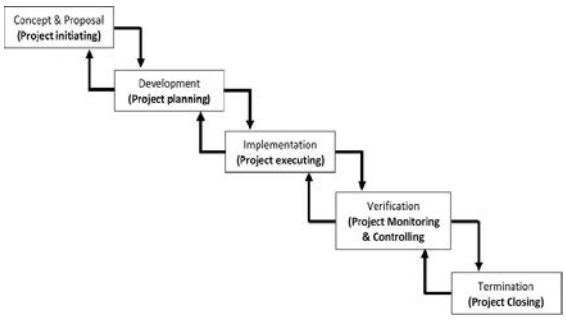
Fokus penulisan ini adalah bangunan tinggi hunian, yaitu suatu produk yang dihasilkan dari proses konstruksi, yang akan diserahterimakan ke pengguna akhir, sesuai Perjanjian Pengikatan Jual Beli (PPJB) yang telah disepakati antara penjual (dalam hal ini developer) dan pembeli (dalam hal ini konsumen). Dalam perjanjian tersebut, sudah ditentukan kapan dan target produk harus diserahterimakan ke pembeli. Dalam praktiknya, seringkali terjadi keterlambatan penyerahan produk sebagai akibat dari meleset nya waktu penyelesaian proyek.

Terjadinya keterlambatan tidak selalu disebabkan oleh pelaku konstruksi di lapangan, banyak aspek yang menjadi faktor dan variabel risiko keterlambatan, bila dilihat dari keseluruhan siklus dan tahapan penyelenggaraan proyek, mulai dari awal sampai dengan berakhirnya proyek.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan pemetaan awal mengenai apa saja risiko yang bisa menyebabkan keterlambatan proyek di dalam setiap tahapan proyek, dari perspektif developer.

Permasalahan penelitian kemudian dikembangkan berdasarkan tujuan penelitian tersebut, yaitu : apa saja tahapan atau proses yang dikaji dan dianalisis dalam penelitian ini, apa saja identifikasi risiko keterlambatan proyek konstruksi yang diteliti dan bagaimana hasil analisis pilot project identifikasi risiko keterlambatan proyek bangunan gedung tinggi hunian.

Tulisan ini dimulai dengan mengkaji lebih lanjut terhadap proses penyelenggaraan proyek secara keseluruhan, untuk mengidentifikasi risiko apa saja yang bisa menyebabkan keterlambatan pada setiap proses tersebut. Identifikasi dilakukan terlebih dahulu pada tahapan penyelenggaraan proyek *(project life cycles)*, sesuai bagan berikut.



Gambar 1. Tahapan Penyelenggaraan Proyek *(Project Life Cycles)*

Menurut Jason Westland [1], siklus proyek terdiri dari : 1). *Project Initiating*, yang merupakan proses awal ditentukan nya proyek, mulai dari aspek bisnis dan peluang dari suatu proyek, studi kelayakan, hingga ditetapkannya proyek untuk layak dikerjakan; 2). *Project Planning*, yang menentukan perencanaan rinci untuk memastikan aktifitas yang akan dilakukan adalah tepat dari sisi urutan kerja, sumber daya, eksekusi dan kontrol monitoring; 3). *Project Executing, Monitoring & Controlling*, yang merupakan fase yang terpanjang dalam siklus proyek, dimana pada fase inilah suatu produk dibangun secara fisik, untuk disajikan kepada pelanggan hingga diterima dan digunakan dengan baik; 4). *Project Closure*, yaitu proses penutupan proyek yang melibatkan proses penyampaian final produk kepada pelanggan, dokumentasi serah terima, pengakhiran kontrak vendor *(supplier)*, pengakhiran sumber daya proyek, dan mengkomunikasikan pengakhiran proyek ke pihak terkait *(stakeholders)*.

Seperti yang telah dijelaskan dalam bagian pendahuluan, fenomena keterlambatan diukur sebagai melesetnya waktu penyerahan produk, mulai dari tahap peluncuran produk (terjadinya pengikatan jual beli) hingga saat penyerahan produk *(hand over)* sesuai target yang ditetapkan dalam PPJB (Perjanjian Pengikatan Jual Beli). Merujuk kepada tolok ukur keterlambatan seperti yang telah dijelaskan di atas, maka tulisan ini hanya mengkaji proses tahapan proyek dimulai ketika disetujuinya pelaksanaan proyek, yaitu tahapan *Design, Procurement*, hingga *Construction.* Identifikasi ini sekaligus menjawab permasalahan penelitian nomor 1.

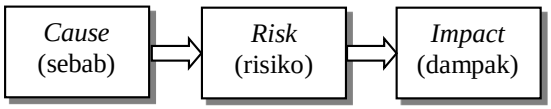
Menurut Suparno, Made Wena [2], risiko adalah variasi dalam hal-hal yang mungkin terjadi secara alami atau kemungkinan terjadinya peristiwa di luar yang diharapkan yang merupakan ancaman terhadap properti dan keuntungan finansial akibat bahaya yang terjadi.

Risiko menurut I Nyoman Norken, Ida Bagus Ngurah Purbawijaya, I Gusti Ngurah Oka Saputra (2015) [3], didefinisikan sebagai kemungkinan mengalami bahaya atau penderitaan membahayakan. Secara umum, risiko dapat mengacu pada hal-hal yang sangat tidak pasti atau berbahaya.

Beberapa definisi risiko dapat diuraikan sebagai berikut : 1). *Risk is Chance of Loss* (risiko adalah peluang kerugian), biasanya dipergunakan untuk menunjukkan suatu keadaan dimana terdapat suatu peluang

kerugian atau suatu kemungkinan kerugian; 2). *Risk is Possibility of Loss* (risiko adalah kemungkinan kerugian), makna kata *possibility* di sini berarti bahwa probabilitas atau kemungkinan bahwa suatu peristiwa berada di antara nol dan satu; 3). *Risk is Uncertainty* (risiko adalah ketidakpastian), dalam hal ini adalah pemahaman bahwa risiko berhubungan dengan ketidakpastian, munculnya risiko disebabkan oleh adanya ketidakpastian.

Risiko akan sangat terkait dengan "sebab" dan "dampak". Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia [4], definisi dari ketiga hal tersebut adalah sebagai berikut : 1). Sebab, yaitu hal yang menjadikan timbulnya sesuatu; 2). Risiko, yaitu akibat yang kurang menyenangkan, merugikan, membahayakan dari suatu perbuatan atau tindakan. 3). Dampak, yaitu pengaruh kuat yang mendatangkan akibat (baik negatif maupun positif).



Gambar 2. Hubungan antara "sebab", "risiko", dan "dampak"

Manajemen Risiko menurut I Nyoman Norken, Ida Bagus Ngurah Purbawijaya, I Gusti Ngurah Oka Saputra (2015) [3], merupakan aplikasi manajemen umum yang berhubungan dengan berbagai aktifitas yang dapat menimbulkan risiko. Definisi tentang manajemen risiko bermacam-macam, akan tetapi pada dasarnya manajemen risiko berkaitan dengan cara yang digunakan untuk mencegah ataupun menanggulangi berbagai risiko yang dihadapi. Beberapa definisi tersebut adalah : 1). Manajemen risiko adalah proses sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menanggapi atau merespon risiko suatu kegiatan atau proyek; 2). Manajemen risiko didefinisikan sebagai prosedur untuk mengendalikan tingkat risiko dan untuk mengurangi dampaknya; 3). Manajemen risiko adalah seperangkat kebijakan, prosedur yang lengkap, yang mempunyai organisasi, untuk mengelola, memonitor, dan mengendalikan dampak dari risiko; 4). Manajemen risiko bukan merupakan aktifitas yang terpisah dari pengelolaan proyek konstruksi, tetapi merupakan hal yang sangat fundamental dari manajemen proyek konstruksi; 5). Manajemen risiko tidak hanya mengidentifikasi risiko, tetapi juga harus menilai atau menghitung risiko dan pengaruhnya terhadap proyek; 6). Manajemen risiko merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menanggapi risiko yang telah diketahui, melalui rencana analisis risiko atau bentuk observasi lain, untuk meminimumkan konsekuensi buruk yang mungkin muncul atau terjadi; 7). Manajemen risiko merupakan pendekatan terorganisasi untuk menemukan berbagai risiko potensial.

Menurut PMBOK (2017) [5], manajemen risiko memiliki tujuan akhir sebagai berikut : 1). Meningkatkan probabilitas risiko yang memberi dampak positif; 2). Mengurangi probabilitas risiko yang memberi dampak negatif; 3). Ke semua poin di atas akan mengoptimalkan kinerja proyek dan menentukan peluang kesuksesan atau tingkat keberhasilan suatu proyek.

Manajemen risiko dalam suatu proyek dilakukan dengan membuat suatu perencanaan pengendalian risiko, identifikasi, analisis, tanggapan, implementasi, dan monitoring. Proses tersebut dapat dijabarkan dalam penjelasan sebagai berikut : 1). Perencanaan manajemen risiko *(plan risk management)*, adalah proses bagaimana untuk mengadakan aktifitas manajemen risiko dalam suatu proyek. Perencanaan ini ditentukan pada awal dijalankannya suatu proyek; 2). Identifikasi risiko *(identify risk)*, adalah mengidentifikasi risiko proyek secara individu serta sumber risiko proyek secara keseluruhan, dan mendokumentasikan nya sesuai karakteristik proyek; 3). Analisa risiko secara kualitatif *(qualitative risk analysis)*, adalah proses memprioritaskan risiko proyek untuk dianalisis dengan menilai kemungkinan terjadinya dan dampak serta karakteristik lainnya; 4). Analisa risiko secara kuantitatif *(quantitative risk analysis)*, adalah proses menganalisis secara numerik efek gabungan dari risiko proyek individu yang teridentifikasi dan sumber ketidakpastian lainnya pada tujuan proyek secara keseluruhan; 5). Perencanaan respon risiko *(plan risk responses)*, adalah proses pengembangan opsi, memilih strategi, dan menyetujui tindakan untuk menangani risiko proyek secara keseluruhan; 6). Implementasi respon risiko *(implement risk responses)*, adalah proses penerapan rencana respon risiko yang telah disepakati; 7). Pemantauan resiko *(monitor risks)*, adalah proses pemantauan pelaksanaan rencana respon risiko yang telah disepakati, pelacakan risiko yang teridentifikasi, mengidentifikasi dan menganalisis risiko baru, dan mengevaluasi

efektifitas proses manajemen risiko di seluruh proyek.

Dari hasil studi literatur, kajian terdahulu, jurnal relevan, dan penelitian sebelumnya, didapat variabel-variabel risiko keterlambatan proyek. Variabel yang didapat adalah sangat beragam dan memiliki karakter yang berbeda satu sama lain. Terdapat sejumlah 68 variabel yang berhasil dihimpun. Setiap variabel diberi kode untuk memudahkan identifikasi dalam proses analisis nantinya. Variabel tersebut kemudian dikelompokkan sesuai dengan di tahap mana terjadinya risiko tersebut, yakni tahap *design*, tahap *procurement*, dan tahap *construction*. Pengelompokkan disajikan dalam tabel sebagai berikut, dan sekaligus menjawab permasalahan penelitian nomor 2.

Tabel 1. Faktor dan Variabel Risiko Keterlambatan dari Tahapan *Design*

KODE	VARIABEL	SUMBER
X1	Keterlambatan persetujuan desain	Remon Fayek Azis (2013) [6]
X2	Kesalahan dalam perencanaan dan spesifikasi	Remon Fayek Azis (2013) [6]
X3	Informasi gambar yang tidak lengkap	Yue Choong Kog (2017) [7]
X4	Kurangnya integrasi dan koordinasi desain	Dedy Farhan F (2017) [8]
X5	Penetapan jadwal proyek yang amat ketat oleh pemilik	Budiman Praboyo (1998) [3]
X6	Rencana kerja pemilik yang sering berubah	Budiman Praboyo (1998) [9]
X7	Adanya perubahan desain selama masa konstruksi	Abdur Rasyid R (2008) [10]
X8	Tidak diikutkannya seluruh *stakeholder* pada proses desain	Dedy Farhan F (2017) [8]
X9	Adanya peningkatan lingkup pekerjaan	Abdur Rasyid R (2008) [10]
X10	Kesalahan dokumen gambar dari konsultan	Yue Choong Kog, (2017) [7]
X11	Perencanaan dan penjadwalan pemilik proyek yang selalu berubah-ubah	Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, I.G Putu Joni [11]
X12	Masalah finansial yang dialami owner	Ryan Ariefasa (2011) [12]

Tabel 2. Faktor dan Variabel Risiko Keterlambatan dari Tahapan *Procurement*

KODE	VARIABEL	SUMBER
X13	*Contract change order* yang timbul sebagai akibat tidak akuratnya analisis proyek pada tahap persiapan	Remon Fayek Azis (2013) [6]
X14	Faktor lingkup (kontrak), yaitu adanya keterlambatan owner dalam membuat keputusan	Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, I.G Putu Joni [11]
X15	Tidak lengkapnya identifikasi jenis pekerjaan yang harus ada	Budiman Praboyo (1998) [9]
X16	Kelambatan penyediaan alat (bahan) dan lain-lain yang disediakan pemilik *(SBO)*	Budiman Praboyo (1998) [9]
X17	Pengajuan contoh bahan oleh kontraktor yang tidak terjadwal	Budiman Praboyo (1998) [9]
X18	Prosedur pengadaan bahan baku yang membutuhkan waktu lama	Naniek Utami H, Ines C.F, Jessika U (2017) [13]
X19	Kelangkaan bahan baku	Naniek Utami H, Ines C Fitriana, Jessika U (2017) [13]
X20	Perubahan material pada bentuk, fungsi, dan spesifikasi	Haekal Hassan (2016) [14]
X21	Perubahan lingkup pekerjaan	Yue Choong Kog (2017) [7]
X22	Keterlambatan fabrikasi khusus bahan bangunan	Haekal Hassan (2016) [14]
X23	Kerusakan bahan di tempat penyimpanan	Haekal Hassan (2016) [14]
X24	Ketidaktepatan waktu pemesanan pada barang	Aziz Abdul M, Marthen Riyandi W, Dianita Ratna K, Nugroho H (2016) [15]
X25	Keterlambatan suplai material	Yue Choong Kog (2017) [7]
X26	Ketersediaan bahan terbatas di lapangan	Deden Matri Wirabakti, Rahman Abdullah, Andi M (2014) [16]
X27	Faktor inspeksi kontrol dan evaluasi pekerjaan, yaitu lamanya proses persetujuan pemilik dalam menentukan bahan	Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, I.G Putu Joni [11]
X28	Kesalahan pengelolaan material oleh kontraktor	Suyatno (2010) [17]
X29	Proses pengujian dan evaluasi uji bahan dari pemilik yang tidak relevan	Budiman Praboyo (1998) [3]
X30	Negosiasi dan perijinan pada kontrak	Haekal Hassan (2016) [7]
X31	Adanya banyak pekerjaan tambah	Budiman Praboyo (1998) [9]
X32	Biaya pelaksanaan konstruksi yang melebihi anggaran	Abdur Rasyid Rozak (2008) [10]

Tabel 3. Faktor dan Variabel Risiko Keterlambatan dari Tahapan *Construction*

KODE	VARIABEL	SUMBER
X33	Perencanaan dan penjadwalan yang tidak efektif	Budiman Praboyo (1998) [9]
X34	Rencana urutan kerja yang tidak tersusun dengan baik (terpadu)	I Made Alit KS, G.A.P Candra D, Gde Ngurah A (2019) [18]
X35	Manajemen lapangan	Remon Fayek Azis (2013) [6]
X36	Perencanaan keseluruhan, pengelolaan, dan kontrol	Min Seok Kim, Seung Kyu Yoo, Ju Hyung Kim, Jae Jun Kim [19]

KODE	VARIABEL	SUMBER
X37	Kontrol kontraktor utama terhadap sub kontraktor dalam pelaksanaan pekerjaan	Haekal Hassan (2016) [14]
X38	Performa kontraktor dan tim konstruksi	Remon Fayek Azis (2013) [6]
X39	Kurangnya sumber daya tim di kontraktor	Ramdhan Yundra Saputra (2017) [23]
X40	Kualifikasi teknis dan manajerial yang buruk dari personil-personil dalam organisasi kerja kontraktor	Budiman Praboyo (1998) [9]
X41	Pengalaman kontraktor yang tidak mencukupi	Miss P.M. Pethkar, Prof B.V. Birajdar (2015) [20]
X42	Kekurangan tenaga kerja	Suyatno (2010) [17]
X43	Kurangnya kehadiran dan kedisiplinan tenaga kerja	Deden Matri Wirabakti, Rahman Abdullah, Andi M (2014) [16]
X44	Produktifitas tenaga kerja yang rendah	Aziz Abdul M, Marthen Riyandi W, Dianita Ratna K, Nugroho H (2016 [15]
X45	Faktor tenaga kerja, yaitu keterampilan kerja yang kurang	Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai W, I.G Putu Joni [11]
X46	Persiapan dan ijin shopdrawing	Haekal Hassan (2016) [14]
X47	Proses pembuatan gambar kerja oleh kontraktor	Budiman Praboyo (1998) [9]
X48	Terlambatnya persetujuan shopdrawing	Levis, and Atherley (1996) [21]
X49	Kesalahan dalam menginterpretasikan gambar atau spesifikasi	Levis, and Atherley (1996) [21]
X50	Tidak tersedianya alat dan peralatan kerja yang cukup memadai atau sesuai kebutuhan	Budiman Praboyo (1998) [9]
X51	Banyak hasil pekerjaan yang harus diperbaiki atau diulang karena cacat/tidak benar	Budiman Praboyo (1998) [9]
X52	Memperbaiki pekerjaan yang sudah selesai	Levis, and Atherley (1996) [21]
X53	Kualitas pekerjaan yang buruk	Lyla Supriono (2014) [22]
X54	Mobilisasi sumber daya (bahan, alat, tenaga kerja) yang lambat	Budiman Praboyo (1998) [9]
X55	Proses dan tata cara evaluasi kemajuan pekerjaan yang lama dan lewat jadwal yang disepakati	Budiman Praboyo (1998) [9]
X56	Tidak terbayarnya kontraktor secara layak sesuai haknya (kesulitan pembayaran oleh pemilik)	Budiman Praboyo (1998) [9]
X57	Transportasi ke lokasi proyek yang sulit	Budiman Praboyo (1998) [9]
X58	Perubahan metode kerja oleh kontraktor	Levis, and Atherley (1996) [21]
X59	Metode konstruksi /pelaksanaan kerja yang tidak tepat	Julia D, Dewi R (2019) [24]
X60	Ketersediaan perlengkapan dan operator alat	Yue Choong K (2017) [7]
X61	Kerusakan peralatan	Haekal Hassan (2016) [14]
X62	Perselisihan pekerjaan antar bagian-bagian yang berbeda dalam proyek	Haekal Hassan (2016) [14]
X63	Organisasi yang jelek pada kontraktor	Haekal Hassan (2016) [14]
X64	Kurang koordinasi dan komunikasi antar pihak	Raymon Fayek Azis (2013) [6]
X65	Prosedur pemeriksaan dan pengetesan dalam proyek	Haekal Hassan (2016) [14]
X66	Buruknya pengawasan dan supervisi lapangan	Miss P.M. Pethkar, Prof B.V. Birajdar (2015) [16]

KODE	VARIABEL	SUMBER
X67	Cara inspeksi dan kontrol pekerjaan yang birokratis oleh pemilik	Budiman Praboyo (1998) [9]
X68	Kegagalan pemilik mengkoordinasi penyerahan dan penggunaan lahan	Budiman Praboyo (1998) [9]

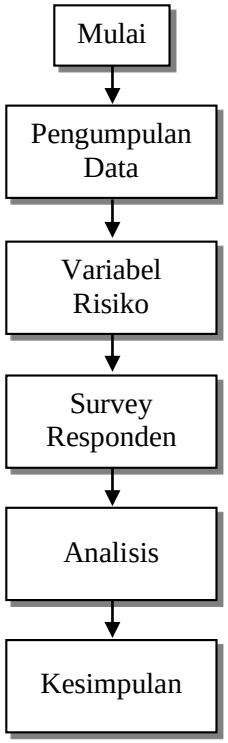
METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder yang relevan dengan tujuan dan proses penelitian. Data bersumber dari : literatur pustaka, kajian terdahulu, dan jurnal yang relevan. Data yang dikumpulkan adalah beragam jenis risiko bisa menyebabkan keterlambatan proyek. Data variabel kemudian dikelompokkan sesuai dengan di tahapan mana risiko tersebut terjadi, masing masing variabel diberi kode identifikasi untuk memudahkan analisis.

Kuisioner survey kemudian dibuat sebagai instrumen penelitian untuk mengetahui pemetaan awal dan mendapatkan opini dari pelaku konstruksi yang terlibat dalam setiap tahapan tersebut. Survey yang disebar kepada responden menggunakan perangkat kuisioner, yang dirancang berupa pertanyaan untuk menggali opini dan bagaimana tanggapan para responden terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Bentuk pertanyaan disusun untuk mengetahui apakah suatu risiko bisa memberi pengaruh terhadap keterlambatan proyek. Jawaban yang disajikan menggunakan metode Likert, dengan skor 1 sampai 5, dimana skor 1 : sangat tidak setuju; skor 2 : tidak setuju; skor 3 : netral; skor 4 : setuju; skor 5 : tidak setuju. Hasil akhir dari kegiatan survey ini ditabulasikan ke dalam matriks data, berdasarkan responden, variabel, dan jawaban yang dipilih.

Populasi responden berfokus kepada tim pemilik kerja *(owner)*, mengingat fokus penelitian adalah dari perspektif developer. Populasi responden yang berhasil dihimpun adalah : 1). Tim Desain : Engineer, Head Engineer, Design Manager; 2). Tim Procurement : QS Head, QS staff; 3). Tim Konstruksi : Project Manager, Senior Manager, Site Manager.

Dari hasil survey, kemudian dianalisis dengan menggunakan metode *Mean & Rank*. Sebagai resume dari uraian metodologi di atas, dapat disajikan dalam bagan sebagai berikut.



Gambar 3. Bagan Alur Proses Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 25 kuesioner yang disebar, didapat respon sebanyak 20 kuesioner (80%), dengan sebaran populasi sebagai berikut :

Tabel 4. Populasi Responden

No	Nama	Usia	Jabatan
1.	Responden 1	54	Senior ME Engineer
2.	Responden 2	30	Senior Architect
3.	Responden 3	43	Architect
4.	Responden 4	36	Design & Eng. Head
5.	Responden 5	30	Architect
6.	Responden 6	33	Project Architect
7.	Responden 7	49	Engineering Manager
8.	Responden 8	38	Quantity Surveying
9.	Responden 9	38	QS Head
10.	Responden 10	27	Quantity Surveying
11.	Responden 11	52	Senior Manager
12.	Responden 12	50	Project Manager
13.	Responden 13	44	Building Manager
14.	Responden 14	38	Project Manager
15.	Responden 15	38	Site Manager
16.	Responden 16	56	QC Head
17.	Responden 17	40	Site Manager
18.	Responden 18	50	Site Manager
19.	Responden 19	30	Site Manager
20.	Responden 20	52	Site Manager

Dari data yang ada, populasi responden meliputi tim *design* : 7 orang responden, tim

procurement : 3 orang responden dan tim *construction* : 10 orang responden.

Hasil survey menunjukkan variabel risiko keterlambatan di aspek desain dengan peringkat 5 besar sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Analisis untuk Aspek *Design*

No.	Variabel	Mean	Rank
1	X1	4.750	1
2	X4	4.750	1
3	X2	4.600	2
4	X6	4.400	3
5	X3	4.400	3

dimana :
X1 : Keterlambatan persetujuan desain;
X4 : Kurangnya integrasi dan koordinasi desain;
X2 : Kesalahan dalam perencanaan dan spesifikasi;
X6 : Rencana kerja pemilik yang sering berubah-ubah;
X3 : Informasi gambar yang tidak lengkap;

Hasil survey menunjukkan variabel risiko keterlambatan di aspek *procurement* dengan peringkat 5 besar sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Analisis untuk Aspek *Procurement*

No.	Variabel	Mean	Rank
1	X12	4.600	1
2	X14	4.400	2
3	X22	4.400	2
4	X24	4.400	2
5	X27	4.400	2

dimana :
X12 : Masalah finansial yang dialami owner;
X14 : Faktor lingkup/kontrak, yaitu adanya keterlambatan owner dalam membuat keputusan;
X22 : Keterlambatan fabrikasi khusus bahan bangunan;
X24 : Ketidaktepatan waktu pemesanan barang;
X27 : Faktor inspeksi kontrol dan evaluasi pekerjaan, yaitu lamanya proses persetujuan pemilik dalam menentukan bahan;

Hasil survey menunjukkan variabel risiko keterlambatan di aspek *construction* dengan peringkat 5 besar sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Analisis untuk Aspek *Construction*

No.	Variabel	Mean	Rank
1	X35	4.650	1
2	X53	4.650	1
3	X39	4.550	2
4	X42	4.550	2
5	X56	4.550	2

dimana :
X35 : Manajemen lapangan
X53 : Kualitas pekerjaan yang buruk
X39 : Kurangnya sumber daya tim di kontraktor
X42 : Kekurangan tenaga kerja
X56 : Tidak terbayarnya kontraktor secara layak sesuai haknya (kesulitan pembayaran oleh pemilik)

Hasil survey menunjukkan variabel risiko keterlambatan yang tersebar pada semua tahapan proyek. Analisis *Mean & Rank* menghasilkan peringkat 5 besar, yang dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Analisis *Mean & Rank*

No.	Variabel	Mean	Rank	Tahapan
1	X1	4.750	1	Design
2	X4	4.750	1	Design
3	X35	4.650	3	Construction
4	X53	4.650	3	Construction
5	X12	4.600	5	Procurement

dimana :
X1 : Keterlambatan persetujuan desain;
X4 : Kurangnya integrasi dan koordinasi desain;
X35 : Manajemen lapangan;
X53 : Kualitas pekerjaan yang buruk;
X12 : Masalah finansial yang dialami owner;

Hasil survey juga menunjukkan ada beberapa variabel risiko keterlambatan yang terbanyak dipilih oleh responden, yaitu variabel yang memiliki poin 5 di skala Likert yang artinya responden sangat setuju dengan variabel tersebut. Peringkat variabel yang dimaksud adalah sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Analisis untuk Variabel yang Banyak Dipilih Responden (Poin 5, Skala Likert)

No.	Variabel	Jumlah Responden
1	X1	15
2	X4	15
3	X6	13
4	X12	13
5	X35	13
6	X53	13

dimana :
X1 : Keterlambatan persetujuan desain
X4 : Kurangnya integrasi dan koordinasi disain
X6 : Rencana kerja pemilik yang sering berubah-ubah
X12 : Masalah finansial yang dialami owner
X35 : Manajemen lapangan
X53 : Kualitas pekerjaan yang buruk

Ke semua uraian di atas adalah sekaligus menjawab permasalahan nomor 3.

KESIMPULAN

Menjawab permasalahan penelitian mengenai apa saja tahapan (proses) yang dikaji dan dianalisis terkait fenomena keterlambatan, dan setelah mengkaji literatur yang ada, maka tulisan ini menyimpulkan bahwa risiko keterlambatan terjadi pada tahap *design, procurument,*dan *construction.*

Menjawab permasalahan penelitian mengenai apa saja identifikasi risiko keterlambatan proyek konstruksi, dan berdasarkan kajian literatur dan jurnal, maka tulisan ini menyimpulkan bahwa semua risiko keterlambatan yang berhasil dihimpun adalah jenis risiko yang bisa dikelompokkan berdasarkan tahapan dimana terjadinya risiko tersebut, dalam hal ini adalah risiko dalam tahap *design*, risiko dalam tahap *procurement*, dan risiko dalam tahap *construction*, yang kesemuanya telah dijabarkan dalam tabel 1, 2, dan 3 dalam tulisan ini.

Hasil analisis dengan metode *Mean & Rank* terhadap hasil survey menunjukkan beberapa variabel risiko yang banyak dipilih oleh para responden sebagai variabel risiko keterlambatan, yaitu : keterlambatan persetujuan disain (faktor *design*), kurangnya integrasi dan koordinasi disain (faktor *design*), manajemen lapangan yang buruk (faktor *construction*), kualitas pekerjaan yang buruk (faktor *construction*), dan masalah finansial yang dialami *owner* (faktor *procurement*). Hasil analisis ini adalah sekaligus menjawab permasalahan akhir dari tulisan ini.

Hasil survey ini adalah sebagai *pilot project* untuk mendapatkan gambaran atau pemetaan awal atas pemahaman para responden pelaku konstruksi terhadap risiko keterlambatan proyek yang terjadi pada setiap tahapan penyelenggaraan proyek.

SARAN

Hasil analisis *pilot project* ini dapat dikembangkan lebih lanjut, dengan menggunakan metode dan analisa statistik, untuk mendapatkan variabel risiko penentu keterlambatan proyek. Jumlah dan populasi responden tentunya bisa ditingkatkan, agar validitas data bisa teruji dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberi kontribusi terhadap penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Jason Westland, *Project Management Life Cycles* (2007)
[2] Suparno, Made Wena, *Manajemen Risiko dalam Proyek Konstruksi* (2015)
[3] I Nyoman Norken, Ida Bagus Ngurah Purbawijaya, I Gusti Ngurah Oka Saputra, *Pengantar Analisis dan Manajemen Risiko pada Proyek Konstruksi* (2015)
[4] Kamus Besar Bahasa Indonesia (2016)
[5] Project Management Institute, *A guide to Project Management Body of Knowledge* (2017)
[6] Remon Fayek Azis, *Ranking of Delay Factors in Construction Projects after Egyptian Revolution* (2013)
[7] Yue Choong Kog, *Major Delay Factors for Construction Projects in Nigeria* (2017)
[8] Dedy Farhan Fuadie, *Analisis Faktor Penyebab dan Dampak Kesalahan Desain pada Proyek-Proyek di PT. X* (2017)
[9] Budiman Praboyo, *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi dan Peringkat dari Penyebab-Penyebabnya* (1998)
[10] Abdur Rasyid Rozak, *Identifikasi Faktor-Faktor Dominan Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Gedung Orphanage Home* (2008)
[11] Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, I.G Putu Joni, *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan*

Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Konstruksi di Kabupaten Tabanan

[12] Ryan Ariefasa, *Faktor Penyebab Keterlambatan Pekerjaan Konstruksi Bangunan Gedung Bertingkat yang Berpengaruh terhadap Perubahan Anggaran Biaya pada Pekerjaan Struktur* (2011)

[13] Naniek Utami Handayani, Ines Chandra Fitriana, Jessika Ulina, *Analisis Mitigasi Risiko pada Pengadaan Barang PT. X dengan Metode House of Risk* (2017)

[14] Haekal Hassan, *Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi dan Alternatif Penyelesaiannya* (2016)

[15] Aziz Abdul M, Marthen Riyandi W, Dianita Ratna K, Nugroho Hartono, *Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Progress terkait dengan Manajemen Waktu* (2016)

[16] Deden Matri Wirabakti, Rahman Abdullah, Andi Maddeppungeng, *Studi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung* (2014)

[17] Suyatno, *Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Gedung* (2010)

[18] I Made Alit KS, G.A.P Candra D, Gde Ngurah A, *Analisis Risiko Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Hotel di Bali* (2019)

[19] Min Seok Kim, Seung Kyu Yoo, Ju Hyung Kim, Jae Jun Kim, *Study on the Major Delay Factors in Finishing Works before Completion of Construction*, Korea

[20] Miss P.M. Pethkar, Prof B.V. Birajdar *Literature Review on Causes of Delay in Building Construction Projects* (2015)

[21] Levis, and Atherley, *Delay Construction* (1996)

[22] Lyla Supriono, *Faktor-Faktor Risiko Keterlambatan Pembangunan Proyek Infrastruktur Pedesaan Berdasarkan Waktu Perencanaan* (2014)

[23] Ramdhan Yundra Saputra, *Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Pembangunan Mall ABC* (2017)

[24] Julia Damayanti, Dewi Rintawati, *Analisis Faktor untuk Mengidentifikasi Faktor Keterlambatan pada Pekerjaan Gedung Bertingkat* (2019)

P-59

KAJIAN FAKTOR – FAKTOR MANAJEMEN PEMBIAYAAN PROYEK DALAM IMPLEMENTASI BIM PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG

REVIEW OF FACTORS OF PROJECT FINANCING MANAGEMENT IN IMPLEMENTATION OF BIM ON BUILDING PROJECTS

Manlian Ronald A. Simanjuntak[1*], Ari Tiandaru Baskoro[2]
[1,2] Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang

**E-mail: manlian.adventus@gmail.com, ari.tiandaru@gmail.com*

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 22-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Tantangan pada pelaksanaan proyek adalah bagaimana merencanakan biaya yang efisien dan jadwal waktu yang efektif tanpa mengurangi mutu. Biaya yang akan dikeluarkan pada saat pelaksanaan sangat erat kaitannya dengan waktu dan mutu pelaksanaan pekerjaan. Manajemen Proyek dibutuhkan sebagai upaya pengendalian untuk memastikan setiap tindakan dapat dilakukan secara efisien. Kemajuan pertumbuhan industri konstruksi yang terjadi sekarang ini tidak terlepas dari pengaruh kemajuan teknologi. Seiring dengan perkembangan proyek konstruksi, maka berkembang pula teknologi dalam proses pelaksanaan dan manajemennya yang menghasilkan beberapa inovasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek dalam implementasi BIM pada proyek bangunan gedung. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa prinsip dasar implementasi BIM dalam proyek bangunan gedung adalah untuk melakukan fungsi manajemen proyek dari mulai proses perencanaan, pelaksanaan sampai dengan serah terima pekerjaan, melalui kemampuan otomasi untuk mengambil informasi dari pemodelan bangunan dan memperluas penggunaannya dengan memberinya makna untuk alur kerja dan proses terkait satu dengan lainnya. Penelitian ini juga menunjukkan adanya hasil yang positif dalam implementasi BIM pada proyek bangunan gedung. Dimana faktor – faktor yang diambil dari penelitian sebelumnya, implementasi BIM pada proyek bangunan gedung dapat memberikan dampak langsung terhadap kerberhasilan dalam manajemen pembiayaan sebuah proyek konstruksi.

Kata kunci : Manajemen Konstruksi, Biaya, Manajemen Biaya, Manajemen Pembiayaan Proyek, Building Information Modeling, BIM

ABSTRACT

The challenge in project implementation is how to plan a cost efficient and time-effective schedule without reducing quality. Costs that will be incurred during implementation are closely related to the time and quality of work implementation. Project management is needed as a control effort to ensure every action can be carried out efficiently. The progress of the construction industry's current growth cannot be separated from the influence of technological advances. Along with the development of construction projects, technology has also developed in the process of implementation and management which has resulted in several innovations. The purpose of this research is to examine the factors - factors of project financing management in the implementation of BIM in building projects. The research results show that the basic principles of implementing BIM in building projects are to perform project management functions from the planning process, implementation to handover, through automation capabilities to retrieve information from building modeling and expand its use by giving it the meaning for workflows and processes related to one another. This study also shows positive results in the implementation of BIM in building projects. Where the factors are taken from previous studies, the implementation of BIM in building projects can have a direct impact on the success in the management of a construction project financing.

Keywords: Construction Management, Cost, Cost Management, Project Financing Management, Building Information Modeling, BIM

PENDAHULUAN

Setiap proyek diharapkan bisa berjalan dengan baik dan mencapai hasil sesuai perencanaan. Berdasarkan sifat dan obyektifnya, setiap komponen yang terlibat memiliki kepentingan berbeda yang apabila tidak dikelola dengan optimal akan menjadi potensi untuk terjadinya perselisihan dalam berbagai bentuk dan kompleksitas yang dapat berpotensi terhadap peningkatan biaya konstruksi dan keterlambatan penyelesaian pekerjaan [1].

Tantangan pada pelaksanaan proyek adalah bagaimana merencanakan biaya yang efisien dan jadwal waktu yang efektif tanpa mengurangi mutu. Biaya merupakan hal penting dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi selain waktu dan mutu, karena biaya yang akan dikeluarkan pada saat pelaksanaan sangat erat kaitannya dengan waktu dan mutu pelaksanaan pekerjaan.

Untuk itu diperlukan peranan dari Manajemen Proyek dalam mengelola proses pelaksanaan sebuah proyek. Manajemen Proyek dibutuhkan sebagai upaya pengendalian untuk memastikan setiap tindakan dapat dilakukan secara efisien.

Kemajuan pertumbuhan industri konstruksi yang terjadi sekarang ini tidak terlepas dari pengaruh kemajuan teknologi. Seiring dengan perkembangan proyek konstruksi, maka berkembang pula teknologi dalam proses pelaksanaan dan manajemennya yang menghasilkan beberapa inovasi sebagai bagian dari strategi untuk memitigasi kesulitan yang melekat yang terkait pada biaya dan manfaat. Model inovasi yang berkembang dalam industri konstruksi beberapa diantaranya adalah inovasi pada perangkat *(tools)* manajemen proyek dan teknologi informasi bangunan dengan menggunakan *Building Information Modelling (BIM)*. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa prinsip dasar implementasi BIM dalam proyek bangunan gedung.

a. Menganalisa faktor manajemen pembiayaan proyek dalam rangka penggunaan BIM dalam manajemen konstruksi bangunan gedung.
b. Menganalisa hasil analisis faktor manajemen pembiayaan proyek dalam rangka penggunaan BIM dalam manajemen konstruksi bangunan gedung terhadap hasil penelitian yang relevan.

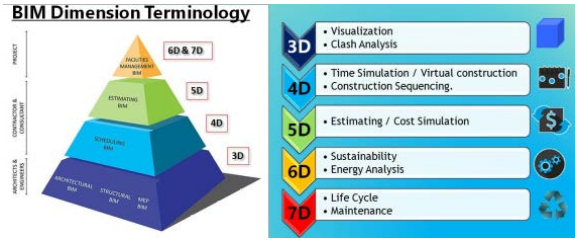
1. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Dimensi / Terminologi BIM

Konsep BIM membayangkan konstruksi virtual sebelum konstruksi fisik yang sebenarnya untuk mengurangi ketidakpastian, meningkatkan keselamatan, menyelesaikan masalah, dan menganalisis dampak potensial (Smith, Deke 2007). [2]

Dimensi penggunaan BIM dalam berbagai tahapan proses pembangunan gedung, bergantung pada jenis-jenisnya yang dibedakan seperti berikut ini :

a. 3D : Visualisasi dan analisa ketidaksesuaian melalui pemodelan 3D bangunan
b. 4D : Simulasi waktu / jadwal melalui konstruksi virtual ; simulasi tahapan konstruksi
c. 5D : Estimasi / simulasi biaya
d. 6D : Keberlanjutan proyek dan analisa energi
e. 7D : Siklus operasional bangunan ; perawatan. [3]



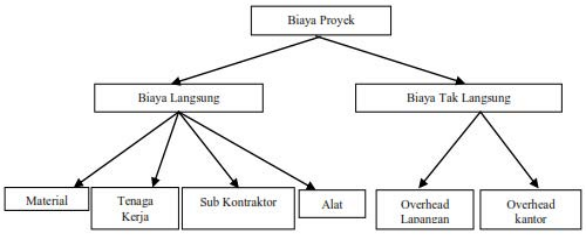
Gambar 1. Dimensi / Terminologi BIM (Sumber : https://ilovemyarchitect.com/2018/07/05/the-7-dimensions-of-building-information-modeling/)

1.2 Nilai BIM pada proyek konstruksi

Nilai BIM pada proyek konstruksi dapat dilihat dari berbagai macam bentuk dan penilaian. Apakah itu kemampuan untuk menghemat waktu melalui fungsi otomatis, menghilangkan kebutuhan untuk bepergian rapat, atau menghemat uang karena informasi yang lebih baik tersedia lebih awal untuk membuat keputusan yang hemat biaya, dimana semuanya memiliki fokus yang sama yaitu hasil. [4] BIM terus mengubah cara sektor konstruksi membangun dan bekerja sama. Nilai inti BIM yang harus diperhatikan oleh industri konstruksi adalah kemampuan untuk mengambil informasi dari pemodelan bangunan dan memperluas penggunaannya dengan memberinya makna untuk alur kerja dan proses terkait satu dengan lainnya. Alur kerja ini mencakup dampak pada fungsionalitas dasar seperti perkiraan, penjadwalan, logistik, dan keselamatan. [4].

1.3 Biaya Proyek

Biaya proyek pada proyek konstruksi menurut Soeharto 1997, dibedakan menjadi dua jenis yaitu biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*). [5] Biaya langsung adalah semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi dilapangan. Biaya-biaya yang dikelompokkan dalam biaya langsung adalah biaya bahan /material, biaya pekerja /upah dan biaya peralatan *(equipment).* Biaya tak langsung adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut (Nugraha et al., 1986). Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya tak langsung adalah biaya *overhead,* biaya tak terduga (*contigencies*), keuntungan / profit, pajak dan lainnya. [5]

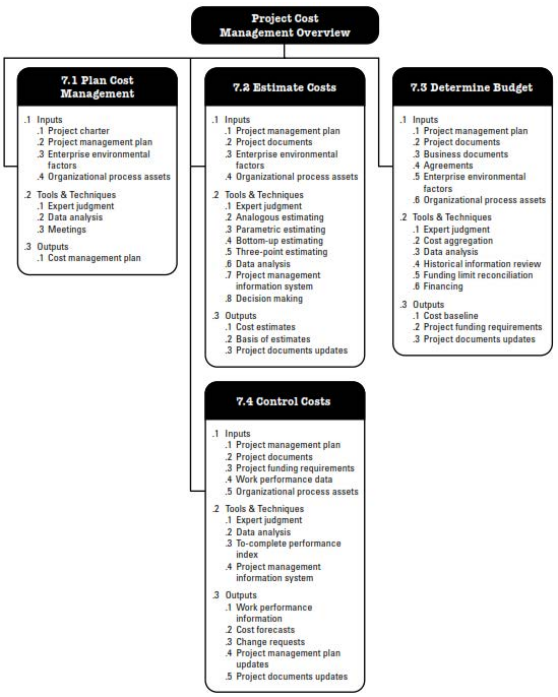


Gambar 2. Komponen Biaya Proyek
(Sumber : Asiyanto, 2005)

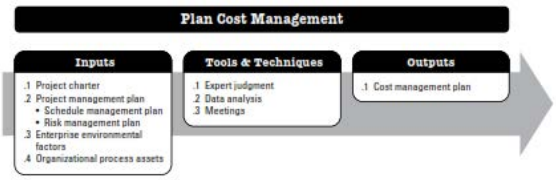
1.4 Manajemen Biaya Proyek

Manajemen Biaya Proyek meliputi proses-proses yang terlibat dalam perencanaan, estimasi, penganggaran, pembiayaan, pendanaan, pengelolaan, dan pengendalian biaya sehingga proyek dapat diselesaikan dalam anggaran yang telah disetujui. [6] Proses Manajemen Biaya Proyek diantaranya adalah :

a. Perencanaan Manajemen Biaya. Adalah proses menentukan bagaimana biaya proyek akan diperkirakan, dianggarkan, dikelola, dipantau, dan dikendalikan.
b. Perkiraan Biaya. Adalah proses mengembangkan perkiraan sumber dana yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan proyek.
c. Penentuan Anggaran. Adalah proses mengumpulkan perkiraan biaya kegiatan masing – masing atau paket pekerjaan untuk menetapkan dasar biaya resmi.
d. Pengendalian Biaya. Adalah proses pemantauan status proyek untuk memperbarui biaya proyek dan mengelola perubahan pagu biaya. [6]



Gambar 3. Gambaran Manajemen Biaya Proyek
(Sumber : *PMBOK Guide 6th Edition*)



Gambar 4. Perencanaan Manajemen Biaya (
Sumber : *PMBOK Guide 6th EditionI*)

1.5 Pengendalian Biaya

Pengendalian menurut R. J Mokler yang dikutip oleh Husen (2010:189) "adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisa kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran dan tujuan".

Bertitik tolak dari definisi di atas, maka proses pengendalian proyek dapat diuraikan menjadi langkah-langkah berikut:

a. Menentukan sasaran.
b. Menentukan standar dan kriteria sebagai patokan dalam rangka mencapai sasaran.
c. Merancang/menyusun sistem informasi, pemantauan dan pelaporan hasil pelaksanaan pekerjaan.

d. Mengumpulkan data info hasil implementasi.
e. Mengkaji dan menganalisis hasil pekerjaan terhadap standar, kriteria dan sasaran yang telah ditentukan.
f. Mengadakan tindakan pembetulan. [7]

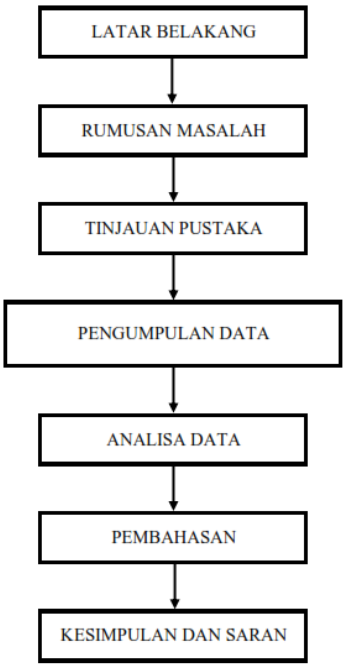
1.6 *Building Information Modeling (BIM)*

Building Information Modeling (BIM) adalah inovasi revolusioner dalam industri konstruksi untuk merancang dan mengatur proyek secara virtual di seluruh siklus pelaksanaan proyek bangunan. [8] BIM membantu peserta dalam industri untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan teknik bangunan dan manajemen konstruksi di semua tahapan. Keberhasilan implementasi BIM dalam proyek-proyek yang terkait dengan manfaat signifikan, termasuk peningkatan kualitas desain, peningkatan tingkat produktivitas, dan pengurangan biaya dan waktu. [9]

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode deskriptif yang bertujuan untuk membuat gambaran mengenai peristiwa atau hubungan antar peristiwa. Tujuannya adalah untuk mengetahui faktor – faktor apa saja dalam manajemen pembiayaan proyek yang dapat ditingkatkan dari sisi kinerja dalam implementasi BIM pada proyek bangunan gedung.

Secara garis besar proses pada penelitian ini dapat dilihat seperti pada gambar berikut :

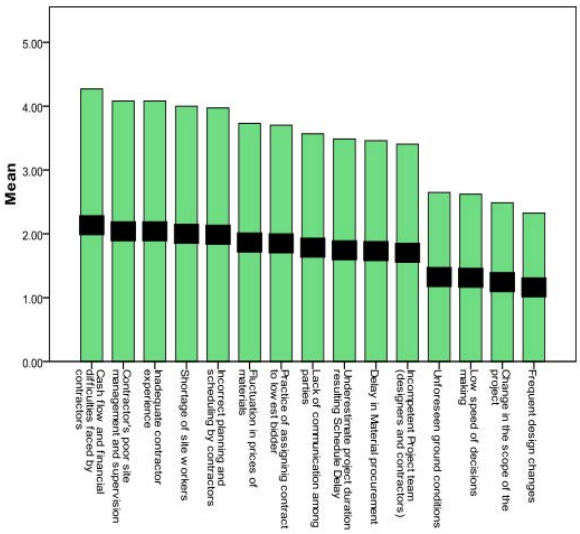


Gambar 5 : Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan studi literatur dan penelitian sebelumnya yang relevan menunjukan temuan bahwa :

a. Biaya proyek pada proyek konstruksi menurut Soeharto 1997, dibedakan menjadi dua jenis yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Biaya-biaya yang dikelompokkan dalam biaya langsung adalah biaya bahan /material, biaya pekerja /upah dan biaya peralatan *(equipment*). Sedangkan biaya tak langsung adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut (Nugraha et al., 1986). biaya-biaya yang termasuk dalam biaya tak langsung adalah biaya *overhead,* biaya tak terduga (*contigencies*), keuntungan / profit, pajak dan lainnya. [5]
b. (Memon, Rahman, Abdullah, & Azis, 2010) dalam penelitiannya membuat peringkat faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja biaya proyek berdasarkan nilai *mean* data seperti yang terlihat pada data berikut berikut :



Gambar 6. Peringkat dari faktor – faktor yang mempengaruhi biaya kosntruksi (Sumber : Memon, et al, 2010)

Tabel 1. Faktor – faktor biaya yang berpengaruh pada pelaksanaan proyek (Sumber : Memon, et al, 2010)

NO	FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BIAYA KONSTRUKSI	PERINGKAT
1	Kesulitan arus kas dan keuangan yang dihadapi kontraktor	1
2	Manajemen dan pengawasan lapangan yang buruk dari kontraktor	2
3	Kontraktor yang tidak pengalaman	3
4	Kekurangan pekerja lapangan	4
5	Perencanaan dan penjadwalan yang kurang tepat oleh kontraktor	5
6	Fluktuasi harga bahan / material	6
7	Praktek pemberian kontrak kepada penawar terendah	7
8	Kurangnya komunikasi / koordinasi diantara para pihak	8
9	Meremehkan durasi proyek yang mengakibatkan penundaan jadwal	9
10	Keterlambatan pengadaan material	10
11	Tim Proyek yang tidak kompeten	11
12	Kondisi yang tak terduga di lapangan	12
13	Lambat dalam mengambil keputusan	13
14	Perubahan cakupan kerjaan	14
15	Sering terjadinya perubahan desain	15

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan kali ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagaimana berikut:

a. Prinsip dasar implementasi BIM dalam proyek bangunan gedung adalah untuk melakukan fungsi manajemen proyek dari mulai proses perencanaan, pelaksanaan sampai dengan serah terima pekerjaan, melalui kemampuan otomasi untuk mengambil informasi dari pemodelan bangunan dan memperluas penggunaannya dengan memberinya makna untuk alur kerja dan proses terkait satu dengan lainnya.
b. Faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek yang diteliti dalam penelitian ini meliputi:
   - Perencanaan Biaya Proyek *(Cost Planning).*
   - Implementasi Biaya. *(Cost Implementation)*
   - Pengendalian Biaya *(Cost Control)*
   - Jaminan Biaya.*(Cost Assurance)*
c. Hasil kajian faktor manajemen pembiayaan proyek yang dilakukan pada penelitian ini terhadap literatur – literatur yang relevan, menunjukkan adanya hasil yang positif dalam implementasi BIM pada proyek bangunan gedung. Dimana faktor – faktor yang diambil dari penelitian sebelumnya, implementasi BIM pada proyek bangunan gedung dapat memberikan dampak langsung terhadap keberhasilan dalam manajemen pembiayaan sebuah proyek konstruksi. Hubungan antara dimensi penggunaan BIM dengan faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Hubungan antara dimensi penggunaan BIM dengan faktor – faktor pembiayaan proyek (Sumber : Olahan Peneliti)

FAKTOR - FAKTOR MANAJEMEN PROYEK	DIMENSI BIM
Perencanaan Biaya Proyek *(Cost Planning).*	5D
Implementasi Biaya *(Cost Implementation)*	5D
Pengendalian Biaya *(Cost Control)*	5D
Jaminan Biaya.*(Cost Assurance)*	6D-7D

SARAN

Implementasi BIM pada proyek bangunan gedung memberikan dampak positif yang dapat diperoleh oleh para pemangku kepentingan karena dapat mempermudah koordinasi bagi para pihak yang terlibat. Dari sisi manajemen pembiayaan, BIM dapat mendeteksi ketidaksesuaian diawal sehingga dapat meningkatkan kinerja biaya. Peraturan Menteri PUPR No. 22 Tahun 2018, menunjukkan bahwa Kementerian PUPR sebagai Kementerian yang membidangi Bangunan Gedung memiliki komitmen yang tinggi untuk mendukung Revolusi Industri 4.0 menggunakan BIM. Hal ini sesuai dengan UU. No. 2 Tahun 2017 tentang jasa konstruksi pasal 5 ayat (5) bahwa "Pemerintah pusat memiliki kewenangan mengembangkan standar material dan peralatan konstruksi serta inovasi teknologi konstruksi". Oleh karena itu, akan lebih baik apabila selanjutnya pelaku konstruksi di Indonesia dapat lebih memaksimalkan penggunaan BIM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulisan ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Tidak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ketua Program Studi, para Dosen dan rekan – rekan mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
2. Semua pihak yang telah membantu penulisan ini yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. and A. Wibowo, "Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan pada Proyek Konstruksi Gedung di Kabupaten dan Kotamadya Kediri," 2012.

[2] C. A. B. P, "Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, Dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) Dan Konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai)," *Jurnal Karya Teknik Sipil,* vol. V, no. 2, 2016.

[3] Z. Kacprzyk and T. Kepa, "Building Information Modelling – 4D Modelling Technology on the Example of the Reconstruction Stairwell," in *XXIII R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (23RSP) (TFoCE 2014)* , 2014.

[4] D. M. Brad Hardin, BIM and Construction Management : Proven Tools, Methods and Workflows 2nd Edition, Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, Inc., 2015.

[5] A. Ridwan and R. Ajiono, "Pengendalian Biaya Dan Jadual Terpadu Pada Proyek Konstruksi," *UkaRsT,* vol. I, no. 1, pp. 74-83, 2017.

[6] Project Management Institute, A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guide), Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc., 2017.

[7] Sediyanto and A. Hidayat, "Analisa Kinerja Biaya Dan Waktu Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Metode Earned Value (Studi Kasus Proyek Konstruksi Mall Dan Hotel X Di Pekanbaru)," *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer,* vol. I, no. 1, pp. 36-51, 2017.

[8] K. Ullah, I. Lill and E. Witt, "An Overview of BIM Adoption in the Construction Industry: Benefits and Barriers," in *Emerald Reach Proceedings Series* , 2019.

[9] A. Charehzehi, C. Chai, A. M. Yuso, H.-Y. Chong and S. C. Loo, "Building Information Modeling In Construction Conflict Management," *International Journal of Engineering Business Management,* vol. IX, pp. 1-19, 2017.

[10] A. H. Memon, I. A. Rahman, M. R. Abdullah and A. A. A. Azis, "Factors Affecting Construction Cost in Mara Large Construction Project: Perspective of Project Management Consultant," *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology,* vol. I, no. 2, pp. 41-54, 2010.

P-60

ANALISA UJI SENSORIS PADA *PATTY BURGER* BERBAHAN DASAR PISANG KEPOK PUTIH

SENSORICAL TEST ANALYSIS ON PATTY BURGER BASED ON WHITE KEPOK BANANA

Farida[1*], Nur Amaliah[2]
[1]*Politeknik Negeri Balikpapan, Jl.Soekarno Hatta Km. 08, Balikpapan*
[2]Universitas Mulawarman, *Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75243*

[*]*Email : farida@poltekba.ac.id*

Diterima 17-10-2020	Diperbaiki 29-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Diversifikasi pangan menggunakan buah pisang khususnya pisang kepok makin bervariasi, dalam penelitian ini, pisang kepok akan diolah menjadi makanan pendamping berupa patty burger yang dapat diterima oleh konsumen. Tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan formula yang tepat dengan perlakuan penggunaan pisang kepok sebesar 350 gram, 400 gram, dan 450 gram dengan parameter pengamatan warna, aroma, tekstur, dan rasa. Metode yang digunakan kuantitatif deskriptif, dari hasil yang diperoleh kemudian dideskripsikan. Hasil terbaik dari penelitian yaitu penggunaan pisang kepok sebanyak 450 gram dengan hasil uji hedonik untuk aroma sebesar 4,04 (suka), tekstur sebesar 4,16 (suka), rasa sebesar 4,28 (suka), kecuali pada warna mendapatkan penerimaan terendah sebesar 3,96 (suka). Sedangkan hasil uji mutu hedonik untuk warna sebesar 3,96 (coklat keemasan), aroma sebesar 3,80 (beraroma khas pisang), tekstur sebesar 3,84 (empuk), dan rasa sebesar 3,92 (berasa pisang).

Kata kunci: patty, pisang, diversifikasi

ABSTRACT

Food diversification using bananas, especially Kepok bananas, is more varied. In this study, Kepok bananas will be processed into complementary foods in the form of patty burgers that can be accepted by consumers. The purpose of this research is to get the right formula with the treatment of using Kepok bananas of 350 grams, 400 grams and 450 grams with the parameters of observation of color, aroma, texture, and taste. The method used is descriptive quantitative, the results obtained are then described. The best results of the study are the use of as much as 450 grams of Kepok bananas with the hedonic test results for the scent of 4.04 (likes), the texture of 4.16 (likes), the taste of 4.28 (likes), except for the colors get the lowest acceptance of 3.96 (likes). While the hedonic quality test results for the color of 3.96 (golden brown), the aroma of 3.80 (typical aroma of bananas), the texture of 3.84 (soft), and the taste of 3.92 (banana flavor).

Keywords: patty, banana, diversified

PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Pisang merupakan tanaman yang sangat mudah ditemui dan komoditi ini selalu ada sepanjang musim. Produksi pisang di Indonesia pada tahun 2013 sebesar 6.279.290 ton atau mengalami peningkatan sebesar 90238 ton atau sekitar 1,45% dibandingkan tahun 2012 [2] (Badan Pusat Statistik, 2015). Buah pisang sangat memiliki nilai gizi yang dibutuhkan oleh tubuh, dan beberapa ahli kesehatan menyarankan untuk mengkonsumsi buah ini sebagai makanan diet pengganti karbohidrat, yang biasanya dipenuhi oleh nasi. Kandungan nutrisi lainnya seperti serat dan vitamin dalam buah pisang seperti A, B, dan C, dapat membantu memperlancar sistem metabolisme tubuh, meningkatkan daya tahan

tubuh dari radikal bebas. Serta menjaga kondisi tetap kenyang dalam waktu yang cukup lama [1] (Wijaya, 2013).

Difersifikasi pangan menggunakan buah pisang khususnya pisang kepok makin bervariasi, mengingat saat ini masyarakat telah sadar akan pentingnya makanan yang sehat. Pembuatan *patty burger* bertujuan untuk memberikan variasi baru dalam dunia kuliner, dimana buah pisang biasanya hanya diolah menjadi cake, gorengan, maupun keripik. *Burger* biasanya terbuat dari bahan makanan yang berprotein tinggi seperti daging yaitu daging sapi, ikan, ayam serta jenis daging lainnya. Selain dari protein hewani, burger ini dapat dibuat dari protein nabati seperti dari kacang-kacangan, tahu dan tempe, burger seperti ini disebut sebagai *burger* vegetarian. *Burger* vegetarian juga ada yang diberi penambahan sayur [3] (Astawan, 2008).

Dalam penelitian ini, pisang kepok akan diolah menjadi makanan pendamping berupa *patty burger* yang dapat diterima oleh konsumen. Formula bahan baku utama yang digunakan menggunakan bahan baku pangan lokal yaitu pisang kepok muda dengan pencampuran rempah-rempah khas Indonesia. Dalam pengujiannya menggunakan panelis agak terlatih,sebanyak 25 orang, dimana panelis yang digunakan sudah mengetahui karakteristik *patty burger* yang beredar dipasaran. Uji sensoris dengan pengujian organoleptik meliputi tingkat kesukaan panelis (hedonik) dan kualitas produk (mutu hedonik) menjadi parameter yang akan diamati antara lain warna, tekstur, aroma, dan rasa.

METODOLOGI

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang kepok muda, bawang bombai, telur, batang daun seledri, bawang putih, tepung terigu, garam, merica bubuk, kaldu blok, tepung panir dan minyak goreng

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian kuantitatif yang terdiri dari dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Pada penelitian pendahuluan, melakukan eksperimen uji coba mengganti bahan dasar *patty burger* dengan pisang kepok putih, sedangkan penelitian lanjutanya, uji sensoris yang terdiri dari uji hedonik dan uji mutu hedonik dengan parameter pengamatan yaitu warna, tekstur, aroma, dan rasa.

Prosedur Penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang kepok mengkal yang diperoleh dari Pasar Buton Balikpapan, sampel pisang diambil secara acak sebanyak 1 sisir atau dengan berat ± 2 kg. Pisang yang telah dikupas lalu dihaluskan, dan mencampur seluruh bahan pendukung dengan menggunakan mixer. Adonan dicetak membentuk bulat pipih lalu dioven selama 10 menit dengan suhu 100 ^{o}C. Setelah dioven, *patty* pisang digoreng hingga berwarna kecoklatan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perbandingan pisang sebanyak 350 gram, 400 gram, dan 450 gram.

Analisa Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mentransformasikan skala hedonik menjadi skala *numeric* dengan angka menaikkan dan angka menurunkan pada tingkat kesukaan serta penilaian mutu hedonik. Dengan data *numeric* ini dapat dilakukan analisa statistik deskriptif dengan menggunakan program *SPSS 24.0 for windows*.Pengaruh perlakuan untuk setiap parameter yang diamati dianalisis menggunakan——sidik ragam (ANOVA) dilanjutkan dengan uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95% (α=0,05) untuk setiap parameter yang perlakuannya menunjukkan berpengaruh nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Hedonik

Pengujian sensoris (uji panel) berperan penting dalam pengembangan produk dengan meminimalkan resiko dalam pengembilan keputusan. Penilaian dengan indera memiliki ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan alat ukur yang paling sensitive [4] (Meilgaard *et al*, 1999). Atribut mutu yang diuji dalam produk *burger patty* meliputi warna, aroma, tekstur dan rasa.

Hasil yang diperoleh dari analisa uji hedonik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel.1 Hasil Uji Hedonik Patty Burger Pisang Kepok

Atribut Mutu	Formula patty burger		
	350 g pisang kepok	400 g pisang kepok	450 g pisang kepok
1. Hedonik			
Warna	4,04[a]	4,24[a]	3,96[a]
Aroma	4,00[a]	4,08[a]	4,04[a]
Tekstur	3,84[a]	3,88[a]	4,16[a]
Rasa	3,92[a]	4,12[ab]	4,28[b]
2. Mutu Hedonik			
Warna	3,84[a]	3,92[a]	3,96[a]
Aroma	3,48[a]	3,68[a]	3,80[a]
Tekstur	3,68[a]	3,72[a]	3,84[a]
Rasa	3,44[a]	3,48[a]	3,92[a]

Keterangan : karakteristik sensoris diperoleh dari kuisioner 25 panelis agak terlatih. Untuk setiap parameter, data pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (Uji BNT, p<0,05).

Sifat Sensoris

Warna

Konsentrasi penambahan pisang kepok tidak berpengaruh nyata (p>0,05) terhadap respon sensoris hedonik dan mutu hedonik untuk warna *burger patty* yang dihasilkan. Penambahan pisang kepok 400 gram pada *burger patty* mendapat respon hedonik tertinggi yaitu sebesar 4,24 (suka), lalu penambahan pisang kepok 450 gram sebesar 4,04 (suka), dan terendah terdapat pada penambahan pisang kepok 350 gram sebesar 4,00 (suka). Sedangkan uji mutu hedonik dengan penambahan pisang kepok 450 gram pada *burger patty* mendapat respon mutu hedonik tertinggi yaitu sebesar 3,96 (berwarna coklat keemasan), lalu penambahan pisang kepok 400 gram sebesar 3,92 (berwarna coklat keemasan), dan terendah terdapat pada penambahan pisang kepok 350 gram sebesar 3,84 (berwarna coklat keemasan).

Hasil yang diperoleh dari tabel diatas menunjukkan tidak ada perbedaan hedonik mutu hedonik warna pada *burger patty* pisang kepok. *Burger patty* yang dihasilkan berwarna coklat keemasan, ini disebabkan proses pengolahan dimana menggunakan metode *deep frying* dengan suhu 80 ^{o}C. Selain proses pengolahan juga dipengaruhi oleh penggunaan bahan baku pisang kepok mengkal yang berwarna putih. Ini didukung oleh pernyataan Warna pada olahan daging (sosis atau burger) dapat dipengaruhi oleh bahan utama (daging), bahan pengisi, bahan pengikat, temperature dan lama pemasakan [5] (Buckle *et al.*, 1987).

Aroma

Konsentrasi penambahan pisang kepok tidak berpengaruh nyata (p>0,05) terhadap respon sensoris hedonik dan mutu hedonik untuk aroma *burger patty* yang dihasilkan. Penambahan pisang kepok 400 gram pada *burger patty* mendapat respon hedonik tertinggi yaitu sebesar 4,08 (suka), lalu penambahan pisang kepok 450 gram sebesar 4,04 (suka), dan terendah terdapat pada penambahan pisang kepok 350 gram sebesar 3,96 (suka). Sedangkan uji mutu hedonik dengan penambahan pisang kepok 450 gram pada *burger patty* mendapat respon mutu hedonik tertinggi yaitu sebesar 3,80 (beraroma khas pisang kepok), lalu penambahan pisang kepok 400 gram sebesar 3,68 (beraroma khas pisang kepok), dan terendah terdapat pada penambahan pisang kepok 350 gram sebesar 3,48 (agak beraroma khas pisang kepok).

Hasil yang diperoleh dari tabel diatas menunjukkan tidak ada perbedaan hedonik dan mutu hedonik aroma pada *burger patty* pisang kepok. Pengaruh penggunaan pisang memberikan aroma khas pisang pada *burger patty* yang dihasilkan. selain penggunaan bahan baku, proses pengolahan juga mempengaruhi karena diproses dengan menggunakan metode *deep frying*.

Tekstur

Konsentrasi penambahan pisang kepok tidak berpengaruh nyata (p>0,05) terhadap respon sensoris hedonik dan mutu hedonik untuk tekstur *burger patty* yang dihasilkan. Penambahan pisang kepok 450 gram pada *burger patty* mendapat respon hedonik tertinggi yaitu sebesar 4,16 (suka), lalu penambahan pisang kepok 400 gram sebesar 3,88 (suka), dan terendah terdapat pada penambahan pisang kepok 350 gram sebesar 3,84 (suka). Sedangkan penambahan pisang kepok 450 gram pada *burger patty* mendapat respon mutu hedonik tertinggi yaitu sebesar 3,84 (empuk), lalu penambahan pisang kepok 400 gram sebesar 3,72 (empuk), dan terendah terdapat pada penambahan

pisang kepok 350 gram sebesar 3,68 (empuk).

Hasil yang diperoleh dari tabel diatas menunjukkan tidak ada perbedaan hedonik dan mutu hedonik tekstur pada *burger patty* pisang kepok. Pengaruh penggunaan pisang memberikan tekstur yang empuk pada *burger patty*. Selain itu, proses pengolahan juga mempengaruhi tekstur. Hal ini didukung oleh pernyataan [6] Ikram dan Ismail (2004), bahwa pengukusan menyebabkan protein terlarut dalam media pengukusan sehingga bahan makanan menghasilkan tekstur yang baik.

Rasa

Konsentrasi penambahan pisang kepok berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap respon sensoris hedonik untuk rasa *burger patty* yang dihasilkan. Penambahan pisang kepok 450 gram pada *burger patty* mendapat respon hedonik tertinggi yaitu sebesar 4,28 (suka), lalu penambahan pisang kepok 400 gram sebesar 4,12 (suka), dan terendah terdapat pada penambahan pisang kepok 350 gram sebesar 3,92 (suka). Sedangkan Konsentrasi penambahan pisang kepok tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap respon sensoris mutu hedonik untuk rasa *burger patty* yang dihasilkan. Penambahan pisang kepok 450 gram pada *burger patty* mendapat respon mutu hedonik tertinggi yaitu sebesar 3,92 (berasa pisang), lalu penambahan pisang kepok 400 gram sebesar 3,48 (agak berasa pisang), dan terendah terdapat pada penambahan pisang kepok 350 gram sebesar 3,44 (agak berasa pisang).

Hasil yang diperoleh dari tabel diatas menunjukkan tidak ada perbedaan tingkat penerimaan dari rasa *burger patty*. Rasa yang terdapat pada *burger patty* pisang kepok dipengaruhi oleh penggunaan bahan baku pisang kepok dan juga rempah. Hal ini didukung oleh pernyataan [7] Tinangon *et al.*,(2014), bahwa penggunaan rempah pada umumnya akan meningkatkan aroma dan citarasa pada pengolahan pangan. Selain itu, proses pengolahan juga mempengaruhi rasa yang dihasilkan dari *burger patty* pisang kepok.

KESIMPULAN

Dari ketiga formula *burger patty* pisang kepok, penambahan 450 gram pisang kepok lebih direkomendasikan untuk yang digunakan pada proses pembuatan *burger patty* dari pisang. Formula dengan penambahan 450 gram pisang ini memberikan respon terbaik dari pengujian hedonik dan mutu hedonik.

SARAN

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut analisis masa simpan dan jenis kemasan yang digunakan saat penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Balikpapan atas dukungan yang diberikan sehingga penelitian ini bisa terlaksana

DAFTAR PUSTAKA

[1] Wijaya. (2013). *Manfaat Buah Asli Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia.

[2] Badan Pusat Statistik. (2015)

[3] Astawan, M. (2008). Nikmati Burger Secara Bijak. Jakarta : Penebar swadaya

[4] Meilgaard, M., Civille, G,V. Carr, B,T. 1999. Sensory Evaluation Techniques. CRC Press, Boca Raton.

[5] Buckle, K. A. 1987. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

[6] Ikram, E.H.K., and A. Ismail. 2004. Effects of Coocing Practice (Boiling and Frying) on The Protein and Amino Acids Contents of Four Selected Fishes. Journal Of Food Sciencesand Nutrition 34(2):54-59

[7] Tinangon, R., D. Rosyidi, L. Radiati and Purwadi. 2014. The Influence og Clove Addition Onphysico-chemical and Organoleptical Characteristic of Burger Meat. Brawijaya University, Malang. Scholar Journal of Engineering and Technology 2(6B): 886-889.

P-61

IDENTIFIKASI FAKTOR DAN VARIABEL RISIKO KONTRAK *DESIGN AND BUILD* PADA PROYEK SIMPANG SUSUN SEMANGGI

IDENTIFICATION OF RISK FACTORS AND VARIABLES OF DESIGN AND BUILD CONTRACTS IN THE SEMANGGI INTERCHANGE PROJECT

Manlian Ronald A. Simanjuntak[1*], Bambang Sudibyo[2]
[1,2]Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang

[*]E-mail: b.sudibyo@yahoo.com

Diterima 16-10-2020	Diperbaiki 18-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pembangunan sarana dan prasarana transportasi jalan merupakan bagian yang amat penting dalam pembangunan wilayah yang merupakan prasarana publik yang memiliki nilai ekonomis, nilai sosial dan nilai strategis. Dalam era desentralisasi, prasarana jalan layang bisa berfungsi sebagai ikon suatu kota. Untuk meningkatkan daya saing di sektor Jasa Konstruksi Nasional Pemerintah membuat beberapa alternatif kontrak konstruksi. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan pekerjaan yang berbasis Design and Build (Rancang Bangun). Pembangunan Simpang Susun Semanggi, memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi dalam pelaksanaan pembangunan proyek, maka akan berpotensi memiliki resiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan proyek konstruksi yang tingkat kompleksitasnya rendah. Adanya potensi resiko, para pihak yang berkepentingan dalam pelaksanaan konstruksi ini mendistribusikan risikonya ke pihak lain, salah satunya dengan metode pelaksanaan proyek konstruksi design and build. Pada Penelitian ini tujuannya adalah untuk identifikasi faktor dan variabel risiko terhadap kontrak design and buid pada proyek simpang susun semanggi. Dimana penelitian ini akan mengkaji studi pustaka dan hasil penelitian yang relevan. Dengan penelitian ini akan dihasilkan identifikasi faktor dan variabel risiko terhadap kontrak design and build pada proyek simpang susun semanggi yang akan bermanfaan kepada para pihak yang terlibat.

Kata kunci: identifikasi faktor dan variabel risiko, design and build

ABSTRACT

The construction of road transportation facilities and infrastructure is a very important part of the development area, which is a public infrastructure that has economic, social and strategic value. In the era of decentralization, the infrastructure flyover can function as an icon of a city. To increase competitiveness in the National Construction Services sector, the Government made several alternative construction contracts. One way is to take advantage of work based on Design and Build (Rancang Bangun). The construction of the Semanggi Interchange, which has a high level of complexity in the implementation of project development, will have a higher risk compared to a construction project with a low level of complexity. There is a potential risk, the parties with an interest in the implementation of this construction have their risk scheme to other parties, one of which is the construction and construction project implementation methods. In this study is to determine the risk factors and variables on the contract design and buid in the semanggi interchange project. Where this research will examine literature studies and relevant research results. This research will generate an indication of the risk factors and variables for the design and building contracts in the Semanggi interchange project which will benefit the parties involved..

Keywords: identification of risk factors and variables, design and build

PENDAHULUAN

Pembangunan sarana dan prasarana transportasi jalan merupakan bagian yang amat penting dalam pembangunan wilayah. Prasarana jalan merupakan prasarana publik yang memiliki nilai ekonomis, nilai sosial dan nilai strategis.

Fungsi jalan layang sebagai salah satu komponen prasarana transportasi yang sudah saatnya diletakkan pada posisi setara dengan prasarana strategis lain dalam perencanaan transportasi secara global. Dalam era desentralisasi, prasarana jalan layang bisa berfungsi sebagai ikon suatu kota.

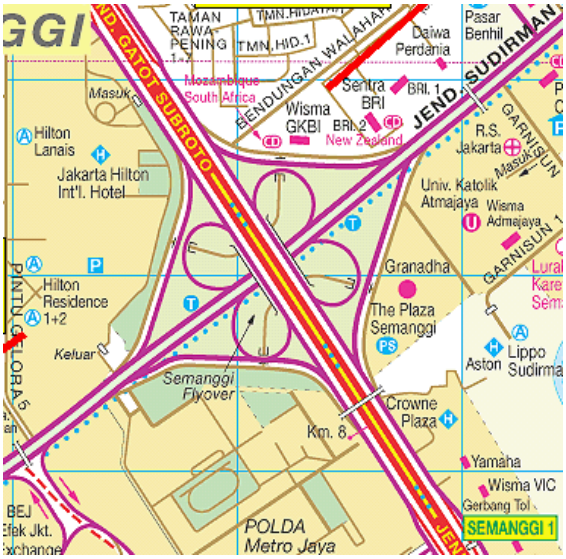
Dengan iklim konstruksi yang makin terbuka di dunia konstruksi dan akibat adanya penerapan pasar bebas. Pemerintah dituntut untuk meningkatkan daya saing di sektor Jasa Konstruksi Nasional dengan membuat beberapa alternatif kontrak konstruksi. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan pekerjaan yang berbasis *Design and Build* (Rancang Bangun), dimana tahap perencanaan dan konstruksi berada dalam satu kontrak. Keuntungan dari metode *Design and Build* ini adalah partisipasi lebih awal dari kontraktor dalam perencanaan sehingga mengakibatkan efisiensi waktu dan biaya serta kondisi yang baik serta proyek dapat selesai lebih awal dan mutu yang terjamin.

Pembangunan Simpang Susun Semanggi, memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi dalam pelaksanaan pembangunan proyek, maka akan berpotensi memiliki resiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan proyek konstruksi yang tingkat kompleksitasnya rendah. Dengan adanya potensi resiko ini, maka para pihak yang berkepentingan dalam pelaksanaan konstruksi ini mendistribusikan risikonya ke pihak lain, yang salah satunya dengan menggunakan metode pelaksanaan proyek konstruksi *design and build*.

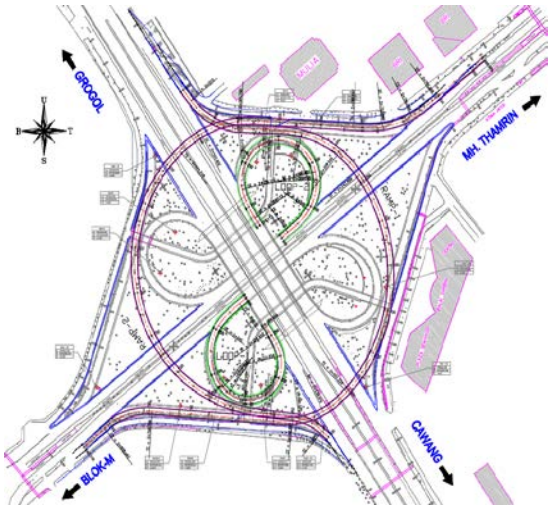
Permasalahan dalam penelitian ini adalah apa karakter kontrak *design and build* sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia ?, Apa karakter proyek simpang susun semanggi ?, Apa saja faktor dan variabel potensi risiko kontrak *design and build* pada proyek simpang susun semanggi?, Bagaimana hasil kajian analisis faktor dan variabel kontrak *design and build* pada proyek yang dikaji dalam penelitian ini terhadap hasil penelitian yang relevan ?

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakter kontrak *design and build* sesuai peraturan yang berlaku di Indonesia, mengetahui karakter proyek simpang susun semanggi, mengetahui faktor dan variabel risiko kontrak *design and build* pada simpang susun semanggi, mengetahui hasil kajian analisis faktor dan variabel kontrak *design and build* pada proyek yang dikaji terhadap hasil penelitian yang relevan.

Dari sumber laporan proyek tahun 2016–2017 [1], Pekerjaan Simpang Susun Semanggi dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) Zona kerja yaitu Zona I (Ramp 1) & Zona II (Ramp 2). Zona I (Ramp 1) memiliki panjang 796 m. Secara umum Wilayah Zona I, meliputi Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Drainase, Pekerjaan Tanah, Pekerjaan Pelebaran Bahu Jalan, Pekerjaan Aspal, Pekerjaan Struktur Jembatan (Bangunan atas dengan Precast Segmental *Box Girder*, Bangunan Bawah dengan Pondasi Borepile), Pekerjaan Pengembalian Kondisi, Pekerjaan Perlengkapan Jalan dan Lalu Lintas, Pekerjaan Pertamanan. Sedangkan Zona II (Ramp 2) memiliki panjang 826 m. Secara umum Wilayah Zona II, meliputi Pekerjaan Persiapan, Pekerjaan Drainase, Pekerjaan Tanah, Pekerjaan Pelebaran Bahu Jalan, Pekerjaan Aspal, Pekerjaan Struktur Jembatan (Bangunan atas dengan Precast Segmental *Box Girder*, Bangunan Bawah dengan Pondasi Borepile), Pekerjaan Pengembalian Kondisi, Pekerjaan Perlengkapan Jalan dan Lalu Lintas, Pekerjaan Pertamanan.



Gambar 1. Peta lokasi Proyek Simpang Susun Semanggi



Gambar 2. Peta Lingkup Pekerjaan Proyek Simpang Susun Semanggi

Proyek simpang susun semanggi adalah merupakan proyek yang terletak pada jalur lalu lintas yang sangat padat sekali, dimana Proyek Simpang Susun Semanggi berada diatas jalan Tol dalam kota dan berada diatas Jalan Jenderal Sudirman dan Jalan Jenderal Gatot Subroto Jakarta. Dimana secara geografis baik jalan Tol dalam kota, Jalan Jenderal Sudirman maupun Jenderal Gatot Subroto tidak mungkin ada penutupan jalan, mengingat jalan tersebut merupakan jalan utama / ring 1 (satu) yang merupakan jalan utama perekonomian di Jakarta, Maka diputuskan dengan menggunakan " Metode *Balanced Cantilever* " untuk *erection* beton pracetak segmental *box girder.*

Tabel 1. Hasil Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode Analisis	Hasil
1	Manlian Ronald A. Simanjuntak, Ade Imanuel Tumanggor	Identifikasi Faktor dan Variabel Risiko Penyedia Jasa Konstruksi *Design and Build* Kawasan Bangunan Gedung Apartemen	Deskriptif Kualitatif	• Faktor *Design Team* dan *Builder Team* yang sering terjadi • Faktor *Project Manager*, kadang-kadang terjadi
2	Andi M. Tarigan, Abdullah, Hafnidar A. Rani	Faktor-Faktor Risiko *Design and Build* Yang Mempengaruhi Kesuksesan Proyek Rehabilitasi Total Gedung Pendidikan di Propinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta	Kualitatif	• Faktor Lingkup Proyek, Kemampuan Manajemen *Owner*, Kemapuan Pelaksanaan dan Kemampuan *Project Manager* mempunyai hubungan yang sangat rendah • Faktor Proses Kemampuan Perencanaan mempunyai hubungan yang cukup • Faktor Proses Procurement mempunyai hubungan yang tinggi.
3	Toni Alam	Identifikasi Faktor-Faktor Risiko Proyek Rancang Bangun (*Design and Build)* Pada PT. XYZ Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Waktu	Analisis Statistik Deskriptif dan Analisis Korelasi	• Faktor Kurangnya Pengalaman Tim Desain dan *Project Manager* dalam Menyusun Jadwal Pelaksanaan • Faktor Kurangnya Kompetensi Pelaksana Pekerjaan • Faktor Kelalaian dan Keterlambatan Sub Kontraktor
4	Galih Adya Taurano, Sarwono Hardjomuljadi	Analisis Faktor Penyebab Klaim Pada Proyek Konstruksi Yang Menggunakan *FIDIC Conditions Of Contract For Plant and Design Build*	Analisis Faktor Menggunakan SPSS	• 7 Faktor, antara lain : • Kelalaian Pengguna Jasa yang berkaitan dengan pembayaran • Kegagalan kontraktor memperbaiki cacat mutu • Yang mempengaruhi

No	Peneliti	Judul	Metode Analisis	Hasil
				kemajuan pekerjaan • Kegagalan menyelesaikan pekerjaan karean keuangan • Terkait Enjinir • Administrasi kontrak • Pelanggaran Prosedur
5	Hendra Hendrawan	Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Penerapan Teknologi Bidang Jalan Dengan Kontrak Rancang Bangun	Analisis Deskriptif Kualitatif	• Aspek yang menentukan adalah Aspek Kualifikasi (Kemampuan Keuangan, Pengalaman Perusahaan, Pengalam Personil, Dukungan Peralatan, Dukungan Material Bahan. • Kemudian Aspek Teknis (Pemahaman KAK, Pengetahuan Teknologi, Konsep Pengembangan Desain, Organisasi) dan Aspek Biaya

Sumber : Hasil olahan peneliti

METODOLOGI

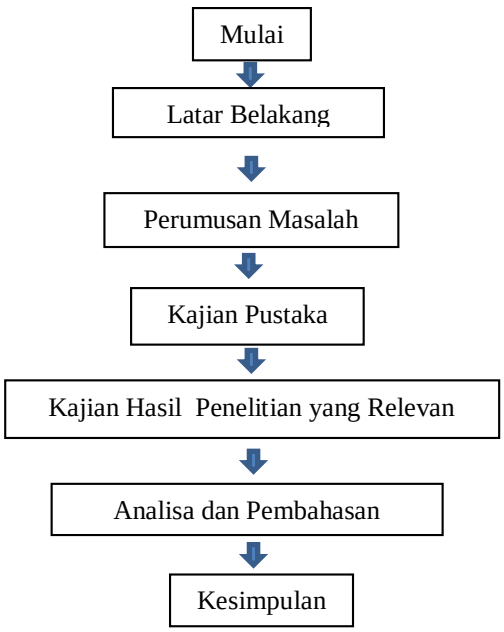
Metode yang akan digunakan dalam penelitian adalah studi literatur deskriptif yaitu memberikan gambaran atau deskripsi terhadap hubungan antar kegiatan yang diteliti, guna menjawab terhadap permasalahan dalam penelitian.

Metodologi penelitian yang digunakan dengan mengumpulkan data dari perusahaan pelaksana *design and build*, mengumpulkan dan mengidentifikasi faktor dan variabel risiko kontrak *design and build*, mengumpulkan dan mengidentifikasi faktor dan variabel risiko *design and build* terhadap penelitian jurnal yang sudah ada.

Setelah dilakukan pengumpulan dan identifikasi langkah selanjutnya adalah melakukan proses dengan menggunakan studi literatur, buku pedoman, artikel, jurnal dan pembahasan.

Dari hasil proses diatas melalui kajian studi literature, analisa dan pembahasan akan dihasilkan berupa identifikasi faktor dan variabel risiko kontrak *design and build* pada proyek simpang susun semanggi.

Berikut diagram alur yang akan digunakan dalam penelitian :



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil Analisa dan pembahasan penelitian terhadap kajian Pustaka dan hasil penelitian yang relevan untuk menjawab permasalahan dalam penelitian.

Permasalahan pertama karakter kontrak *design and build* sesuai dengan Undang-Undang RI nomor 2 tahun 2017 **[2]** mengelompokkan usaha jasa konstruksi menjadi; (a) Usaha Jasa Konsultansi Konstruksi; (b) Usaha Pekerjaan Konstruksi; dan (c) Usaha Pekerjaan Konstruksi Terintergrasi. Usaha pekerjaan konstruksi terintegrasi yang dimaksud disini adalah dalam bentuk pekerjaan rancang bangun (*design and build).*

Pekerjaan rancang bangun dapat dilakukan untuk pekerjaan yang kompleks dan mendesak seauai denagn Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2020 pasal 5 [3]. Pekerjaan kompleks disini artinya mempunyai resiko tinggi; memerlukan teknologi tinggi; menggunakan perlatan yang didesain khusus; memiliki kesulitan untuk didefinisikan secara teknis terkait cara memenuhi kebutuhan dan tujuan pengadaan; dan/atau memiliki kondisi ketidakpastian (*unforeseen condition*) yang tinggi. Pekerjaan dapat dikatakan mendesak apabila secara ekonomi dan/atau sosial memberikan nilai manfaat lebih kepada masyarakat; segera dimanfaatkan; dan pekerjaan perancangan dan pekerjaan konstruksi tidak cukup waktu untuk dilaksanakan.

Menjawab permasalahan kedua bahwa karakter proyek simpang susun semanggi mempunyai karakteristik sejarah yang tinggi bagi bangsa Indonesia, dimana jembatan semanggi yang pertama digagas oleh Presiden RI mempunyai nilai filosofi sebagai simbol persatuan.

Dalam perkembangannya, kini jembatan mengalami penambahan berupa pembangunan simpang susun yang merupakan dari bagian dari infrastruktur dalam rangka pesta olah raga Asia yakni Asian Games ke-18.

Simpang susun semanggi direncanakan dapat mengurai kemacetan. Dalam proses pembangunannya tidak mengubah karakter nilai sejarah dari jembatan semanggi yang sudah melegenda. Sehingga perlu dilakukan terobosan-terobosan terhadap pemilihan kontrak dalam proses *procurement* yaitu kontrak *design and build*, yang secara waktu dapat selesai lebih cepat dengan mutu yang dapat dipertanggung jawabkan.

Selain kontrak *design and build*, pemilihan metode konstruksi juga menentukan terhadap keberhasilan dari suatu proyek. Metode yang digunakan adalah metode *balanced cantilever* untuk melakukan *erection* beton pracetak segmental. Metode ini dipilih dengan beberapa pertimbangan diantaranya proyek berada di atas jalan tol dalam kota dan diatas jalan Sudirman – Tamrin, dimana tidak mungkin akan dilakukan penyetopan lalu lintas yang merupakan jalur utama perekonomian di Jakarta, dan juga metode ini tidak merusak terhadap jembatan semanggi yang lama yang mempunyai nilai sejarah bagi bangsa Indonesia.

Untuk menjawab permasalahan ketiga dari kajian studi literatur dan kajian jurnal penelitian yang relevan didapatkan faktor dan variabel potensi risiko kontrak *design an build proyek* simpang susun semanggi, dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Identifikasi Faktor dan Variabel Risiko Kontrak *Design and Build*

No	Faktor		Variabel	Referensi
1	Kemapuan Manajemen *Owner*	X1	Penetapan jadwal proyek yang amat ketat olah *owner*	**[4]**, **[5]**
		X2	Ketersediaan personil *Owner* khusus untuk menangani pekerjaan *design and build*	**[4]**, **[5]**
		X3	Pengalaman perencanaan *owner* dalam membuat TOR pekerjaan *design and build*	**[4]**, **[5]**
		X4	Pemahaman *owner* dalam menentukan durasi waktu pekerjaan *design and build*	**[4]**, **[5]**
		X5	Pemahaman *owner* dalam menghitung anggaran biaya pekerjaan *design and build* sesuai *TOR*	**[4]**, **[6]**
		X6	Kemampuan *owner* mengevaluasi hasil *develop design* yang disampaikan pelaksana pekerjaan	**[4]**, **[5]**
		X7	Keterbatasan wewenang personil *owner* dalam pengambilan keputusan	**[4]**
		X8	Keterbatasan anggaran biaya yang dimiliki oleh *owner*	**[4]**
2	Proses *Procurement*	X9	Keterlambatan proses pelaksanaan pelelangan	**[4]**
		X10	Ketersediaan perusahaan *design and build* yang berpengalaman	**[4]**, **[5]**, **[7]**
		X11	Kurang lengkapnya kriteria penilaian teknis dalam menilai kualifikasi peserta lelang	**[4]**, **[5]**

No	Faktor		Variabel	Referensi
		X12	Keterlambatan dalam proses pembuatan dokumen kontrak	**[4]**, **[5]**
		X13	Waktu yang tersedia bagi peserta lelang untuk mempersiapkan penawaran pelelangan	**[4]**, **[5]**
3	*Designer Team*	X14	Pengalaman tim design dalam membuat design pada pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X15	Pemahaman tim design terhadap kebutuhan design yang diminta *owner* sesuai dengan *TOR*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X16	Pemahaman tim design terhadap standar regulasi yang berlaku	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X17	Pemahaman tim design dalam mengestimasi durasi waktu setiap efektifitas dalam pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X18	Pemahaman tim *design* dalam mengestimasi biaya pelaksanaan pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X19	Komunikasi antar personil yang terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan *design and build*, baik antar personil tim design maupun dengan tim pelaksana fisik dilapangan	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X20	Pemahaman tim design terhadap perubahan *design* yang diminta *owner* pada saat *development design*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X21	Keterlambatan dalam mencaapai kesepakatan design pada saat develop design yang disebabkan perbedaan persepsi *owner* dan tim designPemahaman tim *design*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X22	Masukan kontraktor kepada tim desain pada saat *development design*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
4	*Builder Team*	X23	Pengalaman Kontraktor dalam melaksanakan pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X24	Kompetensi kontraktor dalam melaksanakan pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X25	Kemampuan *cashflow* kontraktor dalam menyelesaikan proyek *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X26	Pemahaman kontraktor terhadap *develop design* yang sudah disepakati bersama antara tim *design* dan *owner*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X27	Kualitas hubungan kerja kontraktor dengan *owner*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X28	Ketersediaan peralatan dan mesin bagi kontraktor untuk melaksanakan pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**, **[7]**
		X29	Kemampuan kontraktor dalam menangani proyek (SDM, Finansial, dll)	**[8]**, **[4]**, **[5]**, **[7]**
		X30	Koordinasi dan komunikasi antar bagian-bagian dalam organisasi kerja kontraktor	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X31	Ketersediaan jumlah SDM dengan aktifitas pekerjaan yang ada	**[8]**, **[4]**, **[5]**, **[7]**
5	*Project Manager*	X32	Pengalaman *PM* dalam melaksanakan pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X33	Kompetensi *PM* dalam melaksanakan pekerjaan *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X34	Kemampuan *PM* dalam melakukan seleksi personil yang terlibat untuk proyek *design and build*	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X35	Kemampuan *PM* dalam mengidentifikasi aktifitas pekerjaan desain	**[8]**, **[4]**, **[5]**
		X36	Pengalaman *PM* dalam melakukan pembagian tugas	**[8]**, **[4]**, **[5]**

No	Faktor		Variabel	Referensi
			dan tanggung jawab	
		X37	Kemampuan *PM* dalam kepemimpinan dan memotivasi timnya	**[8]**, **[4]**, **[5]**

Sumber : Hasil olahan peneliti

Untuk menjawab permasalahan keempat dari kajian studi literatur analisis faktor dan variabel potensi risiko kontrak *design and build* pada proyek simpang susun semanggi yang dikaji dalam penelitian terhadap hasil jurnal yang relevan terbagi atas 5 faktor yaitu Kemampuan Manajemen *owner*, proses *procurement*, *design team*, *builder team*, dan *project manager*.

Faktor Kemampuan Manajemen *Owner*, Dalam Jurnal " Faktor-Faktor Risiko *Design and Build* Yang Mempengaruhi Kesuksesan Proyek Rehabilitasi Total Gedung Pendidikan di Propinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta ", oleh Andi M. Tarigan, Abdullah, Hafnidar A. Rani dalam penelitiannya dengan metode kualitatif dengan analisis regresi linier berganda bahwa faktor kemampuan manajemen *Owner* berpengaruh signifikan terhadap kesuksesan proyek rehabilitasi total gedung pendidikan di Propinsi DKI Jakarta. Juga dalam jurnal " Analisis Faktor Penyebab Klaim Pada Proyek Konstruksi Yang Menggunakan *FIDIC Conditions Of Contract For Plant and Design Build*", oleh Galih Adya Taurano, Sarwono Hardjomuljadi dengan menggunakan metode Analisis Faktor Menggunakan SPSS didapatkan bahwa faktor kelalaian pengguna jasa (owner) dalam pembayaran akan mengakibatkan timbulnya klaim kontrak *FIDIC Plant and design build*.

Selanjutnya faktor Proses *Procurement*, Dalam Jurnal " Faktor-Faktor Risiko *Design and Build* Yang Mempengaruhi Kesuksesan Proyek Rehabilitasi Total Gedung Pendidikan di Propinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta ", oleh Andi M. Tarigan, Abdullah, Hafnidar A. Rani dalam penelitiannya dengan analisis regresi linier berganda diperoleh bahwa faktor proses *procurement* merupakan faktor yang dominan pada risiko *design and build* yang mempengaruhi kesuksesan proyek rehabilitasi total gedung pendidikan di Propinsi DKI Jakarta. Faktor *procurement* dapat ditangani dengan cara *owner* melakukan pelelangan kepada perusahaan yang mempunyai pada proyek *design and build*, mempunyai kriteria yang lengkap untuk melakukan penilaian teknis dalam menilai kualifikasi peserta lelang, menghindari keterlambatan proses kontrak dan mempunyai standar baku dalam proses pelelangan *design and build.*

Faktor yang ketiga yaitu *Design Team*, Dalam Jurnal " Identifikasi Faktor dan Variabel Risiko Penyedia Jasa Konstruksi *Design and Build* Kawasan Bangunan Gedung Apartemen", oleh Manlian Ronald A. Simanjuntak, Ade Imanuel Tumanggor dalam penelitiannya dengan menggunakan deskriptif kualitatif dihasilkan bahwa faktor *design team* adalah merupakan faktor yang dominan dan sering terjadi dalam artian memberikan kontribusi yang negatif dalam kinerja proyek konstruksi. Juga hal ini dalam jurnal " Identifikasi Faktor-Faktor Risiko Proyek Rancang Bangun *(Design and Build)* Pada PT. XYZ Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Waktu", oleh Toni Alam dalam penelitiannya menggunakan analisis statistik deskriptif dan analisis korelasi dihasilkan bahwa pengalaman *design team* merupakan faktor risiko yang signifikan mempengaruhi kinerja waktu pelaksanaan pekerjaan *design and build* pada PT. XYZ.

Faktor selanjutnya yaitu *Builder Team*, Dalam Jurnal " Identifikasi Faktor dan Variabel Risiko Penyedia Jasa Konstruksi *Design and Build* Kawasan Bangunan Gedung Apartemen ", oleh Manlian Ronald A. Simanjuntak, Ade Imanuel Tumanggor dalam penelitiannya dengan menggunakan deskriptif kualitatif dihasilkan bahwa faktor *Builder team* adalah merupakan faktor yang dominan dan sering terjadi dalam artian memberikan kontribusi yang negative dalam kinerja proyek konstruksi.

Faktor yang terakhir yaitu *Project Manager*,Dalam Jurnal " Identifikasi Faktor dan Variabel Risiko Penyedia Jasa Konstruksi jurnal " Identifikasi Faktor-Faktor Risiko Proyek Rancang Bangun *(Design and Build)* Pada PT. XYZ Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Waktu", oleh Toni Alam dalam penelitiannya menggunakan analisis statistik deskriptif dan analisis korelasi dihasilkan bahwa *project manager* mempunyai faktor resiko yang signifikan yang mempengaruhi kinerja waktu pelaksanaan pekerjaan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diatas bahwa Pekerjaan Proyek simpang susun semanggi menggunakan karakter *design and build* di karenakan pekerjaannya yang komplek dan

berisiko tinggi sehingga memerlukan teknologi tinggi dan peralatan yang di desain khusus. Selain itu proyek ini memiliki kesulitan dimana tidak boleh di lakukan pemberhentian di jalan tol dalam kota maupun jalan arteri Sudirman - Thamrin. Bahwa infrastruktur jalan tersebut, akan di pakai alam rangka pesta olah raga asia tenggara yaitu Asian Games ke - 18, sehingga memerlukan waktu yang sangat terbatas.

Dari hasil Analisa, dapat di peroleh identifikasi faktor dan variabel risiko kontrak *design and build* pada proyek simpang susun semanggi diantaranya; kemampuan manajemen *owner*, proses *procurement*, *design team*, *builder team* dan *project manager*. Identifikasi faktor dan variabel risiko kontrak *design and build* pada proyek simpang susun semanggi yaitu, ada 5 (lima) faktor dan 37 (tiga puluh tujuh) variabel risiko kontrak *design and build* pada proyek simpang susun semanggi, sesuai dengan tabel 2.

SARAN

Hasil penelitian ini merupakan langkah awal dalam penelitian untuk melakukan identifikasi faktor dan variabel risiko kontrak *design and build* pada proyek simpang susun semanggi.

Untuk selanjutnya penelitian ini dapat dilanjutkan untuk meneliti yang lebih detail terhadap semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pembangunan proyek ini, yang nantinya dapat bermanfaat kepada semua pihak yang terlibat dalam proyek kontrak *design and build*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kontraktor *Design and build* yang melaksanakan pekerjaan mulai dari desain, pelaksanaan pembangunan sampai masa pemeliharaan proyek
2. Konsultan Manajemen Konstruksi yang melakukan pengendalian, monitoring dan kontroling.
3. Kaprodi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, dosen dan rekan-rekan semua yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] PT. Bina Karya (Persero), "Laporan Bulanan Pekerjaan Manajemen Konstruksi Proyek Pengembangan Simpang Susun Semanggi," Jakarta, 2017.

[2] Republik Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 Tentang Jasa Konstruksi*, Jakarta, 2017.

[3] *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Standar dan Pedoman Pengadaan Pekerjaan Konstruksi Terintegrasi Rancang Bangun Melalui Penyedia*, Jakarta: http://jdih.pu.go.id, 2020.

[4] T. Alam, "Identifikasi Faktor-Faktor Risiko Proyek Rancang Bangun (Design and Build) Pada PT. XYZ Yang berpengarruh Tergadap Kinerja Waktu," *234/FT.01/TESIS/07/2011*, p. 251, 2011.

[5] A. M. Tarigan, A. Abdullah and H. A. Rani, "Faktor-Faktor Risiko Design and Build Yang Mempengaruhi Kesuksesan Proyek Rehabilitasi Total Gedung Pendidikan di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta," *Journal of Archive in Civil Engineering and Planning E-ISSN: 2615-1340; P-ISSN: 2620-7567*, p. 10, 2018.

[6] G. A. Taurano, "Analisis Faktor Penyebab Klaim Pada Proyek Konstruksi Yang Menggunakan FIDIC Conditions of Contract For Plant and Design Build," *Jurnal Konstruksia*, vol. Volume 5 Nomer 1, p. 13, Desember 2013.

[7] H. Hendrawan, "Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Penerapan Teknologi Bidang Jalan dengan Kontrak Rancang Bangun," p. 9, 2018.

[8] M. R. A. Simanjuntak and A. I. Tumanggor, "Identifikasi Faktor dan Variabel Resiko Penyedia Jasa Konstruksi Design and Build Kawasan Bangunan Gedung Apartemen," *TECHNOPEX-2019 Institut Teknologi Indonesia*, p. 6, 2019.

P-62

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR RISIKO *CONTINGENCY COST* PROYEK EPC *PIPELINE*

ANALYSIS OF RISK FACTORS CONTINGENCY COST EPC PIPELINE PROJECT

Manlian Ronald A. Simanjuntak [1], Bernadette Christin[2*]
[1,2]Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang Selatan

[*]E-mail: bernadette.christin@gmail.com

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 14-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Selaras dengan cakupan pekerjaannya yang luas, proyek EPC pipeline memiliki kompleksitas pekerjaan yang tinggi sehingga juga memiliki potensi risiko yang tinggi. Manajemen risiko memainkan peranan yang besar dalam mengoptimalkan keberhasilan proyek. Kegagalan dalam mengidentifikasi dan mengelola potensi risiko dalam proyek ini dapat menyebabkan underestimation pada budget dan menyebabkan cost overrun. uang lingkup Perkerjaan proyek EPC pipeline yang luas membuat kompleksitasnya tinggi sehingga mempunyai risiko yang tinggi. Manajemen risiko berperan besar dalam mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek. Kegagalan dalam mengidentifikasi dan mengelola potensi risiko dalam proyek ini dapat menyebabkan underestimasi budget dan menyebabkan cost overrun proyek. Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor dan variabel risiko dalam proyek EPC pipeline. Penelitian ini mempelajari beberapa penelitian terkait faktor risiko cost contingency. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, terdapat 4 (empat) faktor risiko dan 35 (tiga puluh lima) variabel risiko dalam pengerjaan proyek EPC pipeline, diantaranya terdapat beberapa variabel risiko contingency cost yang dominan yaitu kondisi unforeseen yang menyebabkan perubahan disain, kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja, kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya, dan keterlambatan persetujuan ijin dan lisensi.

Kata kunci : contingency cost, risiko, manajemen risiko, proyek EPC pipeline

ABSTRACT

EPC Pipeline project aligned to its wide scope of work has a high complexity of works therefore also has a high potential of risks. Risk management play great role in optimizing projects succeed. Failure in identifying and managing the potential risks in this project could lead to budget underestimation and causing the cost overrun in project. One of the objectives of this research is to know the risk factors and variables in EPC pipeline project. This research studies several researchs related to risks factor contingency cost. Based on the literature study, there are 4 (four) risk factors and 35 (thirty-five) risk variables in the EPC pipeline project, of which several dominant risk variables are unforeseen conditions that cause changes in design, weather conditions that affecting work productivity, mistakes in budget estimation and planning, and approval dekay of permits and licenses.

Keywords : contingency cost, risk, risk management, EPC pipeline project

PENDAHULUAN

Cadangan gas bumi per 1 Januari 2018 yang tertulis pada Laporan Tahunan Capaian Pembangunan 2018 [1] adalah sebesar 135,55 Triliun kaki kubik (TSCF). Sampai dengan Maret 2020, panjang Pipa Transmisi dan Distribusi Gas Bumi di Indonesia adalah 14.855,50 km. [2] Pembangunan pipa transmisi dan distribusi gas bumi yang akan digunakan untuk mengalirkan gas bumi masih akan terus menggeliat beberapa tahun kedepan terlihat dengan rencana pembangunan pipa gas bumi trans Kalimantan. [3]

Menurut PerMen No.19 tahun 2009 tentang Kegiatan Usaha Gas Bumi Melalui Pipa, yang dimaksud dengan Pipa Transmisi adalah pipa untuk mengangkut Gas Bumi dari sumber pasokan Gas Bumi atau lapangan Gas Bumi ke satu atau lebih pusat distribusi dan/atau ke satu atau lebih konsumen Gas Bumi atau yang menghubungkan sumber-sumber pasokan Gas Bumi. Pipa Distribusi adalah pipa untuk mengangkut Gas Bumi dari suatu Pipa Transmisi atau dari Pipa Distribusi ke Konsumen Gas Bumi atau ke Pipa Distribusi lainnya yang berbentuk jaringan.

Jaringan infrastruktur pipa atau *pipeline* digunakan sebagai sarana transportasi gas dari suatu lokasi ke lokasi lain melalui sistem pemipaan. Penggunaan pipa untuk pendistribusian gas bumi jarak jauh merupakan salah satu strategi penghematan biaya transportasi yang apabila dibandingkan dengan penggunaan angkutan darat menggunakan armada darat masih terbilang cukup mahal. [4]

Pembangunan jaringan pipa gas sangat diperlukan untuk memanfaatkan gas bumi secara maksimal dan efisien, baik sebagai bahan baku maupun bahan bakar atau energi. Proyek pembangunan jaringan pipa gas bersifat kompleks dan berskala besar dengan potensi risiko yang juga besar. Dalam memitigasi potensi risiko yang besar, pemilik proyek cenderung memindahkan risiko tersebut ke penyedia jasa (kontraktor) dengan menggunakan kontrak EPC.

Pekerjaan EPC merupakan pekerjaan konstruksi terintegrasi yang biasa dilakukan untuk pekerjaan besar di industri migas (minyak dan gas), pembangkit tenaga listrik dan energi dimana lingkup pekerjaan yang harus dikerjakan meliputi pekerjaan perekayasaan (*engineering*), pengadaan (*procurement*), dan pelaksanaan (*construction*). Tipe kontrak dengan metode EPC sangat disukai oleh pemilik atau pemberi kerja karena proyek dapat dikerjakan dengan biaya modal yang tetap. Pemilik atau pemberi kerja memindahkan risiko kepada perusahaan EPC.

Tipe kontrak EPC dalam dunia konstruksi telah mengalami publisitas yang buruk melihat sejumlah kontraktor menderita kerugian yang cukup besar dikarenakan minimnya pengetahuan mengenai identifikasi, penilaian dan mitigasi risiko. Ruang lingkup pekerjaan EPC yang luas membuat potensi risiko yang dihadapi oleh perusahaan konstruksi semakin besar karena harus menanggung risiko dari proses desain/perancangan sistem yang akan dibangun, pengadaan/pembelian barang sampai ke tahap pembangunan/konstruksi sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan, tetapi Mubin dan Mannan [5] menegaskan bahwa ketika risiko ditangani dengan benar maka kontraktor akan menerima imbalan yang besar.

Untuk mendukung keberhasilan pelaksanaan proyek EPC *pipeline* diperlukan manajemen proyek yang baik. Dengan manajemen proyek yang baik, organisasi dapat mengerjakan proyek secara efektif dan efisien. Salah satu area pengetahuan yang penting dalam Manajemen Proyek adalah Manajemen Risiko Proyek, PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) mencantumkan Manajemen Risiko Proyek sebagai salah satu manajemen dari 10 (sepuluh) area pengetahuannya.

Manajemen risiko dilakukan dalam perhitungan biaya proyek untuk menghindari terjadinya *cost overrun* dimana biaya mitigasi risiko dimasukkan sebagai *contingency cost. Contingency cost* adalah biaya atau perkiraan biaya yang dicadangkan untuk mengantisipasi kondisi ketidakpastian pada item pekerjaan tertentu berdasarkan pengalaman dan pelaksanaan proyek-proyek sebelumnya yang terintegrasi pada estimasi biaya proyek. [6]

Manajemen risiko dilakukan melalui tahapan proses perencanaan manajemen risiko, identifikasi risiko, analisis, perencanaan dalam menanggapi risiko, melaksanakan perencanaan tersebut, melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap pelaksanaannya. [7] Rencana manajemen risiko harus didokumentasikan untuk memastikan semua risiko telah diidentifikasi sebelum proyek dilaksanakan yaitu pada fase perencanaan. [5]

Sasaran dari Manajemen risiko proyek adalah meningkatkan probabilitas dan/atau dampak risiko positif serta mengurangi kemungkinan dan/atau dampak risiko negatif,

guna mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek.

Dalam proyek, risiko identik dengan ketidakpastian. ISO, PMI dan AACE sepakat bahwa apapun (ancaman atau peluang) yang dapat menyebabkan hasil proyek berbeda dari rencana dianggap sebagai risiko seperti dikutip oleh Hollmann. [8]

Menurut PMBOK [7] risiko adalah kejadian yang tidak pasti, jika terjadi dapat mempunyai dampak negatif atau positif terhadap hasil akhir dan sasaran proyek. Untuk mengetahui risiko yang ada dalam suatu proyek harus dilakukan identifikasi risiko. Setelah semua risiko diidentifikasi dapat dilakukan analisis risiko untuk menentukan tingkatan risiko dalam menentukan prioritas penanganan. Kelompok tingkatan risiko dapat dibagi menjadi; low risk, medium risk, dan high risk. Penentuan tingkatan risiko berdasarkan kriteria kemungkinan terjadinya kejadian tersebut (*likelihood*), kekerapan kejadian (*frequency*) dan dampak dari kejadian tersebut (*consequences*).

Identifikasi risiko adalah suatu proses yang harus dilakukan secara berulang selama proyek berlangsung. Proyek konstruksi berkembang berturutan melalui fase proyek. Risiko yang sebelumnya teridentifikasi dapat berubah dan risiko baru dapat muncul sepanjang siklus proyek. [9]

Ada banyak rumusan untuk menganalisis dan mengukur risiko tetapi yang banyak diterima secara luas adalah dengan mengetahui kemungkinan terjadinya dan dampak dari konsekuensi kemungkinan tersebut. Sehingga tingkatan risiko dapat diketahui berdasarkan kemungkinan terjadinya dikalikan dengan dampak risiko. [5]

Risiko dapat diklasifikasikan menurut beberapa pendekatan, yang paling umum digunakan adalah sistem klasifikasi seperti berikut:

- Sumber, dari dalam atau luar organisasi
- Tipe proyek, apakah lokal atau proyek internasional
- Pihak yang bertanggungjawab untuk mengelola risiko
- Mengikuti *work breakdown structure*
- Berdasarkan sumber risiko, dan
- Berdasarkan siklus proyek atau fase proyek

Mubin dan Mubin [10] menyampaikan bahwa tindakan umum yang dilakukan oleh organisasi atau pihak yang berpartisipasi dalam proses konstruksi pipa gas dapat mengadopsi satu atau kombinasi dari tindakan dibawah ini, tergantung pada jenis proyek, lokasi dan keadaan, yaitu:

- Pengalihan risiko (asuransi, kontrak)
- *Contingency budget*
- Mitigasi risiko (penyelesaian masalah dan *root cause analysis*)
- Menghindari risiko (*risk avoidance)*

Dalam PMBOK, [7] biaya *contingency* adalah anggaran yang dialokasikan untuk risiko yang teridentifikasi. Pada praktiknya biaya *contingency* sering dipandang sebagai bagian dari anggaran untuk mengatasi hal-hal yang tidak diketahui yang dapat mempengaruhi proyek. *Contingency* dapat berupa persentase dari perkiraan biaya, angka tetap, atau dapat dikembangkan dengan menggunakan metode analisis kuantitatif.

Besaran *contingency cost* harus dihitung dengan baik karena *contingency cost* yang terlalu besar membuat perhitungan menjadi terlalu pesimis dan dapat menyebabkan *overestimation*, harga yang ditawarkan menjadi tidak kompetitif tetapi sebaliknya apabila *contingency cost* terlalu kecil karena perhitungan yang terlalu optimis maka bisa terjadi *cost overrun* yang berujung pada kerugian kontraktor.

Gunita [11] dalam penelitiannya mengidentifikasi 21 kejadian risiko pada proyek pengembangan “X” tahap EPC PT Pertamina EP, dimana 14 kejadian mempunyai risiko yang berkaitan dan diidentifikasi akan menghambat laju proyek EPC dari segi waktu dimana peluang terjadinya keterlambatan sebesar 9% dan dapat memperbesar biaya proyek dengan peluang sebesar 11% serta ketidaksesuaian pada spesifikasi dengan peluang sebesar 17%.

S. Mubin dan A. Mannan [5] mengatakan bahwa simulasi dan perencanaan berbasis risiko, penjadwalan, estimasi dan pengendalian proyek EPC direkomendasikan untuk mengetahui durasi dan biaya proyek untuk menghindari penundaan penyelesaian pekerjaan dan pembengkakan biaya dalam proyek EPC. Hal ini disimpulkan dari penelitian yang dilakukan pada proyek EPC di Pakistan dimana terdapat 162 risiko pada 7 (tujuh) kategori, dimana risiko yang paling banyak terdapat pada kategori pengadaan diikuti oleh manajemen proyek dan keuangan & audit.

Adi dan Yunwanti [6] menyimpulkan berdasarkan penelitiannya pada proyek EPC, apabila diambil lima risiko tertinggi pada masing-masing tahapan maka pada tahapan *engineering* lima risiko tertinggi terjadi pada

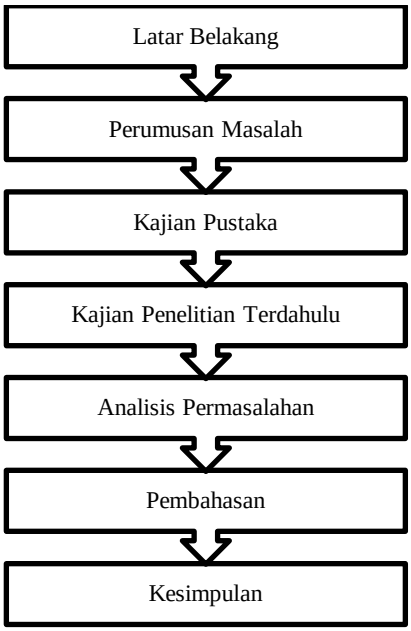
persetujuan gambar disain, kondisi *unforeseen*, waktu pelaksanaan yang ketat, kompetensi sumber daya manusia dan ketidaksesuaian pada spesifikasi material. Pada tahapan *procurement* adalah perubahan gambar disain, pengiriman material, kontrak kerja yang kurang jelas, harga satuan material tidak akurat dan pemilihan *vendor/supplier*, sedangkan dalam tahapan konstruksi risiko tertinggi yaitu pemilihan metode kerja, keterlambatan penyelesaian proyek, kompetensi sumber daya manusia, pembiayaan proyek dan kondisi cuaca.

Permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana karakter dari proyek EPC *pipeline*? Apa saja factor dan variable risiko *contingency cost* dalam pengerjaan proyek EPC *pipeline*? Bagaimana hasil analisis faktor dan variabel risiko *contingency cost* terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan yang dikaji dalam penelitian ini?

Untuk menjawab permasalahan diatas, kajian akan dilakukan pada penelitian relevan terdahulu yang meneliti tentang faktor-faktor risiko pada pelaksanaan proyek konstruksi EPC *pipeline.*

METODOLOGI

Untuk menjawab permasalahan penelitian akan dilakukan kajian pustaka pada buku-buku bacaan, literatur-literatur, artikel juga catatan untuk dapat menggambarkan karakter proyek EPC *pipeline*, mendapatkan faktor dan variabel risiko dalam mengerjakan proyek EPC *pipeline* untuk kemudian dilakukan analisis faktor dan variable risiko *contingency cost* terhadap faktor dan variabel risiko yang didapat dari kajian pustaka.



Gambar 1. Metodologi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berabad-abad yang lalu, jaringan pipa pertama kali mengalirkan air ke desa dan tempat tinggal. Sejarah jaringan pipa minyak dan gas dimulai saat sumur minyak komersial pertama di bor di Pennsylvania tahun 1859. *Pipeline* pertama diletakkan di Pennsylvania tahun 1879 dengan panjang 109 *mill*, pipa dengan diameter 6-*inch* dipasang dari Bradford sampai ke Allentown. *Pipeline* dibangun menggunakan pipa berulir yang disekrupkan oleh para pekerja dengan penjepit besar. Pada tahun 1920an konstruksi *pipeline* mulai mengenal sistem pengelasan untuk penyambungan pipa yang masih digunakan hingga saat ini. Dengan teknologi pengelasan maka dapat mengimbangi permintaan akan pemipaan baja baru, peningkatan diameter dan panjang pipa, serta dapat menjawab tantangan pemasangan di lingkungan lepas pantai dan kutub. [12]

Setiap tahun ribuan kilometer *pipeline* dipasang di seluruh dunia termasuk di Indonesia. Pemasangan dilakukan di darat dan lepas pantai. Pemasangan pipa di darat dan di lepas pantai mempunyai banyak persamaan. Perbedaan utama pada desain adalah pada tegangan instalasi. Faktor lingkungan juga lebih signifikan pada pemasangan *pipeline* di lepas pantai. Kunci dari instalasi *pipeline* adalah pada proses inspeksi. Inspeksi hasil pengelasan yang umum digunakan adalah dengan radiografi atau X-ray. [12]

Sebagian besar *pipeline* berada dalam mode non-ekspansi, sehingga dalam tahapan *engineering*, efisiensi sistem termasuk

kompresor atau stasiun pompa perlu diperhatikan selain pertimbangan jenis dan karakteristik pipa. [13]

Pada proses pembangunan pipa gas dengan kontrak EPC, pekerjaan dimulai pada tahapan *engineering,* yaitu mendesain pembangunan pipa gas dengan melakukan survey awal, kalkulasi dan analisa sehingga nantinya didapat keluaran berupa *detail engineering design* dan *shop drawing* serta prosedur kerja yang harus disetujui oleh pemberi kerja atau *owner*. [14] Pada tahapan *procurement* atau pengadaan, kontraktor akan menyiapkan pengadaan barang/jasa yang dibutuhkan proyek. Dalam kegiatannya pengadaan material atau jasa merupakan bagian yang paling besar menggunakan biaya proyek yaitu sekitar 70 % - 80 % dari total biaya proyek. *Engineering* akan membuat daftar kebutuhan material yang harus dipenuhi dalam proyek, bagian *procurement* akan meminta penawaran serta melakukan negosiasi terhadap harga dan jadwal pengiriman kepada pemasok atas material yang dibutuhkan. Pada tahapan konstruksi, eksekusi pekerjaan akan dilakukan berdasarkan gambar kerja dan prosedur konstruksi yang telah dibuat dalam tahapan *engineering*. Tim konstruksi akan merencanakan jumlah dan waktu kebutuhan untuk pengadaan alat bantu, alat kerja, material, dan *manpower* yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi sesuai jadwal kerja.

Pekerjaan konstruksi *pipeline* memiliki beberapa tahapan besar, diantaranya:

1. Membersihkan *right of way* sesuai kebutuhan jalur [12] atau *site clearing* dan *grading* [14]
2. *Pipe hauling* dan *stringing* [14] dimana pipa diletakkan paralel dengan as jalur pipa yang sudah diberikan patok oleh tim survei
3. *Pipe bending,* [14] proses *bending* dilakukan pada pipa agar pipa dapat dipasang sesuai kontur daerah yang dilalui
4. *Line-up and Welding* [14] atau merangkai sambungan pipa di sepanjang sisi jalan [12] dimana proses pengelasan dilakukan untuk menyambung pipa
5. *Non-Destructive Test* (NDT) [14] pengecekan terhadap sambungan pipa yang dilakukan tanpa merusak pipa untuk mengetahui apakah terdapat cacat pada saat pengelasan. Pengetesan dilakukan dengan menggunakan sinar X ataupun sinar Gamma
6. *Field Joint Coating* [14] yaitu dengan memberikan pelapis dan pembungkus ke bagian luar pipa [12]
7. *Trenching* [14] atau *Ditching* [12] yaitu penggalian lubang untuk meletakkan pipa yang akan ditanam di bawah tanah.
8. *Pipe lowering* [14] atau menurunkan pipa ke lubang [12] dapat dilakukan secara manual dengan alat sederhana yaitu gawangan yang dirangkai dengan *chain block/chain hoist* atau menggunakan alat berat seperti *excavator* ataupun *pipe layer/side boom.* Proses penurunan pipa ke galian juga dapat dilakukan dengan metode *pushpull* dimana pipa akan didorong masuk ke galian yang terisi air menggunakan alat berat dengan *roller* sebagai penyangga atau bantalan pipa. Setelah pipa masuk ke dalam air, *swambuggy excavator* akan menarik pipa. Pipa akan dibuat mengapung dengan mengikatkan drum kosong pada pipa. Air pada galian kemudian akan dikeringkan setelah semua pipa diturunkan
9. *Cathodic Protection Installation* [14] yaitu pemberian perlindungan untuk mengurangi korosi pada permukaan pipa dengan membuat permukaan katoda sel elektrokimia [15]
10. *Backfilling* [14] atau mengisi kembali galian dengan material asal atau dengan material lain sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan
11. *Tie-in*. Proses *tie-in* dilakukan apabila terdapat *obstacle* atau kondisi seperti *crossing* yang melibatkan metode *boring* atau *horizontal drilling* atau terdapat lahan yang belum bisa dilewati dimana tidak bisa dilakukan penyambungan rangkaian menerus. Pada saat proses *tie-in*, penyambungan akan dilakukan di dalam galian karenanya dinding galian harus diberi perkuatan sementara atau dibuat dengan sistem *slope* [14]
12. *Cleaning*, setelah proses penyambungan pipa selesai pada lubang pipa mengandung kotoran, karat dan *millscale.* Pembersihan pipa adalah normal dilakukan untuk mencegah kontaminasi pipa [15]
13. *Hydrotest* dilakukan untuk mendemonstrasikan kekuatan dan integritas pipa, dimana pipa diisi dengan air dan diuji dengan memberikan tekanan [15]

Karakter proyek konstruksi EPC *pipeline* ditandai dengan kompleksitas yang tinggi dalam pelaksanaannya. [16] Semakin

besar proyek tersebut maka kompleksitas pun semakin tinggi.

Ishii N, Takano Y dan Muraki M., seperti dikutip oleh Micheli dan Cagno [17] mengatakan bahwa dalam berbagai tipologi proyek, tipe proyek EPC sudah diakui secara luas di bidang teknik sipil, teknik pabrik, dan sebagainya, terutama karena meningkatnya persyaratan dari klien dalam hal pengurangan biaya proyek dan permintaan jadwal yang lebih singkat.

Selama eksekusi proyek, berdasarkan pengalaman di bidang EPC, penyimpangan yang cukup besar dapat terjadi antara kinerja nyata dan yang direncanakan. Sifat penyimpangan ini sangat bervariasi, bisa berasal dari penyebab eksternal yang di luar kendali perusahaan dan juga penyebab internal terkait dengan proses bisnis EPC.

Dalam proses pengadaan yang juga dipengaruhi oleh faktor eksternal memiliki dampak terbesar pada proyek. Pembelian material dapat mencapai 80% dari total nilai proyek dan lebih dari 45% untuk pengadaan material yang kritikal. [17]

Untuk memudahkan identifikasi risiko, cara yang umum digunakan adalah dengan membuat struktur kategori risiko yang dikenal dengan istilah *risk breakdown structure* (RBS). RBS membantu tim proyek untuk melihat potensi sumber risiko secara keseluruhan. RBS dapat dibuat khusus untuk suatu proyek atau dibuat untuk dapat digunakan untuk seluruh proyek yang akan dikerjakan. Selain menggunakan RBS, organisasi dapat menggunakan kerangka kategori risiko berdasarkan daftar kategori sederhana atau berdasarkan obyektif proyek. [4]

Manajemen risiko proyek di dunia konstruksi berurusan dengan kemungkinan terjadinya peristiwa positif dan negatif yang berasal diantaranya dari proses desain sampai proses konstruksi. [9] Berikut adalah hasil penelitian yang dilakukan dalam kurun waktu duapuluh tahun yang memaparkan faktor dan variabel risiko pada pengerjaan proyek EPC *pipeline*. Faktor risiko dikategorikan menjadi risiko teknis, risiko manajemen, risiko komersial dan risiko eksternal.

Tabel 1. Faktor dan variabel risiko proyek EPC pipeline

Faktor		Variabel	Sumber
Risiko Teknis	X1	Kesalahan menentukan ruang lingkup pekerjaan	[18]
	X2	Kondisi unforeseen menyebabkan perubahan disain	[6] [18] [19] [16] [20] [21]
	X3	Perubahan ruang lingkup pekerjaan	[10] [16]
	X4	Kesalahan disain dan/atau perencanaan	[10] [19] [21]
	X5	Disain tidak selesai tepat waktu	[10]
	X6	Waktu pelaksanaan terlalu ketat	[6]
	X7	Proses persetujuan gambar disain/material lama	[6]
	X8	Pemilihan metode kerja yang mempengaruhi harga	[6] [16]
	X9	Teknologi tidak memadai	[10]
	X10	Hasil pekerjaan tidak sesuai standar dan spesifikasi	[19]
	X11	Keterlambatan proses internal	[20] [21]
	X12	Kecelakaan kerja	[10] [19]
Risiko Manajemen	X13	Sistem komunikasi kurang baik antar personil proyek	[18] [10]
	X14	Ketidaktersediaan sumber daya	[10] [19] [20]
	X15	Kompetensi sumber daya manusia	[6]
Risiko Komersial	X16	Kontrak kerja dengan *supplier*/subkontraktor kurang jelas	[6]
	X17	Pelanggaran dalam hubungan kontraktual	[10] [20] [21]
	X18	Pemilihan *supplier*/subkontraktor tidak tepat	[6] [16]
	X19	Kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya	[6] [18] [10] [16]
	X20	Kenaikan biaya material	[6] [10]
	X21	Material rusak	[19]
	X22	Keterlambatan pengiriman material/peralatan proyek	[19] [21]
	X23	Denda keterlambatan proyek	[6] [10]
	X24	Pembiayaan proyek tidak terencana dengan baik	[6] [10] [16]
	X25	Kenaikan suku bunga	[18] [10]

Faktor		Variabel	Sumber
	X26	Terjadi inflasi	[18] [10] [16]
	X27	Kapabilitas klien/*owner*	[16]
	X28	Jadwal proyek dipercepat	[20]
Risiko Eksternal	X29	Perubahan kebijakan, hukum dan peraturan	[18] [10] [16]
	X30	Keterlambatan persetujuan ijin dan lisensi	[18] [10] [16] [21]
	X31	Kondisi lokasi proyek yang tidak diketahui	[18] [10] [21]
	X32	Kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja	[6] [10] [19] [16] [21]
	X33	Pencemaran lingkungan akibat kegiatan proyek	[18] [10]
	X34	Akuisisi lahan	[16] [21]
	X35	Penemuan *artefacts* di lokasi proyek	[21]

Sumber: Dari berbagai sumber

Pada faktor dan variabel risiko yang dikumpulkan dari berbagai sumber literatur dikategorikan menggunakan *risk breakdown structure* terdapat 35 variabel dari empat (4) faktor risiko dimana pada risiko teknis terdapat dua belas (12) variabel, risiko manajemen terdapat tiga (3) variabel, risiko komersial terdapat tiga belas (13) variabel dan risiko eksternal terdapat tujuh (7) risiko eksternal.

Pada tahap *engineering*, perusahaan EPC harus mempunyai sumber daya manusia yang mempunyai kompetensi tinggi mengingat kompleksitas dari pekerjaan. Pada tahapan ini harus dibuat *design conseptual* mulai dari *basic engineering design* sampai *detail engineering design* yang matang. Apabila dalam konsep, perencanaan dan pelaksanaan terjadi kekeliruan, maka akan memakan waktu dan biaya yang besar. [22] Menurut Dey [16] dalam penelitiannya, risiko teknis adalah faktor utama terjadinya *time overrun* dan *cost overrun*. Dalam kategori risiko teknis – perubahan ruang lingkup, perubahan teknik dan desain, teknologi dan pemilihan metodologi merupakan penyebab utama kegagalan proyek. Proyek konstruksi *pipeline* sangat rentan terhadap perubahan ruang lingkup. Pemilihan teknologi dan metode kerja juga sangat vital terutama untuk pekerjaan *crossing*. Kesalahan dalam pemilihan teknologi dapat menyebabkan *time and cost overrun.*

Walaupun risiko yang terkait dengan masalah teknologi sudah tidak asing lagi bagi profesional di bidang desain/konstruksi yang memiliki tingkat kendali tertentu atas faktor risiko ini, tetapi karena kemajuan teknologi yang pesat dapat menjadi masalah baru bagi desainer dan kontraktor karena desain yang diasumsikan baik di masa lalu bisa menjadi *obsolete* di masa kini. Dibutuhkan kemajuan teknologi untuk mengatasi risiko ini. [10]

Pada risiko manajemen, risiko terkait dengan organisasi dan hubungan organisasi mungkin tampak tidak penting tetapi dapat dirasakan. Ketika terjadi masalah, diskusi sering berpusat pada tanggung jawab personil dalam organisasi dibandingkan fokus pada penyelesaian masalah. [10]

Pada risiko komersial, salah satu variabel risiko adalah kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya. Hal ini dapat terjadi karena permintaan penawaran dari *owner* biasanya menetapkan waktu atau tanggal penyerahan penawaran dengan durasi yang pendek, sehingga kontraktor tidak mempunyai kemampuan terkait keleluasaan waktu untuk memahami semua aspek yang diminta dalam persyaratan. [14]

Risiko eksternal berasal dari penyebab eksternal yang tidak bisa dikendalikan. Variabel risiko termasuk keterbatasan pada ketersediaan sumber daya, berbagai dampak lingkungan, undang-undang dan peraturan pemerintah, perubahan dalam lingkungan ekonomi dan politik yang dapat menimbulkan pembengkakan biaya dan waktu serta kualitas proyek yang menyebabkan kekecewaan manajemen *pipeline organization*. [16] Proses perijinan dan lisensi yang lambat dan tidak sesuai harapan dapat menimbulkan keterlambatan yang pada ujungnya berdampak pada biaya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa karakter dari proyek konstruksi EPC pipeline adalah pelaksanaannya yang kompleks. Terdapat 4 faktor risiko dan 35 variabel risiko dalam pengerjaan proyek EPC pipeline. Diantara variabel risiko yang dikumpulkan terdapat beberapa variabel yang menjadi perhatian pada lebih dari 3 penelitian yaitu kondisi *unforeseen* yang menyebabkan perubahan disain, kondisi cuaca yang mempengaruhi produktifitas kerja, kesalahan estimasi dan perencanaan anggaran biaya, dan keterlambatan persetujuan ijin dan lisensi

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat faktor dan variabel risiko *contingency cost* untuk proyek EPC *pipeline*.

Tim proyek terutama manajer proyek dan *estimator* dapat merujuk pada faktor dan variabel risiko pada penelitian ini sebagai referensi awal identifikasi risiko.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan profil besaran atau presentase *contingency cost* pada tiap faktor risiko atau risiko proyek secara keseluruhan untuk mendapatkan besaran *contingency cost* yang akan dicadangkan pada pelaksanaan proyek EPC *pipeline*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur pada Tuhan Yang Maha Esa hingga akhirnya penulisan laporan penelitian dapat diselesaikan dengan baik. Dalam penyusunan laporan ini sejak awal sampai akhir penulisan banyak dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Untuk itu ucapan terimakasih sudah selayaknya diberikan kepada:

1. Prof. Dr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, S.T., M.T., D.Min., selaku Kaprodi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
2. Astrid Marisya Loppies, selaku staf administrasi Program Studi Magister Teknik Sipil atas segala informasi yang sangat membantu bagi penulis
3. Teman – teman Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
4. Keluarga yang selalu memberikan dukungan, perhatian, doa dan semangat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan

DAFTAR PUSTAKA

[1] Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Laporan Tahunan Capaian Pembangunan 2018," Jakarta, 2019.

[2] B. Migas, "BADAN PENGATUR HILIR MINYAK DAN GAS BUMI," BPH Migas, [Online]. Available: https://www.bphmigas.go.id/panjang-pipa/. [Accessed 11 Oktober 2020].

[3] CNBC Indonesia, "CNBC Indonesia," 7 August 2020. [Online]. Available: https://www.cnbcindonesia.com/news/20200807191918-4-178344/bph-migas-identifikasi-supply-demand-gas-bumi-di-kalimantan. [Accessed 11 October 2020].

[4] V. W. Widajatun, "Penerapan Manajemen Risiko Dalam Suatu (Studi Literatur)," *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, vol. 14 No.2, no. ISSN 1693-8305, p. 65, 2015.

[5] S. Mubin and A. Mannan, "Innovative Approach to Risk Analysis and Management of Oil and Gas Sector EPC Contracts from a Contractor's Perspective," *Journal of Business & Economics*, vol. 5, pp. 149-170, 2013.

[6] T. J. W. Adi and S. Yunwanti, "Pemodelan Estimasi Biaya Kontingensi Berbasis Resiko Pada Proyek Engineering-Procurement-Construction," *Infrastruktur*, vol. 4, pp. 50-57, 2014.

[7] Project Management Institute, A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) sixth edition, Pennsylvania: Project Management Institute, 2017.

[8] J. K. Hollmann, "Improve Your Contingency Estimates For More Realistic Project Budgets," *Chemical Engineering*, 1 December 2014.

[9] Project Management Institute, Construction Extension to the PMBOK Guide, Project Management Institute, Inc, 2016.

[10] S. Mubin and G. Mubin, "Risk Analysis for Construction and Operation of Gas Pipeline Projects in Pakistan," *Pak. J. Engg. & Appl. Sci.* , vol. 2, 2008.

[11] D. Gunita, "Implementasi Manajemen Risiko Pada Proyek Pengembangan "X" Tahap EPC PT Pertamina EP Dengan Pendekatan Bayesian Network," Surabaya, 2015.

[12] J. L. Kennedy, Oil and Gas Pipeline Fundamental, Second ed., Tulsa, Oklahoma: PennWell Publishing Company, 1993.

[13] Elsevier Inc., Pipeline Rules of Thumb Handbook: Quick and accurate solutions to your everyday pipeline problems, Seventh ed., E. W. McAllister, Ed., Burlington: Gulf Professional Publishing, 2009.

[14] M. R. I. Lubis, "Perbaikan Proses Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste," Sepuluh Nopember Institute of Technology, Surabaya, 2016.

[15] Elsevier Inc., Pipeline Rules of Thumb

Handbook: A Manual of Quick, Accurate Solution to Everyday Pipeline Engineering Problems, Eight ed., E. W. McAllister, Ed., Gulf Professional Publishing, 2014.

[16] P. K. Dey, "Project Risk Management: A Combined Analytic Hierarchy Process and Decision Tree Approach," *Cost Engineering*, vol. 44, 3 March 2002.

[17] G. J. Micheli and E. Cagno, "The role of procurement in performance deviation recovery in large EPC projects," *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 8, pp. 1-17, 2016.

[18] V. A. Siregar, "Faktor-Faktor Risiko Cost Overrun Pada Biaya Overhead Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Biaya Akhir Proyek Pembangunan Pipeline dan Stasiun Gas di PT X," Universitas Indonesia, Jakarta, 2011.

[19] M. R. I. Lubis and B. Syairudin, "Perencanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste," in *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXV*, Surabaya, 2016.

[20] J. Krisdianto and B. Santosa, "Analisa Risiko Proyek Pembangunan Pipa Gas Jumper PT. Petrokimia Gresik," *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI,* 2010.

[21] A. Orangi, E. Palaneeswaran and J. Wilson, "Exploring Delays in Victorian-Based Astralian Pipeline Projects," in *The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction*, 2011.

[22] G. and K. K. D. Sungkono, "Analisis Resiko Tahap Enginering Design Pada Pembiayaan Pekerjaan Konstruksi Proyek EPC," *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 22, 2018.

P-63

PENGOLAHAN AIR BERSIH PORTABEL

PORTABLE CLEAN WATER TREATMENT

Candra Irawan[1*], Sunarno[2]
[1]*Politeknik Negeri Balikpapan, Jl.Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan*
[2] *Politeknik Negeri Balikpapan, Jl.Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan*

[*]*E-mail: candrairawan@poltekba.ac.id*

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 18-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pada tahun 2020 ini Badan Nasional Penanggulangan Bencana tercatat sebanyak 1478 kejadian bencana alam yang terdiri dari tanah longsor 595 kejadian, banjir 446 kejadian, puting beliung 362 kejadian, kebakaran hutan dan lahan 64 kejadian, gempa bumi 6 kejadian, letusan gunung merapi 3 kejadian dan gelombang pasang 2 kejadian. Kemudian diikuti dengan korban jiwa yang meninggal pada tahun 2020 akibat bencana alam tercatat 53 jiwa dan luka-luka 30 jiwa. Sedangkan di Kalimantan Timur terdapat 42 kali kejadian bencana pada tahun 2020 Dengan adanya konsep yang diberikan oleh peneliti sebelumnya maka penelitian ini menambahkan bahwa pengolahan air bersih portable dapat digunakan sebagai pengolahan air darurat untuk skala individu dan juga bisa skala komunal karena pengolahan air bersih Portabel ini sangat efektif, ekonomis dan efisien. Hasil yang didapatkan dari pengolahan air bersih kekeruhan dari 98 menjadi 2,1 NTU, warna dari 87 menjadi 0,2 TCU, TDS dari 223 menjadi 55 mg/l, mikrobiologi dari 5 menjadi tidak ada, besi 3,2 mg/l menjadi 0,2 mg/l, CaCO3 dari 240 menjadi 80 mg/l dan seng dari 7 menjadi 0,3 mg/l.

Kata kunci : air sungai, pengolahan air bersih portabel, air bersih

ABSTRACT

In 2020, the National Disaster Management Agency recorded 1478 natural disasters consisting of 595 landslides, 446 floods, 362 tornadoes, 64 forest and land fires, 6 earthquakes, 3 volcanic eruptions and 3 waves. pairs of 2 events. Then followed by the death tolls who died in 2020 due to natural disasters, with 53 recorded and 30 injured. Whereas in East Kalimantan there were 42 disasters in 2020.With the concept given by previous researchers, this study adds that portable clean water treatment can be used as emergency water treatment for an individual scale and can also be on a communal scale because Portable clean water treatment is very important. effective, economical and efficient. The results obtained from clean water treatment are turbidity from 98 to 2.1 NTU, color from 87 to 0.2 TCU, TDS from 223 to 55 mg / l, microbiology from 5 to none, iron 3.2 mg / l to 0 , 2 mg / l, CaCO3 from 240 to 80 mg / l and zinc from 7 to 0.3 mg / l..

Keywords : river water, portable clean water treatment, clean water

PENDAHULUAN

Pada tahun 2020 ini Badan Nasional Penanggulangan Bencana tercatat sebanyak 1478 kejadian bencana alam yang terdiri dari tanah longsor 595 kejadian, banjir 446 kejadian, puting beliung 362 kejadian, kebakaran hutan dan lahan 64 kejadian, gempa bumi 6 kejadian, letusan gunung merapi 3 kejadian dan gelombang pasang 2 kejadian. Kemudian diikuti dengan korban jiwa yang meninggal pada tahun 2020 akibat bencana alam tercatat 53 jiwa dan luka-luka 30 jiwa. Sedangkan di Kalimantan Timur terdapat 42 kali kejadian bencana pada tahun 2020.

Dampak lebih lanjut yang dialami masyarakat setelah bencana ini salah satunya masalah air bersih dan air minum. Masalah air bersih pada kondisi bencana dapat terjadi antara lain akibat terganggunya sumber air karena kualitasnya berubah menjadi keruh dan

asin, hancurnya sistem perpipaan, rusaknya instalasi pengolahan, terganggunya sistem distribusi sehingga mengakibatkan langkanya air bersih di daerah pengungsian.

Cara yang digunakan untuk pengolahan air darurat untuk skala individu menurut Arie Herlambang [1] menggunakan penyaringan sederhana, disinfeksi, filtrasi keramik, penjernih dan disinfektan, serta pengolahan air minum sederhana yang terdiri dari netralisasi, aerasi, koagulasi, flokulasi, sedimantasi dan filtrasi yang memerlukan waktu lama dan membutuhkan tempat yang luas.

Dengan adanya konsep yang diberikan oleh peneliti sebelumnya maka penelitian ini menambahkan bahwa pengolahan air bersih portable dapat digunakan sebagai pengolahan air darurat untuk skala individu dan juga bisa skala komunal karena pengolahan air bersih Portabel ini sangat efektif, ekonomis dan efisien.

Pengolahan air bersih portabel ini berfungsi untuk mengubah air kotor bahkan air sungai menjadi air bersih secara portabel karena dapat dibawa dengan hanya menggunakan tangan tanpa memerlukan tempat yang luas dan tanpa menngunakan alat bantu misalnya mobil. Menurut Wahyu Widayat [2] Reverse osmosis terdiri dari 5 proses antara lain Oksidasi KMnO4, Saringan pasir cepat, saringan mangan zeolit, saringan karbon aktif dan cartridge filter. Pengolahan air bersih portabel ini memiliki 4 proses yaitu adsorpsi menggunakan pasir mangan dan karbon, Filter 10 in, Spun Sediment dan Karbon blok, Dengan adanya 4 tahap didalam pengolahan air bersih Portabel ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang kena dampak bencana alam karena pengolahan air bersih portabel ini dapat mengubah air kotor menjadi air bersih dengan efektif, ekonomis dan efisien serta tanpa menggunakan listrik PLN.

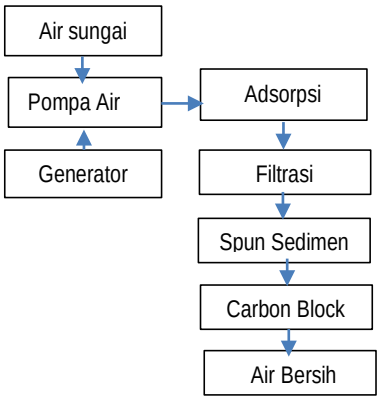
METODOLOGI

Lokasi penelitian dilakukan di Kota Balikpapan dan pengambilan sampel air dilakukan di Sungai Bendali II Sepinggan Baru Balikpapan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi air sungai bendali II, pasir mangan, karbon aktif, GTA filter dan karbon aktif cartridge. Sedangkan alat yang digunakan antara lain tabung FRP 10 in, pipa 3 in, pompa air 350 watt, generator 1000 Watt dan troli untuk dudukan pengolahan air bersih portabel. Sedangkan untuk mengetahui hasil penelitian ini yaitu dengan mengalirkan air sungai pada proses adsorpsi, filtrasi, GTA filter dan karbon aktif filter cartridge. Gambar alat Pengolahan air bersih dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 1. Alat pengolahan air bersih portable

Sedangkan mekanisme pengolahan air bersih dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Mekanisme proses pengolahan air

Mekanisme dari pengolahan air bersih antara lain sebagai berikut:

1. Air Sungai merupakan alternatif sumber air terakhir yang dapat diolah menjadi air bersih jika sumber mata air yang lain sukar didapatkan misalkan daerah tambang dan daerah bencana alam.
2. Pompa Air yang digunakan pada pengolahan air bersih portabel ini mempunyai daya 350 watt yang digunakan untuk memompa air sungai ke alat pengolahan air bersih portabel.
3. Generator atau genset yang digunakan mempunyai daya 1300 Watt yang berfungsi untuk pembangkit listrik menggantikan PLN.
4. Adsorpsi merupakan proses pemisahan air dari pengotornya dengan cara penyerapan pengotor seperti partikel-partikel halus, kation-kation terlarut atau bau yang terkandung dalam air sungai.
5. Filtrasi merupakan proses penjernihan atau penyaringan air sungai melalui media filter

dimana selama air melalui media akan terjadi perbaikan kualitas.

6. Spun sedimen merupakan salah satu sistem filter air sedimentasi yang ditempatkan di dalam catridge filter housing, yang berguna untuk menyaring kotoran dengan tingkat kontaminasi kurang dari 100 ppm.
7. *Carbon Block* berfungsi untuk menyaring kandungan kimia logam dan memperbaiki rasa dan aroma dari air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh akan dibandingkan kondisi air sungai sebelum diolah dan sesudah diolah yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil pengujian air sungai

No.	Parameter	Air sebelum diolah	Air standar DinKes	Air setelah diolah
1	Kekeruhan	98	25	2,1
2	Warna	87	50	0,2
3	TDS	223	1000	55
4	Mikrobiologi	5	-	-
5	Besi	3,2	1	0,2
6	$CaCO_3$	240	500	80
7	Seng	7	15	0,3

Tabel diatas bersumber pada hasil uji laboratorium Dinas Kesehatan Daerah Kota Balikpapan yang sesuai dengan PERMENKES RI:No.32/MENKES/2017 [4].
Sedangkan hasil secara fisik kondisi air dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



(a) (b)

Gambar 3. Hasil Pengolahan air (a).Kondisi air sungai (b). Kondisi air sungai setelah diolah

Jika dilihat dari tabel dan kondisi fisik air terlihat kandungan kimia air sungai tinggi hal ini dikarenakan adanya pembuangan limbah rumah tangga disekitar sungai. Setelah diolah menggunakan pengolahan air bersih secara portabel didapatkan hasil yang sangat baik untuk digunakan kepada masyarakat yang terkena bencana, masyarakat didaerah tambang dan masyarakat yang belum ada listrik dan PLN hal ini dikarenakan pengolahan air bersih portabel ini dilengkapi generator 1000 watt untuk menyalakan pompa untuk menghisap air sungai masuk kedalam pengolahan air bersih portabel ini.

KESIMPULAN

Hasil yang didapatkan dari pengolahan air bersih kekeruhan dari 98 menjadi 2,1 NTU, warna dari 87 menjadi 0,2 TCU, TDS dari 223 menjadi 55 mg/l, mikrobiologi dari 5 menjadi tidak ada, besi 3,2 mg/l menjadi 0,2 mg/l, $CaCO_3$ dari 240 menjadi 80 mg/l dan seng dari 7 menjadi 0,3 mg/l.

SARAN

Untuk jangka panjang perlu ditambahkan proses koagulasi, fluktuasi dan reverse osmosis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sebagai penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Balikpapan khususnya P3M Politeknik Negeri Balikpapan yang sudah memfasilitasi kami untuk mempublikasi Jurnal penelitian kami.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arie Herlambang, “Teknologi penyediaan air minum untuk keadaan tanggap darurat”, Jurnal Air Indonesia Vol 6 No 1. (2010).

[2] Wahyu Widayat, “Pengolahan air payau menggunakan teknologi osmosa balik”, Jurnal Teknologi Lingkungan Vol.3 No.1, Januari (2002):69-81.

[3] Okik H ,“Pengaruh intensitas sinar ultraviolet dan pengadukan terhadap reduksi jumlah bakteri Ecoli”, Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol 2 No 1,(2011).

[4] Pemerintah Indonesia. “Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk keperluan Higiene Sanitasi” Sekretariat Negara. Jakarta.(2017).

P-64

PEMBUATAN MINI WTP (WATER TREATMENT PLANT) DI MASYARAKAT PONDOK PESANTREN YASIN

MANUFACTURE OF MINI WTP (WATER TREATMENT PLANT) IN THE YASIN ISLAMIC BOARDING SCHOOL COMMUNITY

Candra Irawan[1*], Mahfud[2], Sunarno[3]
[1,2,3]Politeknik Negeri Balikpapan, Jl.Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan

[*]E-mail: candra.irawan@poltekba.ac.id

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 18-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Masyarakat Pondok Pesantren Yasin saat ini masih menggunakan air tanah yang bau dan berwarna kuning ini untuk kegiatan sehari hari seperti mencuci, mandi dan berwudhu. Hal ini dapat mengakibatkan penyakit berupa gudik yang diakibatkan virus scabea sehingga dapat berakibat buruk bagi kesehatan masyarakat Pondok Pesantren Yasin dalam jangka pendek hal ini terlihat pada kondisi santri yang mengalami gatal-gatal disekitar kaki. Oleh karena itu, diperlukan adanya inovasi Teknologi yang mendukung peningkatan kualitas air bersih yang memenuhi parameter kualitas air dari segi fisika, kimia dan biologi yaitu dengan pembuatan mini Water Treatment Plant yang tujuannnya mengolah air tanah yang keruh dan berbau besi menjadi air bersih yang sesuai dengan standart air bersih. Dimana pembuatan Mini WTP menggunakan 2 tabung FRP masing-masing berukuran 10 in. Pada tabung pertama diisi pasir zeolite dan manganese greensand sedangkan pada tabung kedua diisi karbon aktif. Hasil pengolahan air bersih didapatkan kekeruhan menjadi 4,77 NTU dari kekeruhan air tanah 57,9 NTU, kandungan Fe menjadi 0,23 mg/l dari 4,86 mg/l, kandungan CaCO3 menjadi 160 mg/l dari 200 mg/l, Kandungan Mn menjadi < 0,25 mg/l dari 1,78 mg/l.

Kata kunci : air tanah, Mini WTP, air bersih

ABSTRACT

The Yasin Islamic Boarding School community currently uses this yellow, smelly groundwater for daily activities such as washing, bathing and ablution. This can result in a disease in the form of scabies caused by the scabea virus so that it can be bad for the health of the people of Yasin Islamic Boarding School in the short term. This can be seen in the condition of students who experience itching around the feet. Therefore, it is necessary to have technological innovations that support the improvement of clean water quality that meets water quality parameters from a physical, chemical and biological perspective, namely by making a mini Water Treatment Plant which aims to treat cloudy and iron-smelling groundwater into clean water according to standard clean water. Where the Mini WTP is made using 2 FRP tubes each measuring 10 in. The first tube is filled with zeolite sand and manganese greensand while the second tube is filled with activated carbon. The results of clean water treatment obtained turbidity to 4.77 NTU from the turbidity of groundwater 57.9 NTU, Fe content to 0.23 mg / l from 4.86 mg / l, CaCO3 content to 160 mg / l from 200 mg / l, The Mn content became <0.25 mg / l from 1.78 mg / l.

Keywords : ground water, Mini WTP, clean water

PENDAHULUAN

Kota Balikpapan memiliki kondisi kontur yang relatif berbukit sekitar 85% daerah perbukitan sedangkan daerah datar hanya sekitar 15% hal ini menyebabkan tidak semua masyarakat dapat merasakan pasokan air bersih dari sehingga banyak warga khususnya masyarakat Pondok Pesantren Yasin yang mengandalkan sumber air tanah sebagai pasokan sumber air baku. Air tanah sendiri

merupakan air yang terdapat di lapisan permukaan tanah atau bebatuan termasuk dalam pori pori tanah. Air tanah juga menjadi salah satu sumber daya air. Selain air sungai dan air hujan, air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga. Menurut Danielyn [1], kondisi air tanah di Balikpapan sebagian besar mengandung logam dengan konsentrasi yang tinggi sehingga air tanah menjadi bau dan berwarna yang berarti bahwa air tanah tersebut mengandung Fe yang melebihi kadar maksimal dalam kualitas perairan golongan B yaitu lebih dari 1 mg/L menurut Permenkes RI No 416/Per/IX/1990 [2].

Warna yang disebabkan oleh tingginya kadar besi dapat meninggalkan noda pada pakaian, wadah penampung air dan dinding kamar mandi menurut Sutapa [3]. Besi pada air juga merupakan tempat berkembang biak bakteri Creonothrinx dan scabeu(gudik). Oleh sebab itu, kadar besi tidak boleh melebihi 1 mg/L, karena dapat mempercepat pertumbuhan bakteri besi tersebut dan dapat menimbulkan rasa serta bau.

Oleh karena itu, diperlukan adanya inovasi Teknologi yang mendukung peningkatan kualitas air bersih yang memenuhi parameter kualitas air dari segi fisika, kimia dan biologi yaitu dengan pembuatan mini Water Treatment Plant (WTP) untuk mengolah air tanah yang berbau besi dan keruh menjadi air bersih yang sesuai dengan standar air bersih melalui pelatihan dan pembuatan mini WTP dengan cara memelihara dan merawat alat pengolahan air bersih yang terdiri dari proses adsorpsi dan filtrasi yang dapat memisahkan kadar besi dan menjadikan air tanah yang berbau dan berwarna tersebut menjadi air bersih. selain itu alat mini WTP mudah di operasikan, harga terjangkau dan alat bahan mudah di peroleh sehingga dengan mudah dapat digunakan oleh santri, guru dan masyarakat Pondok Pesantren Yasin dalam keperluan sehari-harinya.

METODOLOGI

Metode pengembangan yang akan dilakukan merupakan sebuah rangkaian tahapan yang disusun secara sistematis, berikut adalah gambaran metode pelaksanaan yang akan kami lakukan.

1. Tahap perencanaan

Tahap perencanaan dilakukan dengan pembentukan dan pembekalan tim PKM dalam penyusun proposal PKM Pengabdian Masyarakat pada bulan Mei 2020.

2. Tahap persiapan

Tahap persiapan ini dilakukan selama satu minggu yaitu dengan melakukan kesepakatan kerjasama dengan Pondok Pesantren Yasin Balikpapan, penentuan tempat sosialisasi dan pelatihan dilakukan di dalam Masjid Pondok Pesantren Yasin Balikpapan, penyusunan jadwal serta pembelian alat dan bahan misalnya tandon 1200 liter, Tabung FRP 13 in, media filter (karbon aktif dan pasir mangan), pipa PVC dan pompa air untuk pembuatan mini WTP.

3. Tahap pelaksanaan

a. Sosialisasi

Tahapan ini mencangkup sosialisasi pengolahan air bersih dan pengenalan alat mini WTP yang digunakan untuk mengolah air tanah berwarna kuning dan berbau besimenjadi air bersih. Sosialisasi ini dilakukan dengan persentasi kepada santri, guru,pegawai dan masyarakat Pondok Pesantren Yasin Balikpapan yang berjumlah 30 peserta dan dilaksanakan 1 kali pertemuan sehingga diharapkan setelah adanya sosialisasi santri, guru dan pegawai Pondok Pesantren Yasin mampu mengetahui dan mengenal proses pengolahan air bersih yang sesuai dengan standar PerMenkes serta mengetahui dan mengenal alat dan bahan yang digunakan dalam merakit mini WTP.

b. Pelatihan

Tahap pelatihan ini mencangkup secara teori dan praktekantara lain:

1. Instalasi pipa,
2. Instalasi tabung FRP
3. Cara memasukkan media filter
4. Perawatan alat mini WTP dengan cara backwash yaitu mengeluarkan kotoran dari dalam tabung filter, cara fast Rinse yaitu pembilasan dan cara memfilter yaitu proses penyaringan air. Tahapan ini memerlukan waktu pelatihan sebanyak 5 kali pertemuan sehingga implementasi yang diharapkan masyarakat Pondok Pesantren Yasin Balikpapan mempu membuat alat teknologi mini WTP dan perawatannya dengan sendiri dengan pembekalan yang telah diberikan.

c. Pengoperasian

Tahapan ini mencangkup praktek:

1. Cara pengoperasian alat mini WTP dari menghidupkan pompa air untuk mengalirkan air tanah.
2. Mengoperasikan 3 Way valve padatabung FRP yang didalamnya terjadi proses adsorpsi-filtrsi.

3. Mengoperasikan valve dari tabung FRP ke Tandon air bersih menuju kamar mandi, bak wudhu dan rumah guru. Pada tahap pengoperasian diperlukan waktu sebanyak 3 kali pertemuan dengan lokasi mini WTP dekat Masjid Pondok Pesantren Yasin Balikpapan.

d. Pendampingan Mitra

Tahap pendampingan mitra ini mencangkup pendampingan pada saat pengoperasian alat mini WTP. Jika ada kendala dan masalah teknis pada saat pengoperasian, maka mitra bersama-sama dengan tim PKM secara langsung dapat mengatasi permasalahan yang terjadi dengan waktu sebanyak 1 kali pertemuan.

4. Evaluasi dan Monitoring

Tahap evaluasi dan monitoring bertujuan untuk memberikan solusi dari permasalahan yang dihadapi antara lain: kebocoran, tersumbatnya aliran dan pergantian alat yang rusak dalam proses pengenalan, perakitan dan perawatan alat teknologi pengolahan air bersih yaitu alat mini WTP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian kepada masyarakat tentang pembuatan alat penjernih air ini telah dilaksanakan bulan Juli 2020. Adapun kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Konfirmasi kesediaan Pondok pesantren Yasin Balikpapan.
2. Peninjauan lokasi untuk tempat alat mini WTP yang akan dikerjakan.



Gambar 1. Peninjauan lokasi untuk tempat mini WTP

3. Peninjauan tempat untuk bimbingan teknis kepada mitra pengabdian yang berlokasi dirumah Ketua Pondok Pesantren Yasin.
4. Identifikasi alat dan bahan yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan alat penjernih air.



Gambar 2. Alat yang digunakan

5. Pengukuran awal kualitas air sumur untuk mengetahui kandungan logam, kimia dan biologi pada air sumur yang mau ditreatment.
6. Proses Pelaksanaan yang meliputi perancangan alat.



(a)



(b)

Gambar 3. Perancangan Alat.(a. pengisian bahan karbon aktif yang dimasukkan ke tabung FRP), (b. penempatan mini WTP)

7. Penerapan Mini WTP untuk penolahan air bersih dari air tanah pada Pondok Pesantren Yasin Balikpapan ternyata setelah air tanah

diolah menggunakan Mini WTP dengan massa 50 kg karbon aktif pada tabung ke-2 dengan 50 kg zeolit dan manganese pada tabung pertama didapat hasil dari laboratorium Air bersih Kota Balikpapan didapatkan kondisi warna 0,6 PtCo dari 50 PtCo yang disyaratkan, kekeruhan <4,77 Ntu dari 25Ntu yang disyaratkan, zat padat terlarut 205 mg/l dari 1500 mg/l yang disyaratkan dan besi 0,23mg/l dari 1 mg/l yang disyaratkan. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini digunakan zeolit alami tanpa perlakukan (aktivasi) apapun, baik secara fisika maupun kimia. kemampuan zeolit sebagai *iron-exchanger* dengan menghasilkan *reactive oxygen species.*Zeolit alami yang yang digunakan, mempunyai kemampuan cukup baik untuk menyerap Fe dan Mn dalam air. Semakin perlahan sampel air mengalir dalam kolom, semakin efektif penurunan konsentrasi Fe. Zeolit juga dapat mengikat Fe dengan membentuk senyawaan koordinasi. Aluminosilkat, sebagai bagian struktur zeolit $M_{2/n}O.Al_2O_3.ySiO_2.wH_2O$, yang berfungsi sebagai ligan.

Sedangkan Karbon Aktif atau Arang Aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktifasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Karbon Aktif (arang aktif) adalah jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar.Satu gram karbon aktif setara dengan suatu material yang memiliki luas permukaan 500-1500 m^2. Aktivasi karbon menjadi karbon aktif juga dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi. Karbon aktif banyak digunakan untuk menghilangkan kontaminan astetik, sedikit efektif menghilangkan beberapa kontaminan dari senyawa volatile (seperti benzene, trichloroethylene) juga kontaminan berbasis petroleum. Karbon aktif yang bersifat molekular, juga mampu menyerap logam dengan baik. Pengolahan air bersih dengan mini WTP yang digunakan dapat digambarkan pada gambar berikut ini:



Gambar 4. Edukasi cara pengoperasian mini WTP kepada guru Ponpes Yasin

Sedangkan hasil pengolahan airnya dapat dilihat seperti gambar 5 dibawah ini



(a) (b)

Gambar 5. Hasil pengolahan air melalui mini WTP (a. Air sebelum diolah b. Air setelah diolah)

KESIMPULAN

Kesimpulan pada pengabdian ini adalah air yang sudah melewati mini WTP ini mempunyai kondisi fisik air seperti kondisi warna 0,6 PtCo dari 50 PtCo yang disyaratkan, kekeruhan <4,77 Ntu dari 25Ntu yang disyaratkan, zat padat terlarut 205 mg/l dari 1500 mg/l yang disyaratkan dan besi 0,23mg/l dari 1 mg/l yang disyaratkan.

SARAN

Disarankan untuk penambahan proses flokulasi dan koagulasi sebelum melalui mini Water Treatment plant.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sebagai penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Balikpapan khususnya P3M Politeknik Negeri Balikpapan yang sudah memfasilitasi kami untuk mempublikasi Jurnal penelitian kami.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Danielyn, 2009, Analisa kualitas air bersih di Balikpapan, Balikpapan.

[2] Peraturan menteri kesehatan, 1990, syarat-syarat dan pengawasan kualitas air, PerMenKes RI No 416/Per/IX/1990, Jakarta.

[3] Sutapa, Ignasius D.A. 2000. Uji Korelasi Pengaruh Limbah Tapioka Terhadap Kualitas Air Sumur. Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan dan Lingkungan. 2(1): 47-65.

P-66

PENGENDALIAN PERSEDIAN BAHAN BAKU DENGAN METODE MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP) UNTUK PRODUK KUE DI PERUSAHAAN "Q"

CONTROL OF RAW MATERIAL INVENTORIES USING MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP) METHOD FOR CAKE PRODUCTS IN "Q" COMPANY

Arif Budi Wibowo[1*], Dede Rukmayadi[2]
[1,2] *Institut Sains dan Teknologi Al-Kamal Jakarta, Jalan Raya Al-Kamal No.2 Kedoya Kebon Jeruk, Jakarta*

[*] *E-mail: arifboedywibowo@gmail.com*

Diterima 01-10-2020	Diperbaiki 13-10-2020	Disetujui 16-10-2020

ABSTRAK

Perusahaan Q adalah perusahaan yang bergerak dibidang food and beverage. Salah satu produknya adalahkue, dengan banyaknya bahan baku yang diperlukan, persediaan bahan baku sangat penting untuk dijaga agar proses produksi tetap lancar. Persediaan merupakan salah satu yang mempunyai peranan penting dalam proses produksi. Dengan pengendalian persediaan akan dapat mempertahankan suatu proses produksi berjalan baik dengan adanya ketersediaan bahan baku yang cukup untuk proses produksi. Dalam penelitian ini peramalan yang digunakan adalah metode Constant Model, Linear Model, dan Quadratic Model. Metode Constant Model memberikan kesalahan nilai peramalan terkecil yaitu dengan nilai MAD 565, MSE 576.442, dan MAPE 3,75%.Untuk metode persediaan MRP menggunakan pendekatan Lot Size Lot For Lot, Economic Order Quantity, dan Periode Order Quantity untuk melakukan penelitian pengendalian persediaan bahan baku kue padaperusahaan Q. Dengan hasil metode Periode Order Quantity memberikan hasil total biaya persediaan terendah dibandingkan dengan metode Lot For Lot dan Economic Order Quantity dengan nilai total biaya sebesar Rp 418.077.190,62. Sehingga metode Periode Order Quantity baik untuk diimplementasikan pada perusahan dengan periode pemesanan sebanyak 3 kali dalam satu tahun.

Kata kunci : Peramalan, MRP, LFL, EOQ, POQ

ABSTRACT

Company Q is a company engaged in food and beverafes. One of the products is cake, with the larger number of raw materials needed, the supply of raw materials is very important to be maintained so that the production process remains smooth. Inventory is one that has an important role in the production process. By controlling inventory, it will be able to maintain a production process running wel with the availability of sufficient raw materials for the production process. In this study, the forecasting used is the Constant Model, Linear Model, an Quadratic Model method. The Constant Model method provide the smallest error in forecasting values, namely MAD 565, MSE 576.442, and 3.75% MAPE method. For the MRP inventory method, the Lot Size Lot For Lot, Economic Order Quantity, and Periode Order Quantity approaches are used tto conduct research on material inventory control standard Cake at company Q. With the results of the Periode Order Quantity method, it gives the lowest total inventory cost compared to the Lot For Lot and Economic Order Quantity methods with a total cost value of Rp 418,077,190.62. so that the Periode Order Quantity method is good to be implemented in companies with ordering periods 3 times a year.

Keywords : Forecasting, MRP, LFL, EOQ, POQ

PENDAHULUAN

Teknologi dan ilmu pengetahuan yang berkembang semakin pesat dan disertai semakin ketatnya persaingan dalam dunia usaha sering kali memaksa persaingan diantara pengusaha untuk memberikan pelayanan yang terbaik kepada konsumen. Pelayanan terbaik itu salah satunya adalah dengan cara menjaga ketersediaan produk dipasar terpenuhi.

Sistem produksi yang baik adalahsatu dari sekian faktor yang mempengaruhi ketersediaan produk tetap terjaga untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Sistem produksi yang kurang baik dapat mengakibatkan kendala dalam proses produksi suatu barang, salah satunya adalah kebutuhan material bahan baku kurang atau kelebihan yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi dan terkadang memberikan biaya lebih untuk perusahaan. Manajemen persediaan (MRP) adalah salah satu sistem yang mampu untuk menjawab masalah-masalah yang terkait dengan persediaan suatu barang / bahan baku pada proses produksi. Manajemen persediaan meliputi persediaan bahan baku, barang jadi, barang dalam proses, dan persediaan barang pembantu.

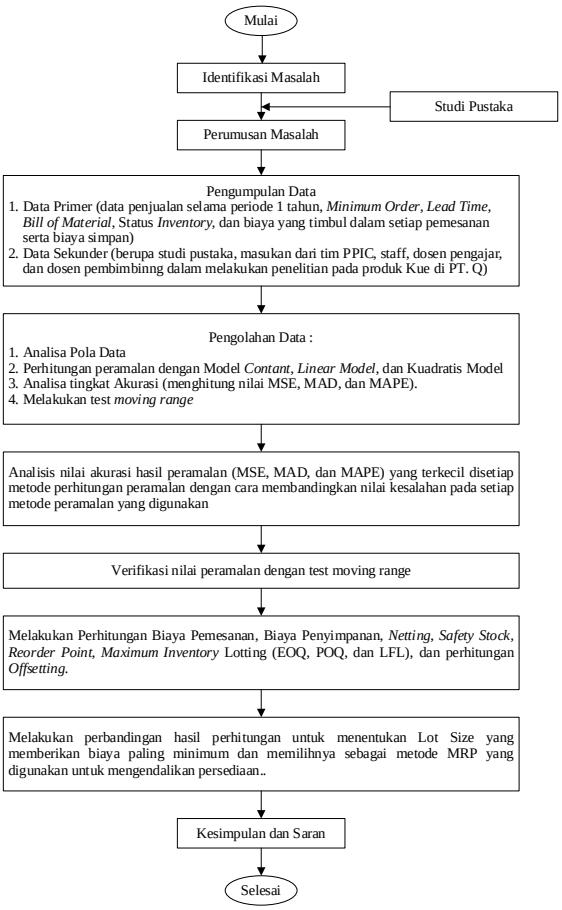
Berdasarkan hal tersebut penulis mencoba untuk mengaplikasikan sistem manajemen persediaan bahan baku dengan harapan sistem tersebut dapat mengatasi persediaan bahan baku agar proses produksi lancar dan tidak terganggu serta meminimalkan biaya persediaan.

Perusahaan “Q” adalah perusahan yang bergerak dibidang industri makanan. Salah satunya adalah produk kue yang akan menjadi objek penelitian. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah Metode Peramalan*time series*dan MRP dengan perhitungan *lot sizeLot For Lot*, EOQ, dan POQ. Diharapkan dengan metode tersebut peneliti dapat meramalkan kebutuhan bahan baku produk kue selama 1 tahun kedepan dan melakukan pengendalian persediaan bahan baku termasuk menentukan banyaknya jumlah pemesanan setiap kali pesan yang memberikan biaya persediaan seminimal mungkin yang dapat dilakukan oleh metode persediaan yang digunakan dalam penelitian ini.

METODOLOGI

Metodedeskriptif / analitis adalah metode dasar yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metode yang fokus pada pemecahan masalah-masalah yang ada, dan masalah-masalah aktual. Data yang telah dikumpulkan terlebih dahulu disusun, kemudian dijelaskan dan dilakukan analisa [1].

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Langkah-langkah Penelitian

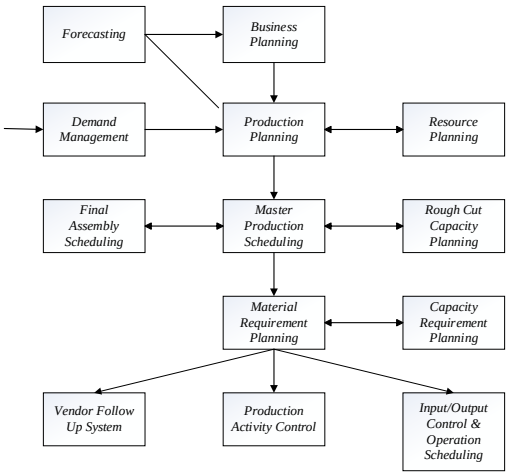
Peramalan

Peramalan merupakan suatu ilmu pengetahuan dan seni yangdigunakan untuk memprediksi peristiwa dalam masa yang akan datang. Peramalan biasanya akan mengambil data historis (misalkan penjualan tahun lalu) yang kemudian data historis tersebut akan diproyeksikan dengan metode matematika ke masa yang akan datang[2].

Sedangan menurut Nasution[3] peramalan merupakansuatu proses yang digunakan untuk memperkirakan berapa jumlah kebutuhan suatu permintaan dimasa mendatang, baik dalam ukuran kualitas, kuantitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan barang atau jasa.

Dalam suatu kegiatan produksi, peramalan merupakan langkah awal dari proses perencanaan dan pengendalian produksi dan dilakukan untuk menetukan jumlah permintaan terhadap suatu produk. Posisi

peramalan dalam siklus produksi dijelaskan pada gambar 2[4].



Gambar 2. Skema Proses Perencanaan dan Pengendalian Produksi [5]

ConstantModel

Pada kasus dimana data historis yang ada akan diplotkan terhadap waktu, fluktuasi acak bernilai konstan. Persamaan untuk *constantmodel* :

$$\hat{a} = \frac{\sum_{t=1}^{N} Y(t)}{N} = \hat{Y}$$

LinearModel

Pada kasus dimana data historis yang ada akan diplotkan terhadap waktu, fluktuasi acakakan membentuk sebuah garis lurus yang dapat menunjukkan penurunanmaupun pertumbuhan terhadap waktu. Persamaan untuk *linear model*:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{t=1}^{N} tY(t) - \sum_{t=1}^{N} Y(t) \sum_{t=1}^{N} t}{N \sum_{t=1}^{N} t^2 - (\sum_{t=1}^{N} t)^2}$$

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^{N} Y(t)}{N} - \frac{\hat{b}.\sum t}{N}$$

$$\hat{Y}(t) = \hat{a} + \hat{b}.t$$

Quadratic Model

Persamaan untuk *quadratic model*:

$$\sum_{t=1}^{N} e^2(t) = \sum_{t=1}^{N} [Y(t) - \hat{a} - \hat{b} - \hat{c}t^2]^2$$

Untuk nilai $\hat{a}, \hat{b}, \hat{c}$ dapat dicari dengan rumus:

$$\hat{b} = \frac{\gamma\delta - \theta\alpha}{\gamma\beta - \alpha^2}$$

Dimana,

$$\gamma = \left(\sum_{t=1}^{N} t^2\right)^2 - N \sum_{t=1}^{N} t^4 ,$$

$$\delta = \sum_{t=1}^{N} t \sum_{t=1}^{N} Y(t) - N \sum_{t=1}^{N} t(Y)t ,$$

$$\theta = \sum_{t=1}^{N} t^2 \sum_{t=1}^{N} Y(t) - N \sum_{t=1}^{N} t^2(Y)t ,$$

$$\alpha = \sum_{t=1}^{N} t \sum_{t=1}^{N} t^2 - N \sum_{t=1}^{N} t^3 ,$$

$$\beta = \left(\sum_{t=1}^{N} t\right)^2 - N \sum_{t=1}^{N} t^2 ,$$

Setelah nilai $\hat{b}$ diketahui, nilai $\hat{c}$ dapat diketahui dengan rumus:

$$\hat{c} = \frac{\theta - (\hat{b})(\alpha)}{\gamma}$$

Nilai $\hat{a}$ dapat diketahui dengan menggunakan nilai $\hat{b}$ dan $\hat{c}$,

$$\hat{a} = \frac{\sum_{t=1}^{N} Y(t)}{N} - \hat{b}\frac{\sum_{t=1}^{N} t}{N} - \hat{c}\frac{\sum_{t=1}^{N} t^2}{N} ,$$

Uji Kesalahan Peramalan

Uji verifikasi / uji kesalahan peramalan digunakan untuk menentukan metode peramalan terpilih, yaitu dengan cara dilakukan uji verifikasi pada setiap metode peramalan yang digunakan.

1. *Mean Square Error*/ MSE
   MSEdapat dihitung dengan caramenghitung dan menjumlahkan kuadrat kesalahan peramalan untukmasing-masing periode,kemudian membaginya dengan jumlah periode peramalan. Kesalahan / *error*adalah selisih antara nilai data aktual dan nilai hasil perhitungan peramalan.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} {e_i}^2}{n}$$

2. *Mean Absolute Percentage Error*/ MAPE
   Kelebihan MAPE yaitu memberikan persentase sepanjang periode tertentu dari hasil perhitungan peramalan terhadap permintaan aktual, dan akan memberikan informasi persentase *error*suatu peramalan itu terlalu rendah atau terlalu tinggi, sehingga hasil yang didapatkan lebih akurat. Kelemahan MAPE adalah ukuran kesalahan yang relatif.

$$PE = \frac{(X_i - F_i)}{X_i} x100\% ,$$

$$MAPE = \frac{\sum PE_i}{n}$$

3. *Mean Average Deviation*/ MAD
   MADadalah perhitungan rata-rata dari kesalahan mutlak pada hasil perhitungan

peramalan sepanjang periode tertentu tanpa harus memperhatikan hasil perhitungan peramalan pada periode tersebut apakahlebih kecil atau lebih besar dibandingkan dengankenyataannya. MAD dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$MAD = \sum \frac{|X_i - F_i|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n},$$

TestMoving Range

Peta *Moving Range*ini digunakan sebagai alat yang dapat memperlihatkan kestabilan pada suatu sistem sebab akibat yang menjadi latar belakang suatu fungsi dalam peramalan.

$$MR = \frac{\sum_{i=1}^{n} MR}{n-1},$$

UCL = +2,66 MR
CL = 0
LCL = -2,66 MR
n-1 = jumlah MR
Region A = + 1,77 MR
Region B = + 0,89 MR
Region C = CL = 0

Hasil uji kondisi diluar kendali dapat terjadi apabila :

1. Di region A terdapat2titik atau lebih dari 3 titik berturut-turut.
2. Di region B terdapat 4 titik atau lebihdari 5 titik berturut-turut.
3. Disalah satu sisi terdapat 8 titik berturut-turut, baik diatas garis tengah maupun di bawah garis tengah.

Berikut tindakan yang harus dilakukan apabila terjadi kondisi diluar kendali pada uji verifikasi / *test moving range*:

1. Melakukan revisi terhadap peramalan dengan cara memasukkan data dan sistem sebab akibat yang baru.
2. Menunggu dan mencari bukti yang lebih lengkap.

Persediaan

Persediaanmerupakan jumlah beberapa bahan atau bagian yang telah disediakan dan beberapa bahan dalam proses yang digunakan untuk proses produksi, serta barang jadi atau produk yang disiapkan untuk memenuhi kebutuhanpelanggan / konsumen setiap waktu [6].

Persediaan adalahpenyimpanan material baikdalam bentukbarang jadi, barang sedang dalam proses maupun bahan masih mentah. Perencanaan material merupakanaktivitasyang dilakukan untuk menetapkan jumlah, waktu dan material yang perlu untuk dibeli atau disediakan sehingga didapatkan persediaan pada tingkat pemenuhan kebutuhan yang maksimum akan tetapi dengan jumlah yang minimum. Pengendalian persediaan merupakansuatu usaha yang bertujuan untuk mempertahankan persediaan pada tingkat yang dikehendaki. Pada jenis produk barang, pengendalian persediaan lebih ditekankan pada pengendalian material [4].

***Material Requirement Planning* (MRP)**

Untuk melakukan pengolahan MRP dilakukan dengan 4 langkah dasar berikut, setelah beberapa asumsi dan syarat pendahuluan yang telah terpenuhi.

1. *Netting*, yaitu perhitungan kebutuhan bersih
2. *Lotting*, yaitu penentuan ukuran lot
3. *Offsetting*, yaitu penentuan waktu pemesanan
4. *Explosion*

LFL / *Lot For Lot*

Metode LFL merupakan metode yang bertujuan untuk meminimalkan biaya penyimpanan persediaan per unit sampai jumlah nol, karena pada metode ini ukuran *lot* sama dengan kebutuhan.

Kelebihan dari metode LFL adalah metode ini tidak ada jumlah persediaan, sehingga biaya simpan tidak ada. Kerugian metode ini adalahjikaterjadi*error* datang secara tiba-tiba yang melebihi jumlah *demand* yang telah diperkirakan, perusahaan akan mengalami kendala yang sulituntuk dapat memenuhi *demand* tersebut.

EOQ/ *Economic Order Quantity*

Metode EOQ adalah metode yang didasari asumsi bahwa persediaan akan bersifat berkelanjutan dengan permintaan yang stabil.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2.S.D}{H}}$$

Dimana :
EOQ = Jumlah pembelian ekonomis
S = Biaya pesan per pemesanan
D = Jumlah kebutuhan per periode
H = Biaya penyimpanan

Kelebihan metode EOQ adalah metode ini merupakan salah satu teknik yang mudah yaitu dengancara memasukkan parameter biaya

dan teknik yang dapat menentukan *trade off, set up* dan biaya penyimpanan.

Kekurangannya metode EOQ adalah metode ini tidak mempertimbangkanakan adanya kemungkinan permintaan yang akan datang. Sehingga pada hasil perhitungan metode ini sering terjadi adanya sisa dari persediaan yangmengakibatkan biaya penyimpanan meningkat.

POQ / *Periode Order Quantity*

Metode POQ juga seringdisebutdengan metode *Uniform Order Cycle*, metode ini merupakan pengembangan dari metode EOQ yang dapat digunakan untuk permintaan yang tidak seragam dalam beberapa periode. POQdapat dirumuskan sebagai berikut :

$$POQ = \sqrt{\frac{2.S}{D.H}}$$

Dimana :
D = Rata-rata kebutuhan
S = Biaya pesan
H = Biaya simpan

Metode ini mempunyai kelebihan yaitu dapat menunjukan jumlah biaya periode pemesanan dibandingkan dengan jumlah pemesanan pada setiap unitnya.

Tidak mempertimbangkan adanya kemungkinan permintaan yang akan datang menjadi kekurangan metode POQ.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data aktual permintaan produk yang dinyatakan pada satuan karton dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Data Aktual Permintaan Produk Periode Agustus 2018-Juli 2019

No	Bulan	Permintaan
1	Agu-18	13.526
2	Sep-18	15.496
3	Okt-18	14.670
4	Nov-18	16.600
5	Des-18	14.714
6	Jan-19	15.276
7	Feb-19	15.302
8	Mar-19	16.254
9	Apr-19	14.632
10	Mei-19	14.911
11	Jun-19	15.303
12	Jul-19	15.336
Jumlah		**182.020**

Peramalan *Constant Model*

Hasil perhitungan peramalan dengan metode *constant model* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Permalan Produk dengan Metode *Constant Model*

Bulan	t	Y(t)	t^2	$\hat{Y}$
Agu-18	1	13.526	1	15.168
Sept-18	2	15.496	4	15.168
Okt-18	3	14.670	9	15.168
Nov-18	4	16.600	16	15.168
Des-18	5	14.714	25	15.168
Jan-19	6	15.276	36	15.168
Feb-19	7	15.302	49	15.168
Mar-19	8	16.254	64	15.168
Apr-19	9	14.632	81	15.168
Mei-19	10	14.911	100	15.168
Jun-19	11	15.303	121	15.168
Jul-19	12	15.336	144	15.168
Jumlah	**78**	**182.020**	**650**	**182.016**

Hasil peramalan dengan metode *constant model* memiliki nilai konstan pada setiap periode waktu.

Peramalan *Linear Model*

Perhitungan permalan dengan metode *linear model* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 3. Peramalan Produk dengan Metode *Linear Model*

Bulan	t	Y(t)	tY(t)	t^2	$\hat{Y}$
Agu-18	1	13.526	13.526	1	15.502
Sep-18	2	15.496	30.992	4	15.553
Okt-18	3	14.670	44.010	9	15.604
Nov-18	4	16.600	66.400	16	15.655
Des-18	5	14.714	73.570	25	15.707
Jan-19	6	15.276	91.656	36	15.758
Feb-19	7	15.302	107.114	49	15.809
Mar-19	8	16.254	130.032	64	15.861
Apr-19	9	14.632	131.688	81	15.912
Mei-19	10	14.911	149.110	100	15.963
Jun-19	11	15.303	168.333	121	16.014
Jul-19	12	15.336	184.032	144	16.066
Jumlah	**78**	**182.020**	**1.190.463**	**650**	**189.404**

Peramalan *Quadratic Model*

Hasil perhitungan peramalan dengan metode *quadratic model* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Peramalan Produk dengan Metode *Quadratic Model*

Bulan	t	Y(t)	tY(t)	T2	T3	T4	$\hat{Y}$
Agu-18	1	13.526	13.526	1	1	1	14.061
Sep-18	2	15.496	30.992	4	8	16	13.586
Okt-18	3	14.670	44.010	9	27	81	13.045
Nov-18	4	16.600	66.400	16	64	256	12.438
Des-18	5	14.714	73.570	25	125	625	11.765
Jan-19	6	15.276	91.656	36	216	1.296	11.026
Feb-19	7	15.302	107.114	49	343	2.401	10.221
Mar-19	8	16.254	130.032	64	512	4.096	9.350
Apr-19	9	14.632	131.688	81	729	6.561	8.413
Mei-19	10	14.911	149.110	100	1.000	10.000	7.410
Jun-19	11	15.303	168.333	121	1.331	14.641	6.341
Jul-19	12	15.336	184.032	144	1.728	20.736	5.206
Jumlah	**78**	**182.020**	**1.190.463**	**650**	**6.084**	**60.710**	**122.867**

Perhitungan Kesalahan Peramalan

Perhitungan kesalahan peramalan MAD, MSE, dan MAPE untuk setiap metode peramalan yang digunakan bisa dilihat pada tabel 5.

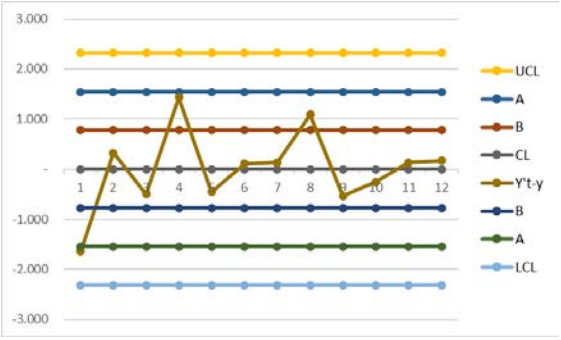
Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai Kesalahan Peramalan

No	Metode Peramalan	MAD	MSE	MAPE
1	*Constant Model*	565	576.442	3,75%
2	*Linear Model*	615	923.884	5,66%
3	*Quadratic Model*	4.929	33.501.115	32,78%

Dari tabel di atas, kesalahan peramalan dengan metode *constat model* memiliki nilai kesalahan (*error*) yang relatif rendah dibandingan dengan perhitungan peramalan dengan metode *linear model* dan *quadratic model*. Sehingga untuk hasil perhitungan peramalan metode *constant model* akan dilakukan uji validasi yaitu dengan peta *moving range*.

Validasi Peta *Moving Range*

Dari perhitungan nilai kesalahan peramalan, metode *constant model* mempunyai nilai kesalahan peramalan terkecil untuk MAD, MSE, dan MAPE dibandingkan dengan peramalan metode *linear model* dan *quadratic model*. Dengan demikian metode peramalan terpilih adalah *constant model*. Kemudian dibuat peta *moving range* untuk memeriksa apakah hasil perhitungan peramalan tersebut pada kondisi terkendali atau kondisi tidak terkendali. Berikut peta *moving range* tersebut.



Gambar 3. Grafik Moving Range

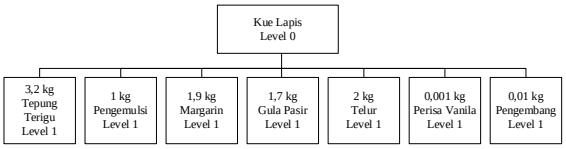
Sesuai dengan kondisi diluar kendali untuk peta *moving range*, validasi hasil analisa terhadap metode peramalan terpilih pada gambar 3, terlihat bahwa data hasil permalan metode *constant model* berada diantaraarea batas kontrol bawah dan atas. Dan dapat dilihat juga bahwa tidak ada titik yang masuk kedalam *out of control* atau kategori keadaan tidak terkendali.

Dengan demikian data hasil peramalan dengan metode *constant model* layak untuk digunakan pada periode selanjutnya.

Perhitungan MRP

Struktur Produk

Struktur produk dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Struktur Produk

BOM / *Bill Of Material*

Tabel 6. *Bill Of Material*(BOM)

No	Nama Bahan	Jumlah	Satuan
1	Tepung Terigu	3,2	Kg
2	Pengemulsi	1	Kg
3	Margarin	1,9	Kg
4	Gula Pasir	1,7	Kg
5	Telur	2	Kg
6	Perisa Vanila	0,001	Kg
7	Pengembang	0,01	kg

Biaya Persediaan

Biaya persediaan bahan baku produk disajikan pada tabel 7 dan tabel 8.

Tabel 7. Biaya Persediaan

Biaya	Persentase
Biaya Pesan	5%
Biaya Penyimpanan	2%
Total	7%

Tabel 8. Biaya Persediaan Per Item

Bahan Baku	Kebutuhan kg/tahun	Harga/kg	Biaya Simpan	Total
Tepung Terigu	232.252,44	9.900	693	2.463.141.986
Pengemulsi	6.643,58	26.000	1.820	184.824.507
Margarin	139.515,26	26.000	1.820	3.881.314.644
Gula Pasir	125.496,30	14.000	98	187.994.958
Telur	159.446,02	22.000	1.540	3.753.359.217
Perisa Vanila	64,44	275.000	19.250	19.548.746
Pengembang	664,36	50.000	3.500	35.543.174

Lead Time

Lead time untuk setiap bahan baku yang diperlukan untuk memproduksi produk kue dapat dilihat pada tabelberikut :

Tabel 9. *Lead Time*

Bahan Baku	*Lead Time*
Tepung Terigu	25
Pengemulsi	20
Margarin	25
Gula Pasir	25
Telur	20
Perisa Vanila	20
Pengembang	20

Data Kebutuhan Bahan Baku

Berikut jumlah kebutuhan untuk masing-masing bahan baku yang diperlukan pada produk kue.

Tabel 10. Kebutuhan Bahan Baku

Bahan Baku	Kebutuhan per Bulan (kg)	Total per Tahun (kg)
Tepung Terigu	19.377,12	232.252,44
Pengemulsi	553,63	6.643,58
Margarin	11.626,27	139.515,26
Gula Pasir	10.458,11	125.497,30
Telur	13.287,16	159.446,02
Perisa Vanila	5,54	64,44
Pengembang	55,36	664,36

***Lot For Lot* (LFL)**

Hasil perhitungan MRP dengan menggunakan metode *lot size lot for lot* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 11. Perhitungan MRP Perisa Vanila dengan Metode *Lot Size Lot For Lot*

Perisa Vanila														
Lead Time : 20								*Lot Size* : LFL						
Bulan		**Agu**	**Sep**	**Okt**	**Nov**	**Des**	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mei**	**Jun**	**Jul**	**Total**
GR		5.54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	**64,44**
OH		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
NR		5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	**64,44**
SR		5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	**64,44**
POR	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54		**64,44**

Biaya Pemesanan = Rp 76.175,00 x 12 = Rp 914.100,00
Biaya Penyimpanan = Rp 198 x 0 = Rp 0
Total Biaya = Rp 914.100,00 + Rp 0 = **Rp 914.100,00**

***Economic Order Quantity* (EOQ)**

Hasil perhitungan MRP dengan menggunakan metode *lot sizeEconomic Order Quantity* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 12. Perhitungan MRP Perisa Vanila dengan Metode *Lot Size* EOQ

Perisa Vanila														
Lead Time : 20								*Lot Size*: EOQ = 12,39						
Bulan		**Agu**	**Sep**	**Okt**	**Nov**	**Des**	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mei**	**Jun**	**Jul**	**Total**
GR		5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	**64,44**
OH		6,85	1,31	8,16	2,62	9,47	3,93	10,78	5,24	12,09	6,55	1,01	7,86	**75,87**
NR		5,54	0	4,23	0	2,92	0	1,61	0	0,30	0	0	4,53	**19,13**
SR		12,39		12,39		12,39		12,39		12,39			12,39	**74,34**
POR	12,39		12,39		12,39		12,39		12,39			12,39		**74,34**

Biaya Pemesanan = Rp 76.175,00 x 6 = Rp 457.050,00
Biaya Penyimpanan = Rp 198 x 75,87 = Rp 417.285,00
Total Biaya = Rp 457.050,00 + Rp 417.285,00 = **Rp874.335,00**

***Periode Order Quantity* (POQ)**

Hasil perhitungan MRP dengan menggunakan metode *lot sizePeriode Order Quantity* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 13. Perhitungan MRP Perisa Vanila dengan Metode *Lot Size* POQ

Perisa Vanila														
Lead Time : 20								*Lot Size* : POQ = 3						
Bulan		**Agu**	**Sep**	**Okt**	**Nov**	**Des**	**Jan**	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mei**	**Jun**	**Jul**	**Total**
GR		5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54	**64,44**
OH		16,62	11,08	5,54	0	16,62	11,08	5,54	0	16,62	11,08	5,54	0	**99,71**
NR		5,54	0	0	0	5,54	0	0	0	5,54	0	0	0	**16,62**
SR		22,16				22,16				22,16				**66,48**
POR	22,16				22,16				22,16					**66,48**

Biaya Pemesanan = Rp 76.175,00 x 3 = Rp 228.525,00
Biaya Penyimpanan = Rp 198 x 99,72 = Rp 548.460,00
Total Biaya = Rp 228.525,00 + Rp 548.460,00 = **Rp 776.985,00**

Total Biaya Persediaaan

Perbandingan akumulasi biaya persediaan untuk masing-masing metode *lot size* yang digunakan dan metode perkiraan perusahaan dapat disajikan pada tabel berikut :

Tabel 14. Perbandingan Total Biaya Persediaan Bahan Bakudrngan Metode MRP

No	**Metode**	**Total Biaya (Rp)**
1	LFL	491.852.545,20
2	EOQ	470.180.688,08
3	POQ	418.077.190,62
4	Perusahaan	517.331.537,01

Dari tabel di atas terlihat bahwa metode *Periode Order Quantity* memberikan hasil perhitungan total biaya persediaan paling rendah dari metode lainnya yang digunakan dengan total biaya sebesar Rp 418.077.190,62.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, dapat disimpulkanbahwa metode *lot size Periode Order Quantity* (POQ) merupakan metode yang paling baik diantara metode *lot size* yang digunakan yaitu dengan memberikan hasil perhitungan total biaya sebesar Rp 418.077.190,62 yang juga hasil tersebut masih dibawah perhitungan biaya persediaan yang dilakukan oleh perusahaan.

Jadwal pemesanan bahan baku yang baik untuk produk kue dalam kurun waktu satu tahun berdasarkan analisa persediaan yang telah dilakukan yaitu pemesanan bahan baku dilakukan sebanyak tiga kali dengan jumlah setiap pemesanan untuk bahan baku Tepung Terigu sebesar 77.508,48 kg, Pengemulsi sebesar 2.214,52 kg, Margarin sebesar 46.505,08 kg, Gula Pasir sebesar 41.832,44 kg, Telur sebesar 53.148,64 kg, Perisa Vanila sebesar 22,16 kg, dan Pengembang sebesar 221,44 kg.

SARAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, besar harapan peneliti agar perusahaan dapat menerapkan sistem pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode *Periode Order Quantity* untuk meminimalkan biaya persediaan. Dalam proses penerapan metode ini, diharapkan pihak-pihak terkait dapat membantu penerapan sistem pengendalian persediaan ini agar dapat diimplementasikan dengan baik dan selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan untuk penelitian lebih lanjut guna mengetahui seberapa besar dampak pengendalian persediaan ini dapat diterapkan dalam sistem perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas selesainya penelitian ini dengan lancar, penulis mengucapkan terimakasih banyak atas bantuan, dukungan, dan bimbingannya kepada pihak-pihak yang telah terlibat dalam penelitian secara langsung maupun tidak langsung. Terimakasih untuk semua tim perusahaan "Q" yang sudah membantu dan memberikan kerjasama yang baik, serta seluruh pihak kampus yang telah memberikan bimbingan sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih kepada dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingannya dan terimakasih kepada kedua orang tua penulis telah memberikan do'a dan restunya kepada penulis. Terimakasih kepada pihak-pihak terkait yang tidak dapat penulis sebut nama maupun profesinya satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Surakhmad, *Pengantar Penelitian Ilmiah Dasar Metode Teknik*. Bandung: Tarsito, 1994.

[2] J. H. dan B. Render, *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat, 2016.

[3] A. H. Nasution, *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Andi, 2006.

[4] S. Hartini, *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: Lubuk Agung, 2011.

[5] D. D. B. dan J. E. Bailey, *Integrated Production Control System Management Analysis Design*. New York: Jhon Wiley and Sons Inc., 1987.

[6] F. Rangkuti, *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta: Grafindo Persada, 2004.

[7] S. Assauri, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2008.

[8] A. Wahyuni and A. Syaichu, "Perencanaan Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Material Requirement Planning (Mrp) Produk Kacang Shanghai Pada Perusahaan Gangsar Ngunut-Tulungagung," *Spektrum Ind.*, vol. 13, no. 2, p. 141, 2015, doi: 10.12928/si.v13i2.2692.

[9] "ANALISA PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL PT LESTARI DINI TUNGGUL Oleh PUTRI FEBIAN PROGRAM SARJANA ALIH JENIS MANAJEMEN," 2011.

[10] R. Ginting, *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.

[11] R. J. Tersine, *Principles of Inventory and Materials Management*. United States of America: Prentice Hall International, 1994.

[12] M. Scharfstein and Gaurf, "済無No Title No Title," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[13] A. Susminta and B. J. Cahyana, "PEMILIHAN METODE PERMINTAAN DAN PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN BAKU DENGAN METODE MRP DI PT. XYZ," *Semnastek*, pp. 1–11, 2018.

P-67

TEKNOLOGI BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU BERSUMBER DARI LIMBAH SAPI

BIOGAS TECHNOLOGY WITH RAW MATERIALS SOURCED FROM CATTLE WASTE

Femi Hadidjah Elly, Agustinus Lomboan, Charles L. Kaunang, Derek Polakitan dan Jolanda K.J. Kalangi
Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara, 95115

Email Korespondensi : femihelly@unsrat.ac.id

Diterima 02-10-2020	Diperbaiki 12-10-2020	Disetujui 15-10-2020

ABSTRAK

Teknologi biogas saat ini sudah dikembangkan oleh masyarakat pedesaan. Teknologi biogas bermanfaat dalam meminimalkan pencemaran lingkungan. Teknologi biogas telah dikembangkan di pedesaan dengan memanfaatkan limbah kotoran ternak sapi. Permasalahannya sejauhmana teknologi biogas dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pemanfaatan kotoran sapi dan manfaat biogas bagi masyarakat pedesaan Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, dengan pendekatan PRA dan studi kasus. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan sekunder. Penentuan lokasi Kecamatan dan Desa sampel adalah secara purposive sampling. Kecamatan yang dipilih adalah Kecamatan Sangkub yang memiliki populasi sapi terbanyak. Desa yang dipilih adalah Desa Sidodadi dan Tombolango yang memiliki kelompok petani yang telah memanfaatkan biogas bersumber dari kotoran sapi. Responden ditentukan secara purposive sampling yaitu petani yang memanfaatkan biogas, pejabat Dinas Pertanian Peternakan dan penyuluh. Analisis data menggunakan analisis deskriptif. Teknologi biogas diintroduksi bagi petani yang memiliki ternak sapi yang dikandangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah ternak sapi milik petani dalam kelompok Beringin Jaya berjumlah 6 ekor dan kelompok Keong Mas 24 ekor. Limbah ternak sapi bila tidak diminimalkan memberikan dampak negatif terhadap pencemaran lingkungan. Reaktor dibangun untuk menampung limbah kotoran sapi dan menghasilkan gas. Biogas bersumber dari limbah sapi telah dihasilkan dan dimanfaatkan oleh petani peternak. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa teknologi biogas bermanfaat bagi petani dalam minimalisasi biaya pembelian gas LPG dan menghasilkan pupuk cair. Saran, perlu sosialisasi dan intervensi pemerintah untuk introduksi biogas bagi petani yang lain.

Kata Kunci : teknologi, biogas, limbah, ternak sapi

ABSTRACT

Currently, biogas technology has been developed by rural communities. Biogas technology was useful in minimizing environmental pollution. Biogas technology was developed in rural areas by utilizing cattle waste. The problem was the extent to which biogas technology was used by rural communities. This study was conducted with the aim of knowing the use of cattle waste and the benefits of biogas for rural communities in North Bolaang Mongondow Regency. The research method used was a survey method, with the PRA approach and case studies. The data collected were primary and secondary data. The determination of the locations of the sample districts and villages was purposive sampling. The district chosen was Sangkub District which had the largest cattle population. The villages chosen were Sidodadi and Tombolango which had groups of farmers who have used biogas from cattle waste. Respondents were determined by purposive sampling, namely farmers who use biogas, officials from the Department of Agriculture and Livestock and extension workers. Data were analyzed using descriptive analysis. Biogas technology was introduced for farmers who had cattles that were penned. The results showed that the number of

cattles belonging to farmers in the Beringin Jaya group was 6 cows and 24 cows in the Keong Mas group. If not minimized, cattle waste had a negative impact on environmental pollution. The biogas reactor was built to accommodate cattle waste and produce gas. Biogas with raw materials sourced from cow waste was produced and utilized by farmers. Based on the research results, it can be concluded that biogas technology was beneficial for farmers in minimizing the cost of purchasing LPG gas and producing liquid fertilizer. Suggestions, socialization and government intervention was needed for the introduction of biogas for other farmers.

Keywords: technology, biogas, waste, cattle

PENDAHULUAN

Permintaan energi setiap tahunnya meningkat yang disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya meningkatnya populasi penduduk. Selain itu, sumber cadangan minyak yang semakin berkurang yang berdampak terhadap kenaikan harga dan adanya masalah emisi dari bahan bakar fosil. Indikasinya energi adalah masalah nasional bahkan internasional yang krusial saat ini. Naiknya harga minyak dunia per barel merupakan masalah yang serius di dunia termasuk di Indonesia. Hal ini sangat berpengaruh terhadap berbagai sektor produktif. Fenomena tersebut perlu mendapat perhatian serius mengingat energi sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia yang berdampak terhadap kesejahteraan. Pemecahan masalah sangat dibutuhkan diantaranya pemanfaatan limbah sumberdaya pertanian sebagai alternatif yang dapat dikembangkan. Sumberdaya pertanian yang dalam proses produksinya menghasilkan limbah belum dikelola dengan maksimum. Ketersediaannya merupakan potensi yang dapat dikembangkan dalam memproduksi energi alternatif terbarukan.

Teknologi biogas atau gas bio saat ini sudah dikembangkan oleh masyrakat pedesaan yang salah manfaatnya adalah berperan dalam meminimalkan pencemaran lingkungan. Teknologi biogas memiliki kemampuan dalam membentuk biogas dari limbah organik yang tersedia secara bebas dan jumlahnya berlimpah. Biogas sebagai sumber energi dapat dihasilkan dengan menggunakan berbagai limbah diantaranya limbah dapur, limbah pasar, limbah ternak (kotoran berupa feses dan urin), jerami tanaman pangan, enceng gondok dan limbah lainnya. Berbagai limbah tersebut dapat dijadikan sebagai sumber energi terbarukan dan dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang mudah diperoleh. Limbah-limbah tersebut menghasilkan senyawa organik sebagai sumber biogas. Energi terbarukan tersebut diantaranya adalah biogas yang bersumber dari limbah peternakan sapi [1] [2].

Teknologi biogas telah dikembangkan di pedesaan Kabupaten Bolaang Mongondow Utara dengan memanfaatkan limbah kotoran ternak sapi. Permasalahannya sejauhmana teknologi biogas dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan. Kajian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pemanfaatan kotoran sapi dan manfaat biogas bagi masyarakat pedesaan Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei, dengan pendekatan PRA dan studi kasus. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan sekunder. Penentuan lokasi kecamatan dan desa sampel adalah secara purposive sampling. Kecamatan yang dipilih adalah Kecamatan Sangkub yang memiliki populasi sapi terbanyak. Desa yang dipilih adalah Desa Sidodadi dan Tombolango yang memiliki kelompok petani yang telah memanfaatkan biogas bersumber dari kotoran sapi. Responden ditentukan secara *purposive sampling* yaitu petani yang memanfaatkan biogas, pejabat dinas pertanian peternakan dan penyuluh. Analisis data menggunakan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa limbah ternak sapi dapat dimanfaatkan sebagai sumber biogas [3] [4]. Biogas adalah suatu gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi langka oksigen (*anaerob*) [4].

Biogas adalah proses fermentasi *anaerob* bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme, sehingga menghasilkan gas yang dapat dibakar. Komponen biogas terdiri dari gas metana (CH4) sekitar 60 persen, gas karbondioksida (CO2) 38 persen dan gas N2, O2, H2, H2S sekitar 2 persen [5] [6]. Biogas memiliki berat sekitar 20 persen lebih rigan dibanding udara dan memiliki suhu pembakaran antar 650 sampai 750 derajat,

dengan nilai kalor gas metana adalah 20 MJ/m3 [7].

Biogas yang dihasilkan dari limbah sapi dapat dibakar seperti LPG dan bila dibakar akan menghasilkan nyala biru cerah seperti LNG. Biogas yang dihasilkan dengan skala besar dapat bermanfaat sebagai pembangkit energi listrik. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan dari limbah ternak sapi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan. Biogas menghasilkan produk utama yang umumnya sebagai bahan bakar memasak, perkembangan teknologi selanjutnya biogas digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik [8].

Teknologi biogas diintroduksi bagi petani peternak yang memiliki ternak sapi yang dikandangkan. Petani juga membangun reaktor biogas yang berfungsi untuk fermentasi limbah ternak sapi. Prinsip introduksi teknologi biogas dapat diterapkan karena pembuatannnya sangat sederhana dengan memasukkan substrat ke dalam alat pencerna (reaktor), ditutup beberapa waktu dan menghasilkan gas [9]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah ternak sapi milik petani dalam kelompok Beringin Jaya berjumlah 6 ekor dan kelompok Keong Mas 24 ekor. Limbah ternak sapi bila tidak diminimalkan berdampak negatif terhadap pencemaran lingkungan.

Kelompok Beringin Jaya membuat reaktor biogas untuk menghasilkan gas yang digunakan untuk memasak. Gas digunakan untuk memasak selama 2 sampai 3 jam sehari. Biogas dalam dua minggu dapat mensubtitusi satu tabung gas LPG 3 kg. Hasil lainnya yang diperoleh adalah pupuk cair dari *sludge* yang dihasilkan dari sisa proses fermentasi limbah di reaktor. Kelompok Keong Mas membuat reaktor biogas untuk menghasilkan pupuk cair. Pupuk cair yang dihasilkan sebanyak 25-30 liter per hari yang dijual seharga Rp 1.500 per liter.

Kotoran ternak sapi yang dihasilkan setiap hari dari kandang dimasukkan dalam *inlet* (bak penampungan sementara) kemudian dicampur air dengan perbandingan 1 1. Selanjutnya, campuran tersebut disalurkan ke dalam reaktor biogas. Mekanisme proses menghasilkan biogas dari limbah ternak sapi dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 (a) Kandang sapi milik anggota kelompok beringin jaya. Kandang sapi dibutuhkan agar kotoran padat dapat dikumpulkan dan hal ini memudahkan petani peternak. Gambar 1 (b) Bangunan reaktor biogas dimulai dengan tersedianya bak penampungan sementara kotoran sapi yang padat. Gambar 1 (c) reaktor biogas yang dibangun untuk proses fermentasi kotoran sapi secara *anaerob*. Gambar 1 (d) bak penampungan (*outlet*) yang dibangun untuk menampung slugde yang dihasilkan dari proses fermentasi di reaktor. Gambar 1 (e) biogas yang dihasilkan (nyala biru) dan telah dimanfaatkan untuk memasak oleh keluarga petani. Bangunan reaktor biogas milik anggota kelompok beringin jaya merupakan bantuan dari BPTP Kalasey Sulawesi Utara.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 1. Mekanisme Proses Menghasilkan Biogas dariLimbah Ternak Sapi

Biogas dihasilkan dengan melalui beberapa tahap, diantaranya: 1. Kotoran sapi dimasukkan ke dalam bak penampungan sementara (*inlet*); (2) Kotoran sapi dalam *inlet* dicampur air dengan perbandingan 1 : 1. (3) Campuran tersebut diaduk sampai berbentuk lumpur (agar mudah dialirkan ke reaktor); (4) Lumpur dialirkan ke dalam reaktor melalui lubang pemasukan yang telah disiapkan pada bangunan reaktor. (5) Pengisian pertama dilakukan dan posisi kran gas (berada di atas reaktor) dibuka. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pemasukan lumpur kotoran sapi dan udara dalam reaktor terdesak keluar. Kotoran sapi yang dibutuhkan untuk pengisian pertama dalam jumlah yang banyak agar supaya reaktor terisi penuh. (6) Penambahan isi rumen segar dari rumah potong hewan (RPH) atau limbah ikan segar. (7) Kran gas ditutup untuk proses fermentasi. (8) Gas pertama dibuang yaitu gas yang dihasilkan pada hari ke-1 sampai ke-8 karena yang terbentuk adalah gas CO2. Sedangkan pada hari ke-10 sampai hari ke-14 baru terbentuk gas metan (CH4) dan CO2 mulai menurun. Pada komposisi CH4 54% dan CO2 27% maka biogas akan menyala. (9) Hari ke-14 gas yang terbentuk dapat digunakan untuk menyalakan api pada kompor gas atau kebutuhan lainnya (tetapi belum maksimal). (10) Hari ke-21 energi biogas dihasilkan dan sudah bisa digunakan memasak selama 2-3 jam. Gas yang dihasilkan tersebut selalu terbarukan. Biogas ini tidak berbau seperti bau kotoran sapi. (11) Reaktor diisi lumpur kotoran sapi secara kontinyu sehingga menghasilkan biogas yang optimal.

Gambar 1 menujukkan mekanisme menghasilkan biogas. Gas yang mendominasi biogas yang dihasilkan adalah gas metana. Gas metana tersebut dapat dibakar dan menghasilkan nyala biru. Bahan-bahan organik yang berada di permukaan bumi diuraikan oleh bakteri pembusuk (*metanogenesis*) sehingga menghasilkan metana. Bakteri tersebut antara lain dapat ditemukan dalam perut hewan ruminansia seperti sapi. Rumput yang dikonsumsi ternak sapi dapat diproses karena adanya bakteri anaerobik. Selulosa dalam rumput dipecah oleh bakteri menjadi molekul-molekul yang dapat diserap oleh perut ternak ruminansia. Bakteri tersebut yang memproses gas metana. Biogas tergolong ke dalam energi yang berasal dari bahan-bahan organik (bahan non fosil) yang umumnya berasal dari berbagai limbah organik [10].

Indikasinya pengolahan limbah ternak sapi menjadi biogas dapat menghasilkan gas metan. Biogas dapat digunakan untuk memasak yang berdampak terhadap pengurangan biaya pembelian gas LPG atau minyak tanah dan mengurangi penggunaan kayu bakar. Kondisi ini menunjukkan bahwa tersedianya biogas berdampak tehadap pengurangan ketergantungan dalam pemakaian bahan bakar minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui. Adanya biogas yang dihasilkan dari limbah ternak sapi berdampak terhadap minimisasi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah ternak sapi untuk biogas dapat menghasilkan pupuk organik padat dan pupuk organik cair. Adanya biogas merupakan salah satu solusi dalam permasalahan krisis energi di Indonesia bahkan di dunia [11] [12].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa teknologi biogas bermanfaat bagi petani peternak dalam menghasilkan energi alternatif sebagai energi terbarukan yang dapat meminimalkan biaya pembelian gas LPG atau minyak tanah serta menghasilkan pupuk organik.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan perlu sosialisasi dan intervensi pemerintah untuk introduksi biogas bagi petani yang lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada DRPM Kemendikbud dan Rektor UNSRAT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dan telah memperoleh dana skim Riset Terapan

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. H Elly. Training Programme of Biogas to Minimize Environmental Pollution in

the Tempok Village Sub Tompaso District. *Proceeding of the 2nd International Seminar on Animal Industry. Jakarta,* 2012 :602-607..

[2] A. Saleh, M. W. K. Planetto, R. D. Yulistiah. Peningkatan persentase metana pada biogas menggunakan variasi ukuran pori membran nilon dan variasi waktu purifikasi. *Jurnal Teknik Kimia,* 4. 22 (2016) : 33-44.

[3] Darnengsih, Nurjannah dan L. Ifa. Pengaruh perbandingan bahan baku terhadap konsentrasi biogas dari eceng gondok dengan menggunakan starter kotoran sapi. *Journal of Chemical Process Engineering.* 01. 01(2016) : 9-13.

[4] D. Irawan dan E. Suwanto. Pengaruh EM4 *(effective microorganisme)* terhadap produksi biogas menggunakan bahan baku kotoran sapi. Jurnal Turbo**.** 5. 1(2016) : 44-49.

[5] D.A. Fauzi, Y. Hananto, Y. Susmiati. Komposisi campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu (Saccharum officinarum L) sebagai bahan baku isian serta pengaruhnya terhadap pembentukan biogas. *Jurnal Rotor, 9. 2*(2016) : 72-76.

[6] R. E. Putri, Andasuryani dan I. Pertiwi. Studi pemanfaatan kotoran sapi sebagai sumber biogas di Nagari Aie Tajun Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman. *Jurnal Dampak.* 16. 01 (2019) : 26-30.

[7] Hamri dan M. Z. Altin. Analisis digester biogas kotoran sapi di Lanna Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa. *Jurnal Teknologi,* 19. 1 (2018) : 19-23.

[8] R. P. Dewi dan M. Kholik. Kajian potensi pemanfaatan biogas sebagai salah satu sumber energi alternatif di Wilayah Magelang. *Journal of Mechanical Engineering,* 2. 1 (2018) : 8-14.

[9] N. Fajri, H. Ali dan Mualim. Efektifitas kotoran sapi sebagai aktifator pembuatan biogas dari jerami padi. *Jurnal Media Kesehatan,* 7. 1 (2014) : 1-5.

[10] I. P. A. Wiratmana, I.G.K. Sukadana, I.G. N. P. Tenaya. Studi eksperimental pengaruh variasi bahan keringterhadap produksi dan nilai kalor biogas kotoran sapi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 5. 1 (2012) : 22-32.

[11] L. Wati, Y. Ahda, dan D. Handayani. Pengaruh volume cairan rumen sapi terhadap bermacam feses dalam menghasilkan biogas. *Jurnal Eksakta*. 1. XV (2014) : 20-28.

[12] Y. Yahya, Tamrin, dan S. Triyono. Produksi biogas dari campuran kotoran ayam, kotoran sapi, dan rumput gajah mini (*Pennisetum Purpureum cv. Mott*) dengan sistem batch. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung.* 6, 3 (2017) : 151-160.

P-68

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KAPASITAS PENGOLAH PERIKANAN DI KECAMATAN LIMAU DAN KABUPATEN TANGGAMUS

FACTORS AFFECTING FISHERY PROCESSING CAPACITY LEVELS IN LIMAU DISTRICT AND TANGGAMUS DISTRICT

Helvi Yanfika[1*], Indah Nurmayasari[1], Begem Viantimala[1]
[1]Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung

[*]E-mail: helviyanfika@yahoo.co.id

Diterima 19-10-2020	Diperbaiki 21-10-2020	Disetujui 07-12-2020

ABSTRAK

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) sudah berupaya untuk meningkatkan kapasitas pelaku usaha pengolah ikan tradisional, misalnya dalam program Klinik Iptek Mina Bisnis (KIMBis). Namun demikian orientasi program ini cenderung pada paradigma lama, misalnya inovasi bersumber dari hasil penelitian KKP, bukan berbasis pada kebutuhan riel yang dirasakan oleh masyarakat, khususnya pelaku usaha pengolahan ikan tradisional, sehingga tingkat keberlanjutan program menjadi diragukan. Oleh karena itu, penelitian ini pada tahun pertama bertujuan untuk menganalisis tingkat kapasitas dan faktor yang mempengaruhi. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data sesuai dengan tujuan pertama sampai keempat adalah survei pada sentra-sentra pengolahan ikan tradisional di Kabupaten Tanggamus, Lampung. Pada setiap jenis usaha pengolahan diambil sampel secara proporsional, seperti pemindangan, pengasapan, pengolahan makanan siap saji (nugget, kerupuk ikan, bakso dll). Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif (rataan, persentase, dan pengolongan/kelas) untuk menjawab tujuan pertama sampai ketiga, dan tujuan keempat dianalisis dengan uji matrix. Analisis data dibantu dengan software Excell dan SPSS ver 24. Dari hasil analisi diketahui Tingkat kapasitas pengolah ikan di Limau masih rendah dan perlu di tingkatkan melalui pendidikan formal.

Kata kunci : Kapasitas, pengolah, perikanan, dan usaha.

ABSTRACT

The Ministry of Marine Affairs and Fisheries (KKP) has made efforts to increase the capacity of traditional fish processing businesses, for example in the Business Science and Technology Clinic program (KIMBis). However, the orientation of this program tends to be on the old paradigm, for example innovation originates from the results of KKP research, not based on real needs felt by the community, especially traditional fish processing businesses, so that the level of program sustainability is questionable. Therefore, this research in the first year aims to analyze the level of capacity and the influencing factors. The method used to obtain data in accordance with the first to fourth objectives is a survey of traditional fish processing centers in Tanggamus Regency, Lampung. In each type of processing business, samples are taken proportionally, such as screening, smoking, processing of ready-to-eat food (nuggets, fish crackers, meatballs, etc.). The collected data were analyzed descriptively (mean, percentage, and classification / class) to answer the first to third objectives, and the fourth objective was analyzed by matrix test. Data analysis was assisted by Excell and SPSS ver 24 software. From the results of the analysis, it is known that the level of fish processing capacity in Limau is still low and needs to be improved through formal education.

Keywords : Capacity, processing, fishery and business.

PENDAHULUAN

Menurut Afrianto [1] Ikan merupakan salah satu sumber pangan yang sangat dibutuhkan oleh manusia, karena banyak mengandung protein, mineral, vitamin A dan D. Kandungan nutrisi yang terdapat pada ikan dapat menunjang kesehatan pada mata, kulit serta membantu proses pembentukan tulang, terutama pada anak balita. Ikan termasuk mempunyai sifat yang mudah rusak (perisable), untuk mengatasi hal tersebut yaitu perlu dilakukan pengolahan segera. Beberapa olahan siap saji, seperti olahan bakso, siomay, keripik kulit, abon, stik, baby fish serta ikan asap. Proses pengolahan tentu menggunakan cara yang tepat untuk mendapatkan kualitas yang bagus. Namun, untuk mendapatkan kualitas olahan ikan yang berkualitas diperlukan pengolahan yang sesuai standar Unit Pengolahan Ikan (UPI).

Keberlanjutan usaha juga dapat dipengaruhi secara tidak langsung oleh karakteristik individu dan dukungan penyuluhan serta dukungan eksternal. Hal tersebut juga diungkapkan oleh Utami [6] pada penelitiannya bahwa keberlanjutan usaha dipengaruhi secara tidak langsung oleh karakteristik individu dan pendukung usaha serta lingkungan. Menurut Subagio [5] bahwa karakteristik individu dan kapasitas seseorang berpengaruh terhadap upaya dalam meningkatkan kemandirian usaha. Semakin tinggi kapasitas seseorang, maka semakin mandiri usaha yang dilakukan. Adapun menurut Nurfitriana [3] bahwa semakin tinggi karakteristik individu seperti pendidikan formal dan non formal, maka akan semakin meningkatnya perilaku usaha dalam menjalankan usaha. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini mengetahui kapasitas pengolah ikan; dan menganalisis faktor-faktor yang diduga akan meningkatkan kapasitas pengolah ikan

METODOLOGI

Penelitian tahap pertama berfokus pada pengumpulan data dan informasi dasar yang akan digunakan untuk menganalisis program-program penyuluhan perikanan, kondisi internal responden serta kondisi lingkungan di sekitarnya, dan sebagai bahan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas pengolah ikan. Data dikumpulkan melalui: (1) survei dengan menggunakan instrumen kuesioner yang telah disiapkan ditujukan ke responden, (2) wawancara mendalam (indepth interview) dengan instansi terkait terutama Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Tanggamus, penyuluh lapang, tokoh masyarakat formal maupun informal, dan (3) *Focus Group Discussion (FGD)* dengan pelaku usaha pengolah hasil perikanan (pengolah ikan). Lokasi penelitian berada di Kabupaten Tanggamus, kabupaten tersebut merupakan sentra industri pengolahan hasil perikanan. Karakteristik usaha pengolahan ikan usaha pengasapan dan pemindangan, pengolahan kerupuk dan bahan olahan siap saji (nugget, bakso, siomay, dan sebagainya). Jumlah sampel yang telah diambil total 21 orang pengolah hasil perikanan. Data yang terkumpul dari hasil survei telah dianalisis secara statistik deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif berupa rataan dan persentase, sedangkan inferensial dengan uji regresi berganda untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas pengolah ikan. Software yang digunakan adalah Exell dan SPSS ver 24.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kapasitas Pengolah Ikan

Kapasitas pengolah ikan merupakan kemampuan responden dalam melakukan kegiatan teknis pengolahan ikan dan kemampuan manajerial, seperti kemampuan mengakses modal dan mengakses pasar dan kemampuan bermitra serta perihal perizinan (sertifikasi dan sertifikat serta izin edar). Berdasarkan hasil penelitian bahwa tingkat kapasitas pengolah ikan yang dilihat dari aspek kemampuan teknis dan manajerial tergolong rendah. Adapun lebih jelasnya tingkat kapasitas pengolah ikan dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel. 1 Tingkat kapasitas pengolah ikan

No	Kapasitas pengolah ikan		Jumlah	Persentase
1	Kemampuan teknis			66.7
	Rendah	(26-36)	14	33.3
	Tinggi	(37-47)	7	
2	Kemampuan manajerial			90.5
	Rendah	(25-35)	19	9.5
	Tinggi	(36-46)	2	

Keterangan: n = 21

Kemampuan Teknis

Kemampuan teknis pengolah ikan diukur dari tindakan yang dilakukannya dalam memproduksi olahan ikan. Proses kegiatan produksi tersebut berupa seleksi bahan baku, penanganan, pengolahan, penggunaan bahan tambahan, pengemasan dan penyimpanan serta penanganan limbah ikan. Data menunjukan kemampuan teknis responden tergolong rendah, yaitu mayoritas berada pada kategori rendah 66.7 persen. Kemampuan teknis tersebut yang paling lemah adalah dalam hal proses pengolahan dan pengemasan serta penanganan limbah.

Kemampuan dalam penanganan limbah sangat rendah dikarenakan sebagian besar pengolah ikan tidak memanfaatkan kembali sisa-sisa atau bagian ikan yang tidak terpakai, seperti kepala ikan, jeroan dan tulang. Sebagian besar pengolah ikan membuang sisa-sisa olahan pada saluran air di tempat pemukiman warga. Pengolah ikan tidak memanfaatkan limbah ikan menjadi suatu produk yang memiliki nilai jual. Menurut Suryaningrum [4] pemanfaatan limbah ikan dapat menjadi suatu produk yang bernilai, seperti kepala dan isi perut dapat difermentasi menjadi kecap ikan, dan limbah ikan berupa tulang dan kulit ikan dapat diolah menjadi gelatin dan kolagen. Adapun kemampuan teknis yang sudah tinggi adalah penggunaan bahan tambahan dan penanganan bahan baku.

Penggunaan bahan tambahan tinggi dikarenakan sebagian besar pengolah ikan selalu menggunakan takaran dan selalu memperhatikan masa kadaluarsa. Bahan tambahan merupakan bahan makanan, seperti tepung sagu atau tapioka yang digunakan dalam membuat bakso ikan. Pengolah ikan selalu menggunakan takaran dalam menggunakan bahan tambahan makanan, seperti tepung terigu, gula pasir dan lain-lain. Sedangkan penanganan bahan baku tinggi dikarenakan sebagian besar pengolah pada saat memotong dan membelah ikan tidak ada duri yang tertinggal pada daging ikan, serta sebagian besar responden mencuci ikan pada kondisi air yang mengalir.

Kemampuan Manajerial

Kemampuan manajerial pengolah ikan sama halnya dengan kemampuan teknis tergolong rendah, yaitu mayoritas berada pada kategori rendah 90.5 persen. Kemampuan manajerial ini diukur dari kemampuan pengolah ikan mengakses modal, pasar dan kemampuan bermitra serta perihal perizinan (sertifikasi dan sertifikat serta izin edar). Dari kemampuan manajerial yang paling rendah yaitu dalam mengakses modal perbankan. Penyebabnya adalah sebagian besar responden tidak mampu dalam memenuhi persyaratan lembaga perbankan yang dinilai sangat sulit.

Kemampuan pengolah ikan dalam mengakses pasar rendah, karena sebagian besar pengolah ikan hanya membuat satu macam produk. Apabila ada perubahan tren pasar tidak mampu memanfaatkan peluang pasar tersebut. Kemampuan pengolah ikan dalam mengakses pasar pada umumnya tidak melakukan strategi promosi. Salah satu strategi promosi yang tidak dilakukan pengolah ikan yaitu tidak memberikan potongan harga kepada konsumen. Apabila dilihat berdasarkan strategi promosi tentu potongan harga adalah hal yang sangat penting dan dapat mendorong keinginan konsumen untuk membeli produk yang dijual oleh pengolah ikan.

Perihal perizinan (sertifikasi dan sertifikat serta izin edar) juga hanya sebagian kecil pengolah ikan yang telah memiliki sertifikat perizinan usaha yang diwajibkan oleh Pemerintah Republik Indonesia. Menurut Wijaya et al. [7] bahwa sertifikasi berperan sebagai prasyarat peningkat daya jual produk olahan ikan. Salah satu contoh sertifikasi yang berperan dalam peningkatan daya jual adalah Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP).

Demikian juga dengan strategi promosi jarang dilakukan, yang merupakan bagian dari strategi pasar. Meskipun demikian ada beberapa pengolah ikan yang dijumpai telah melakukan promosi dengan media online, seperti whatsapp. Menurut Kotler [2] bahwa produk yang dihasilkan haruslah memperhatikan keragaman produk, kualitas, design, ciri, nama merk, kemasan, ukuran, pelayanan, garansi, dan imbalan dalam sebuah bauran pemasaran.

Menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan

Pengaruh Karakteristik Pengolah Ikan (Usia, Jumlah Tanggungan, Lama Berusaha, Pendapatan, Usaha Lain dan Pendidikan) terhadap kapasitas Pengolah Ikan. Pengaruh variabel karakteristik pengolah ikan terhadap kapasitas pengolah ikan diketahui dengan dilakukan perhitungan menggunakan SPSS untuk memperoleh nilai R Square (R2). Nilai R Square akan menunjukkan seberapa besar pengaruh yang diberikan oleh karakteristik

pengolah ikan terhadap kapasitas pengolah ikan. Hasil analisis pengaruh karkateristik pengolah ikan terhadap kapasitas pengolah ikan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis pengaruh karakteristik pengolah ikan terhadap kapasitas pengolah ikan

R square (R^2)	F hitung	F tabel	Sig
0.916	25,487	2.030	0.000

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh nilai R Square (R^2) sebesar 0,916 yang artinya karakteristik pengolah ikan mempengaruhi kapasitas pengolah ikan sebesar 91 %. Adapun sissanya yaitu 9 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil analisis juga diperoleh nilai F gitung sebesar 25,487 yang lebih besar dari f tabel (2,88) artinya karakteristik pengolah ikan berpengaruh signifikan terhadap kapasitas pengolah ikan. Selain itu, pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi yang diperoleh dan nilai t hitung. Apabila nilai signifikansi yang diperoleh < 0.05 dan nilai t hitung > t tabel, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh antara variabel yang diuji. Hasil analisis pengaruh antara variabel Karakteristik Pengolah (Usia, Jumlah Tanggungan, Lama Berusaha, Pendapatan, Usaha Lain dan Pendidikan terhadap kapasitas pengolah ikan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis pengaruh karakteristik pengolah ikan (Usia, Jumlah tanggungan, lama berusaha, pendapatan, usaha lain dan pendidikan) terhadap kapasitas pengolah ikan

Variabel	B	Std. Error	Beta	t hitung	t table	Sig
X1	0,235	0,163	0,279	1,493	2,083	0,172
X2	-0,159	0,895	-0,016	-0,177	2,083	0,862
X3	-0.193	0,122	-0,221	-0,157	2,083	0,137
X4	-0,019	0,00	-0,21	-0,250	2,083	0,806
X5	1,286	2,821	0,047	0,456	2,083	0,656
X6	4,011	0,503	1,030	7,976	2,083	0,000

Hasil analisis menunjukkan bahwa umur pengolah ikan tidak berpengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan. Hal tersebut terlihat dari nilai signifikansi yaitu 0,172 yang lebih besari dari 0,05 dan nilai t hitung yaitu 1,493 yang lebih kecil dari t tabel (2,083). Umur responden sebagian besar antara 28-60 tahun yang merupakan usia produktif (BPS, 2016). Usia produktif tersebut berarti pengolah mempunyai kemampuan bekerja dan beraktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan usia yang sudah tidak produktif. Umur yang semakin tinggi kemungkinan akan memiliki pengaruh pada keterampilan, kecekatan, kordinasi, rangsangan terhadap teknologi. Akan tetapi, sebagian besar pengolah dalam melakukan kegiatannya hanya berdasarkan ilmu atau teknis turun menurun dari leluhur yang sudah menjadi budaya yang melekat pada mereka. Hal ini menunjukkan usia muda atau lansia tidak mempengaruhi kapasitas kegiatan pengolahan yang dilakukan.
Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah tanggungan pengolah ikan tidak berpengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan. Hal tersebut terlihat dari nilai signifikansi yaitu 0,862 yang lebih besar dari 0,05 dan nilai t hitung yaitu -0,177 yang lebih kecil dari t tabel (2,083). Jumlah tanggungan keluarga pengolah ikan dalam penelitian ini berkisar dari 2 sampai 6. Jumlah anggota kelurga atau tanggungan kelaurga sangat menentukan jumlah kebutuhan kelurga. Semakin banyak anggota keluarga berarti semakin banyak juga jumlah kebutuhan keluarga yang harus dipenuhi begitu juga sebaliknya. Sehingga dalam keluarga pengolah yang jumlah anggotanya banyak akan diikuti oleh banyaknya kebutuhan yang harus dipenuhi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa lama berusaha pengolah ikan tidak berpengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan. Hal tersebut terlihat dari nilai signifikansi yaitu 0,137 yang lebih besar dari 0,05 dan nilai t hitung yaitu -0,157 yang lebih kecil dari t tabel (2,083). Lama berusaha pengolah ikan rata-rata berkisar 20 tahun. Pengalaman usaha pengolah ikan tersebut tergolong dalam kategori yang lama sehingga seharusnya banyak pengalaman dan ilmu yang telah mereka miliki. Akan tetapi, selama menjalankan pengolahan ikan para nelayan hanya menggunakan cara-cara atau teknik pengolahan turun menurun dari orang tua dahulu sehingga sangat sedikit mengalami perkembangan. Hal ini yang kemudian menyebabkan lama berusaha tidak mempengaruhi kapasitas dari pengolah ikan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pendapatan pengolah ikan tidak berpengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan. Hal tersebut terlihat dari nilai signifikansi yaitu 0,806 yang lebih besar dari 0,05 dan nilai t hitung yaitu -0,250 yang lebih kecil dari t tabel (2,083). Penambahan pendapatan pengolah ikan pada dasarnya akan berpengaruh terhadap biaya

operasional yang dikeluarkan dalam kegiatan produksi dan dengan jumlah pendapatan yang meningkat sehingga dana yang digunakan untuk membeli input akan meningkat dan hasil panen akan lebih baik. pendapatan yang besar menggambarkan bahwa akan memudahkan mereka mengakses berbagai macam kegiatan. Akan tetapi, pendapatan yang besar ataupun kecil dari pengolah ikan tidak mempengaruhi kapasitas karena kegiatan produksi yang dilakukan nelayan seringkali berdasarkan cara turun menurun bukan berdasarkan kegiatan yang mampu mereka akses baik melalui pelatihan atau penyuluhan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa usaha lain pengolah ikan tidak berpengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan. Hal tersebut terlihat dari nilai signifikansi yaitu 0,656 yang lebih besar dari 0,05 dan nilai t hitung yaitu 0,456 yang lebih kecil dari t tabel (2,083). Terdapat beberapa responden yang memiliki usaha lain diluar pengolahan ikan seperti petani kakao, pedagang dan pengepul. Kapasitas diartikan sebagai kemampuan pengolah dalam menjalankan fungsi usahanya, merencanakan, ataupun memecahkan masalah dalam menghadapi perubahan-perubahan yang terdapat dilingkungannya. Kapasitas pengolah ikan dalam mengolah ikan akan bertambah jika bertambahnya informasi yang didapat. Akan tetapi jika usaha lain diluar dari pengolahan ikan tidak akan bisa memberikan kapasitas pengolah ikan terkait pengolahan ikan karena berbeda dari kegiatan pengolahan ikan seperti berdagang. Kemampuan yang dimiliki oleh pengolah akan terdapat berbeda sehingga jenis usaha lain yang dimiliki tidak memiliki pengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pendidikan pengolah ikan berpengaruh terhadap kapasitas pengolah ikan. Hal tersebut terlihat dari nilai signifikansi yaitu 0,00 yang lebih kecil dari 0,05 dan nilai t hitung yaitu 7,976 yang lebih besar dari t tabel (2,083). Tingkat pendidikan yang dimiiki pengolah ikan dapat mempengaruhi kemampuan petani dalam mengelola pengolahan ikan. Sebagian besar responden dalam penelitian ini berada pada tingkat pendidikan formal yaitu sekolah dasar yang mungkin hanya pada batas kemampuan membaca dan menulis. Kemampuan tersebut sebenarnya sudah bisa menjadi dasar dalam memperoleh dan memahami berbagai informasi yang mereka terima. Kapasitas pengolah bisa juga didukung dengan pendidikan nonformal yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi pengolah sebagai alternatif mengganti kekurangan dalam pendidikan formal seperti pelatihan yang berhubungan dengan pengolahan ikan dan didukung oleh teknis pengolahan yang berasal dari leluhur mereka atau orang tua mereka.

KESIMPULAN

Tingkat kapasitas pengolah ikan di Limau masih rendah dan perlu di tingkatkan melalui pendidikan formal dan non formal.

SARAN

Perlu ditingkatkan pendidikan non formal dalam hal ini kegiatan pelatihan peningkatan manajemen usaha bagi pengolah ikan di Kecamatan Limau Kabupaten Tanggamus

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada lembaga penelitian dan pengabdian masyarakat Universitas Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Afrianto E, liviawaty E. 1989. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Penerbit. Kanisius. Yogyakarta.

[2] Kotler P. 1992. *Marketing*. Erlangga Jakarta.

[3] Nurfitriana N. 2016. *Perilaku Kewirausahaan Pelaku Usaha Pempek Skala Industri Mikro dan Kecil di Kota Palembang*. Tesis. IPB.

[4] Suryaningrum DT. 2008. Ikan Patin: Peluang Ekspor, Penanganan Pascapanen, dan Diversifikasi Produk Olahannya. *Jurnal Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*.

[5] Subagio, H. 2008. *Peran kapasitas petani dalam mewujudkan keberhasilan usahatani: Kasus petani sayuran dan padi di Kabupaten Malang dan Pasuruan, Provinsi Jawa Timur*. (Disertasi). Departemen Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.

[6] Utami H. N. 2007. *Keberdayaan, Kemajuan dan Keberlanjutan Usaha*

Pengrajin: Kasus Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Magetan Provinsi Jawa Timur. Disertasi. IPB

[7] Wijaya HC, Kristanto A, Indriastanti F, YK Ariebowo. 2009. *Standarisasi dan Legislasi Pangan. Buku Materi Pokok Pang4413/2sks/Modul 1-6.* Penerbit: Universitas Terbuka.

P-69

OPTIMASI EKSTRAKSI *KONJAC GLUKOMANAN* DARI UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) DENGAN VARIASI PERBANDINGAN SERBUK UMBI PORANG: AQUADEST (PELARUT) DAN SUHU

OPTIMIZATION OF GLUCOMANIC CONJAC EXTRACTION FROM PORANG TUBER (Amorphophallus muelleri Blume*) WITH A COMPARATIVE VARIATION OF PORANG TUBER POWDER: AQUADEST (SOLVENT) AND TEMPERATURE*

Damaranie Dipahayu[1*], Galuh Gondo Kusumo[1]
[1]*Akademi Farmasi Surabaya, Ketintang Madya No.81, Surabaya*
[1]*Akademi Farmasi Surabaya, Ketintang Madya No.81, Surabaya*

[*]*d.dipahayu@akfarsurabaya.ac.id.*

Diterima 18-10-2020	Diperbaiki 24-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Umbi porang dapat dijadikan alternatif bahan pangan yang ikut menunjang ketahan pangan nasional dikarenakan memiliki nilai gizi yang tinggi yaitu mengandung senyawa Konjac Glukomanan (KGM). KGM yang optimal didapatkan melalui proses esktraksi, perbedaan komposisi serbuk umbi porang: pelarut dan suhu ekstraksi mempengaruhi nilai rendemen.Semakin tingi nilai rendemen maka semakin tinggi kadar KGM yang didapat. Pada penelitian ini dilakukan optimasi ekstraksi serbuk umbi porang dengan variasi perbandingan dengan aquadest sebagai pelarut (1:100; 1,5:100; 1: 200; 1,5:200; 1:300; 1,5:300) serta perbedaan suhu saat ekstraksi yaitu 45 ^{0}C dan 55 ^{0}C. Hasil menunjukkan bahwa nilai rendemen tertinggi dan kadar air terendah di dapatkan dari proses ekstraksi pada perbandingan serbuk umbi porang: aquadest = 1:300 dengan pemanasan suhu 55 ^{0}C.

***Kata kunci**:Umbi porang, KGM, variasi komposisi serbuk:pelarut, suhu, nilai rendemen*

ABSTRACT

Porang tuber can be used as an alternative food that supports national food strenght because it has high nutritional value, which is contain Konjac Glucomannan (KGM) compound. The optimal KGM was obtained through the extraction process, the difference in the composition of porang tuber powder: solvent and extraction temperature affects the yield value of KGM. The higher the yield value, the higher the KGM content was obtained. In this study, the optimization of porang tuber powder extraction was carried out with various comparisons of aquadest as a solvent (1: 100; 1.5: 100; 1: 200; 1.5: 200; 1: 300; 1.5: 300) and temperature differences (45 ^{0}C and 55 ^{0}C). The results showed that the highest yield value and lowest water content were obtained from the ratio of porang tuber powder: aquadest = 1: 300 and a heating temperature of 55 ^{0}C during extraction process.

***Keywords:** Porang tuber, KGM, variation of powder composition: solvent, temperature, yield value*

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan hal penting di dunia, saat ini menyediakan alternatif pangan menjadi perhatian tersendiri. Bahan pangan yang termasuk dapat meningkatkan ketahanan pangan tidak hanya dapat membuat kenyang namun juga harus mengandung nutrisi yang diperlukan tubuh [1]

Tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) selanjutnya dinamakan umbi porang, mengandung oligosakarida yaitu senyawa gula sederhana yang mengandung 2-10 monomers yang memiliki manfaat sebagai probiotik, meningkatkan penyerapan kalsium, meningkatkan imunitas tubuh, rendah kalori dan kaya akan serat [1] . Umbi porang mengandung kristal kalsium oksalat sehingga

proses ekstraksi mampu menghilangkan zat tersebut dan menghasilkan senyawa yang disebut glukomanan

Kandungan glukomanan pada umbi porang dikenal dengan nama *Konjac Glucomannan* (KGM). KGM mengandung oligosakarida. KGM adalah serat makanan polisakarida larut yang rendah kalori dan banyak digunakan dalam makanan, minuman maupun suplemen gizi [2]

Untuk mendapatkan KGM dari umbi porang, harus dilakukan ekstraksi, beberapa penelitian terdahulu menyebutkan, glukomanan dengan pelarut air dan memperoleh hasil 72,54%, sedangkan dengan pelarut etanol diperoleh hasil 64,67% [3] . Serbuk porang hasil perlakuan terbaik tidak lolos ayakan 100 mesh ini memiliki rerata kadar rendemen 66,75% dengan kadar glukomanan 70,35% dan yang lolos ayakan 100 mesh memiliki rerata kadar rendemen 33,39% dengan kadar glukomanan 56,44% [4] . Semakin besar nilai rendemen maka semakin tinggi nilai kadar glukomanan. KGM berupa tepung dimana kadar kelembapan menjadi spesifikasi kualitas yang harus dievaluasi.

Untuk mendapatkan nilai rendemen yang optimal perlu dilakukan optimasi perbandingan pelarut dan serbuk umbi porang serta cara ekstraksi yang tepat.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan adalah Umbi porang berusia 2 tahun dari desa Klangon, Madiun, Indonesia, etanol p.a, aquadest. **Alat** yang digunakan adalah peralatan gelas pyrex, oven Memmert, blender Miyako, Timbangan digital ACIS 300 i, *Moisture Analyzer AMB50.*

Umbi porang dipotong irisan tipis (*chips*) dan dikeringkan secara dianginkan dengan terkena sinar matahari secara langsung. *Chips* kering diblender hingga berbentuk serbuk dan diayak dengan ayakan mesh 100 [5]

. Eksraksi dilakukan pada suhu 45°C dan 55°C selama 60 menit. Perbandingan serbuk umbi porang : aquadest (pelarut) yaitu 1 : 100; 1,5 : 100; 1 : 200; 1,5 : 200; 1 : 300; dan 1,5 : 300.

Filtrat dan residu dipisah menggunakan kertas saring. Filtrat kemudian ditambahkan dengan etanol dengan perbandingan filtrat-alkohol 1 : 1. Endapan yang muncul disaring dengan kertas saring dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C hingga kering [5]. Hasil ditimbang dan dihitung persen rendemen tepung KGM dan kadar kelembapan. Uji kadar kelembapan menggunakan alat *Moisture Analyzer AMB50.* Pada penelitian ini juga akan dilihat organoleptis meliputi warna, rasa, bau dan tekstur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi tepung konyak glukomanan ini menggunakan metode infusa pada suhu 45ºC dan 55ºC. Di awal pencampuran (saat pemanasan) terbentuk campuran keruh putih pucat. Setelah pemanasan, campuran kemudian disaring dalam keadaan panas sehingga diperoleh filtrat porang yang berupa larutan berwarna kecoklatan. Proses penyaringan panas ini dilakukan untuk meminimalisir tersaringnya gluomanan yang mulai membentuk cairan kental yang sulit disaring pada suhu dingin

Selanjutnya dilakukan proses presipitasi terhadap filtrat porang dengan menambahkan etanol p.a. 96% (1:1), hingga didapatkan endapan konyak glukomanan berwarna putih pucat yang terpisah dari pelarutnya. Penambahan etanol dimaksudkan untuk mengendapkan kembali glukomanan yang terlarut selama proses ekstraksi [6]. Pemakaian etanol pro analisa 96% pada proses presipitasi dipilih karena memiliki kemurnian yang tinggi sehingga dengan sempurna dapat mengendapkan kembali glukomanan [6].



a. b. c.

Gambar 1. Larutan sampel, (b) Hasil proses ekstraksi, dan (c) Hasil proses presipitasi



a. b.

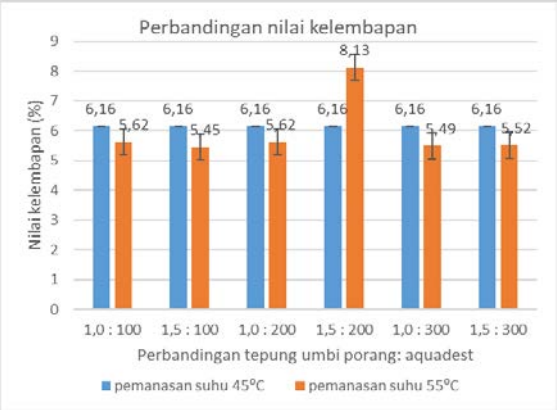
Gambar 2 : (a) Residu Penyaringan Proses Presipitasi dan (b) Ekstrak Kering



Gambar 3. Perbandingan nilai rendemen tepung KGM

Pada gambar 3, terlihat bahwa ekstraksi dengan suhu yang lebih tinggi mampu menarik glukomanan lebih maksimal, dikarenakan peningkatan suhu akan membantu terlarutnya KGM [6].

Pada metode ekstraksi pemanasan suhu 55 °C, nilai rendemen selalu lebih tinggi pada jumlah serbuk umbi porang yang lebih sedikit dengan jumlah aquadest yang sama, hal ini dapat diperhatikan pada gambar 3, rendemen 1,0: 100 > 1,5: 100; rendemen 1: 200 > 1,5: 200 dan rendemen 1: 300 > 1,5:300. Semakin besar jumlah pelarut polar (aquadest) yang ada saat proses ekstraksi maka kelarutan KGM juga meningkat [7].



Gambar 4. Perbandingan nilai kelembapan tepung KGM

Pada gambar 4, terlihat bahwa seluruh sampel menunjukkan nilai persen kelembapan yang memenuhi persyaratan yaitu < 13 %, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses pengeringan berjalan dengan optimal [8]. Pada metode ekstraksi pemanasan suhu 55 °C, nilai kelembapan paling rendah ditunjukkan oleh perbandingan serbuk umbi porang : aquadest yaitu 1 : 300.

Pada penelitian ini juga dilihat hasil organoleptis tepung KGM yang dihasilkan dari berbagai perbandingan sebuk umbi porang : pelarut aquadest pada saat proses ekstraksi, pada suhu yang berbeda yaitu suhu 45 ^{0}C dan suhu 55 ^{0}C. Hasil organoleptis tepung KGM, disajikan pada tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Hasil organoleptis tepung KGM pada semua perbadingan serbuk umbi porang : aquadest

Suhu Ekstraksi	Parameter			
	Warna	Bau	Rasa	Tekstur
45 □C	Coklat muda	Khas konyak (umbi)	Tidak berasa	Halus
55 □C	Coklat muda	Khas konyak (umbi)	Tidak berasa	Halus

Pada tabel 1 tersebut terlihat bahwa dari segi bau, rasa dan tekstur telah memenuhi persyaratan organoleptis, sehingga tepung KGM selanjutnya dapat dibuat menjadi makanan olahan tanpa mempengaruhi rasa asli bahan pangan yang akan diolah.

Dari segi warna, tepung KGM dari umbi porang yang berasal dari desa Klangon (Madiun) ini, berwarna coklat muda, sehingga bila diolah menjadi produk makanan akan menjadi kurang menarik. Namun demikian dapat diatasi dengan penambahan pewarna alami makanan.

Warna coklat adalah warna khas dari umbi porang dengan famili (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang ada di Indonesia, berbeda famili berbeda warna yang dihasilkan. Di Jepang, warna umbi konjac mayoritas berwarna putih sehingga tepung KGM yang dihasilkan juga berwarna putih.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perbandingan tepung umbi porang : aquadest (pelarut) = 1 : 300 dengan pemanasan suhu 55 °C, merupakan metode ekstraksi tepung KGM yang paling optimal karena memberikan hasil nilai rendemen paling tinggi dan nilai kelembapan paling rendah.

SARAN

Disarankan untuk dilakukan uji kadar glukomanan untuk memastikan bahwa apakah linier dengan persen rendemen. Selain itu perlu dilakukan uji karakteristik tepung KGM lainnya seperti viskositas dan sifat alir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Akademi Farmasi Surabaya atas pendanaan penelitian internal kampus sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Thontowi, M. G. Yudha, dan P. Putranto, "Potensi Umbi Porang (Amorphophallus muelleri Blume) sebagai Pangan Fungsional untuk Menunjang Ketahanan Pangan Indonesia | Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia," in *Prosiding Olimpiade Karya Tulis Inovatif (OKTI II) 2011. PPI Prancis. Paris, 8-9th October 2011. p: 9.*, 2012, Diakses: Okt 11, 2020. [Daring]. Tersedia pada: http://lipi.go.id/publikasi/potensi-umbi-porang-amorphophallus-muelleri-blume-sebagai-pangan-fungsional-untuk-menunjang-ketahanan-pangan-indonesia/6229.

[2] L. M. Dewi *et al.*, "IDE NTIFIKASI SENYAWA GLUKOMANNAN PADA UMBI PORANG (Amorphophallus muerelli blume) DARI DESA KLANGON KECAMATAN SARADAN KABUPATEN MADIUN," *Repository Akfar*, 2015. http://repository.akfarsurabaya.ac.id/15/1/ARTIKEL ILMIAH_13514029_LARAS MUSTIKA DEWI.pdf (diakses Okt 11, 2020).

[3] N. Aryanti, D. Kharis, dan Y. Abidin, "EKSTRAKSI GLUKOMANAN DARI PORANG LOKAL (Amorphophallus oncophyllus dan Amorphophallus muerelli blume)," 2015.

[4] S. Bambang Widjanarko, E. Widyastuti, dan F. I. Rozaq, "Pengaruh Lama Penggilingan Tepung Porang Metode Ball Mill-Rozaq, dkk," Sep 2015. Diakses: Okt 11, 2020. [Daring]. Tersedia pada: https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/208.

[5] S. Koswara, "PENGOLAHAN TALAS. Ir. Sutrisno Koswara, MSi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan dan Seafast Center IPB PDF Free Download," 2013. https://docplayer.info/71011584-Pengolahan-talas-ir-sutrisno-koswara-msi-departemen-ilmu-dan-teknologi-pangan-dan-seafast-center-ipb-2013.html (diakses Okt 11, 2020).

[6] N. Harijati, S. Indriyani, dan R. Mastuti, "Pengaruh Temperatur Ekstraksi Terhadap Sifat Fisikokimia Glukomanan Asal Amorphophallus muelleri Blume Nunung," *Nat. B*, vol. 2, no. 2, hal. 128–133, 2013.

[7] K. Dwiyono, "Perbaikan Proses Pengolahan Umbi Iles-iles (Amorphophallus muelleri Blume) unruk agroindustri glukomannan," *[Skripsi]. Bogor (ID): institut pertanian bogor.*, 2014. https://adoc.pub/perbaikan-proses-pengolahan-umbi-iles-iles-amorphophallus-mu.html (diakses Okt 11, 2020).

[8] S. Bwidjanarko, "konjac flour | FEIN, FOOD ENERGY INFO," *Wordpress*, 2008. https://simonbwidjanarko.wordpress.com/tag/konjac-flour/ (diakses Okt 11, 2020).

P-72

PARTISIPASI PETANI PADA DEMONSTRASI AREA BUDIDAYA TANAMAN SEHAT PADI DI KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU

(FARMER PARTICIPATION IN THE DEMONSTRATION AREA OF HEALTHY RICE CULTIVATION AT GADINGREJO SUBDISTRICT OF PRINGSEWU REGENCY)

Citra Aprilia[1*], Indah Listiana[2], Rio Tedi Prayitno[3]
[1,2,3]Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

[*]E-mail: citraaaprilia12@gmail.com

Diterima 09-10-2020	Diperbaiki 12-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Peningkatan produksi padi terhambat oleh OPT. Pengelolaan budidaya pertanian perlu dikelola dengan baik. Oleh karena itu, pemerintah mengadakan pelaksanaan kegiatan Demonstrasi Area (Dem area) Budidaya Tanaman Sehat Padi.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat partisipasi petani pada Dem AreaTanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu, dan mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan tingkat partisipasi petani pada Dem area Budidaya Tanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Maret 2020. Responden penelitian ini adalah 48 petani anggota kelompok tani yang tergabung dalam Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu. Penentuan sampel secara purposive. Penelitian ini merupakan penelitian survey dan data dianalisis menggunakan Rank Spearman dan secara deskriptif. Umur responden rata-rata 50,75 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat partisipasi petani berada pada kategori cukup baik atau sedang. Faktor yang berhubungan dengan partisipasi tingkat pendidikan dan jumlah tanggungan keluarga.

Kata kunci** : **dem area, faktor, partisipasi

ABSTRACT

The increase in rice production is hampered by OPT. Agricultural cultivation management needs to be managed properly. Therefore, the government held a Demonstration Area (Dem area) of Healthy Rice Cultivation.The purpose of this research the level of farmer participation in the Dem Area of Healthy Rice Cultivation at Gadingrejo Subdistrict of Pringsewu Regency, and the factors associated with level of farmer participation in the Dem Area of Healthy Rice Cultivation at Gadingrejo Subdistrict of Pringsewu Regency. This research was conducted at Gadingrejo Subdistrict of Pringsewu Regency. Data of this research were collected in March 2020. The respondents are 48 farmers members of farmer groups joining the Dem Area of Healthy Rice Cultivation at Gadingrejo Subdistrict of Pringsewu Regency. Determination of the sample purposive. This research is a survey and data are analyzed using Rank Spearman and descriptively. The average age of the respondents was 50,75 years. The results showed that the level of farmer participation is in a pretty good or moderate category. Factors related to the level of education and the number of family dependents.

Keywords : dem area, factors, participation

PENDAHULUAN

Kebutuhan utama manusia yang berasal dari sektor pertanian antara lain sandang, pangan, dan papan. Perkembangan pertanian di Indonesia tidak dapat dilepaskan dari perkembangan upaya pemenuhan bahan pangan nasional. Terpenuhinya kebutuhan pangan di Indonesia merupakan hal mutlak yang harus dilakukan oleh pemerintah.

Padi merupakan tanaman pangan sebagai makanan pokok bangsa Indonesia. Itulah sebabnya produksi padi sangat perlu untuk ditingkatkan. Peningkatan produksi padi dipengaruhi oleh faktor penggangu yang dapat berakibat pada penurunan produksi. Rata-rata kehilangan hasil tanaman padi yang terjadi yaitu karena serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) sekitar 30 persen dan kehilangan hasil oleh gangguan hama sekitar 20 – 25 persen setiap tahun (Untung, 2006)[9]. Selain itu, kegiatan budidaya padi intensif mengakibatkan meningkatkan serangan OPT. Organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan atau menyebabkan kematian tumbuhan. Dasar hukum pengendalian OPT diaturdalam Keputusan Direktur Jenderal Tanaman Pangan Nomor 53/Hk.310/C/8/2012 tentang Pedoman Rekomendasi Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) Tanaman Serealia. Beberapa OPT padi khususnya adalah werengbatang coklat (WBC), Kerdil Rumput/Kerdil Hampa, Penggerek Batang Padi (PBP), blast, kresek (BLB) dan tungro (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2019)[3].

Pengelolaan budidaya pertanian perlu dikelola dengan baik guna mencukupi kebutuhan manusia khususnya kebutuhan pangan (padi) yang terbatas dewasa ini. Pengelolaan untuk mencukupi kebutuhan pangan ini mengakibatkan Pemerintah Indonesia melalui Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian mengadakan program pelaksanaan kegiatan yang disebut Demonstrasi Area (dem area) Budidaya Tanaman Sehat Padi. Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi merupakan percontohan penerapan budidaya tanaman sehat komoditas padi dalam bentuk Demonstrasi Area (Dem Area). Selain percontohan penerapan budidaya tanaman sehat, dem area budidaya tanaman sehat padi juga sebagai mediator dalam pemberian bantuan sarana produksi.

Tanah sebelum dilakukan penanaman sebaiknya dilakukan pengolahan tanah terlebih dahulu. Hal tersebut merupakan upaya mengembalikan kondisi kesuburan tanah dan meningkatkan kualitas tanah. Hal yang perlu dilakukan dalam budidaya tanaman sehat antara lain pengolahan tanah secara baik dan benar serta pemupukan untuk mengembalikankesuburan tanah. Pemberian pupuk organik dan kapur dolomit diupayakan untuk mengembalikan pH tanah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman padi. Salah satunya yang dapat dilakukan untuk mengembalikan pH tanah asam agar sesuai dengan syarat tumbuh tanaman padi, yaitu dengan pemberian kapur dolomit. Selain itu, pemberian kapur dolomit dan pupuk organik juga mampu memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah sehingga dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap serangan OPT. Oleh karena itu, perlu dilaksanakan pengendalian OPT melalui dem area budidaya tanaman sehat padi.

Pelestarian lingkungan perlu diupayakan terutama dalam pengendalian OPT. Adapun tekniknya yaitu teknik pengendalian OPT yang terfokus pada prinsip bahwa sistem pengendalian di suatu wilayah dapat dilakukan secara cepat, tepat, efektif dan efisien serta berwawasan lingkungan. Dem area budidaya tanaman sehat padi terdiri dari pelestarian musuh alami untuk menekan perkembangan serangan OPT padi (Sudewi S, Ala A,Baharuddin, dan Farid M 2020)[6].

Dem area budidaya tanaman sehat padi dilaksanakan melalui dukungan dana dari Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian dalam bentuk benih padi, dolomit, dan obat-obatan (pestisida nabati, herbisida nabati, dan lainnya). Selain itu, adapula bantuan berupa uang yang digunakan untuk pembelian sarana produksi lainnya. Dem area budidaya tanaman sehat padi dikelola oleh kelompok tani (poktan)/ gabungan kelompok tani (gapoktan) dan didampingi oleh petugas pusat dan daerah. Dem area budidaya tanaman sehat padi telah dilaksanakan sejak 2018 dan pelaksanaannya di daerah sentra produksi padi yang potensial/endemis OPT di 20 provinsi di Indonesia termasuk Provinsi Lampung. Lampung adalah daerah sentra produksi padi di Indonesia. Berdasarkan Statistik Pertanian 2018, luas panen padi di Provinsi Lampung dalam lima tahun terakhir 2013-2017 mengalami peningkatan. Luas panen tertinggi

terjadi pada tahun 2017 yaitu sebesar 839.750 ha dengan tingkat pertumbuhan sebesar 5,39 persen.Kabupaten Pringsewu memiliki produktivitas padi yang cukup tinggi dengan jumlah produktivitas sebesar 125.902 ku/ha. Hal tersebut berarti produktivitas padi di Kabupaten Pringsewu dapat dijadikan salah satu tujuan lokasi penelitian ini. Kabupaten Pringsewu adalah sentra produksi padi di Provinsi Lampung.

Pelaksanaan Program Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi tersebut tidak dapat berjalan tanpa adanya faktor-fakor pendukung. Salah satu faktor pendukung tersebut adalah partisipasi dari petani. Partisipasi dari petani menjadi bagian terpenting dalam keberlangsungan suatu program, termasuk dalam hal ini ialah Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi. Partisipasi petani pada dem area budidaya tanaman sehat padi pada penelitian ini merujuk pada Adisasmita (2006)[1], partisipasi pada perencanaan dan pelaksanaan. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian tentang Partisipasi Petani pada Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu.

Berdasarkan uraian tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat partisipasi petani pada program Demonstrasi Area (dem area)Budidaya Tanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu,dan mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan partisipasi petani pada dem area budidaya tanaman sehat padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu.

Tinjauan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu Anggraini (2018)[1], tingkat partisipasi petani pada program PUPM di Kecamatan Palas Kabupaten Lampung Selatan secara keseluruhan termasuk ke dalam kasifikasi rendah. Faktor-faktor yang berhubungan nyata dengan tingkat partisipasi petani pada program PUPM adalah tingkat pengetahuan petani tentang Program PUPM, frekuensi komunikasi petani, dan kekosmopolitan petani. Maulidiawati (2018)[2], menjelaskan bahwa rata-rata tingkat partisipasi terhadap program Upsus Pajale di Kecamatan Rawa Jitu Selatan tergolong sedang (11,07%). Faktor-faktor yang berhubungan dengan tingkat partisipasi petanidalam Program UPSUS PAJALE adalah produksi, perilaku komunikasi kelompok, dan intensitas sosialisasi program.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Penelitian ini telah dilakukan pada Maret 2020. Lokasi penelitian ini dipilih secara sengaja (*purposive*) di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu dengan pertimbangan bahwa Kecamatan Gadingrejo merupakan sentral produksi padi di Kabupaten Pringsewu yang melaksanakan kegiatan dem area budidaya tanaman sehat padi. Banyaknya sampel pada penelitian ini ditentukan menggunakan rumus Yamane (dalam Kuncoro AE dan Ridwan 2008)[5] dengan perhitungan sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{N\,d^2+1} \quad \ldots\ldots\ldots\

$$rs = \frac{^{6}\sum_{i=1}^{n} di^2}{N^3 - N} \ldots\ldots\ldots\

keberhasilan setiap program sesuai dengan kemampuan. Partisipasi petani pada dem area budidaya tanaman sehat padi merujuk pada Adisasmita (2006)[1], partisipasi pada perencanaan dan pelaksanaan. Sebaran petani padi anggota kelompok tani berdasarkan partisipasi petani pada dem area dapat dilihat pada Tabel 1.Rekapitulasi partisipasi petani pada dem area budidaya tanaman sehat dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 1. Sebaran petani anggota kelompok tani berdasarkan partisipasi petani pada dem area

Indikator Partisipasi Petani	Klasifikasi	Interval kelas (skor)	Anggota Kelompok tani (%)
Perencanaan	Rendah	4,8 - 8,4	8,33
	Sedang	8,41 - 11,98	47,92
	Tinggi	11,99 - 15,58	43,75
Rata-rata			10,83
Pelaksanaan	Rendah	13,81 - 23,24	4,17
	Sedang	23,25 - 32,68	66,67
	Tinggi	32,69 - 42,12	29,17
Rata-rata			30,81

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Berdasarkan Tabel 1, partisipasi petani anggota kelompok tani pada dem area budidaya tanaman sehat padi pada indikator perencanaan dan pelaksanaan berada pada klasifikasi sedang

Tabel 2. Rekapitulasi partisipasi petani pada dem area budidaya tanaman sehat padi

Indikator Partisipasi Petani	Klasifikasi Berdasarkan Nilai Modus Interval
Perencanaan	Sedang
Pelaksanaan	Sedang

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Tabel 2 menunjukkan bahwa partisipasi petani pada dem area berada pada klasifikasi sedang untuk semua indikator. Partisipasi petani padi sawah pada dem area Budidaya Tanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu berada pada klasifikasi cukup baik atau sedang pada masing-masing indikator, baik perencanaan maupun pelaksanaan. Petani mengetahui pentingnya informasi dari penyuluh mengenai program-program yang akan dilakukan terutama dem area budidaya tanaman sehat padi. Petani dapat mengetahui bahwa budidaya secara sehat dapat mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus mencegah tanaman akan serangan OPT.

Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Partisipasi Petani pada Demonstrasi Area (Dem Area) Budidaya Tanaman Sehat Padi

Umur (X1)

Sebaran jumlah petani padi sawah berdasarkan umur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sebaran petani berdasarkan umur

Interval kelas (tahun)	Anggota Kelompok tani	
	Jumlah	(%)
30,3 - 47,4	20	41.67
47,5 - 64,6	22	45.83
64,7 - 81,7	6	12.50
Jumlah	48	100.00
Rata-rata	50,75	Dewasa

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar umur petani berada pada interval (47,5 – 64,6 tahun) atau sebanyak 22 orang responden dengan persentase sebesar 45,83 persen dengan rata-rata 50,75 tahun.

Pendidikan (X2)

Sebaran jumlah petani padi sawah berdasarkan tingkat pendidikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sebaran petani padi sawah berdasarkan tingkat pendidikan

Klasifikasi Tingkat Pendidikan	Interval kelas (tahun)	Anggota Kelompok tani	
		Jumlah	(%)
Rendah	6,00 – 9,33	28	58,33
Sedang	9,34 – 12,67	14	29,17
Tinggi	12,68 – 16,01	6	12,50
Jumlah		48	100,00
Rata-rata		9,44	Sedang

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar tingkat pendidikan anggota kelompok tani berada pada klasifikasi rendah atau sebanyak 28 orang dengan persentase sebesar 58,33 persen dengan rata-rata 9,44.

Pendapatan (X3)

Sebaran jumlah petani berdasarkan tingkat pendapatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sebaran petani padi sawah berdasarkan tingkat pendapatan

Interval kelas (Rp)	Anggota Kelompok tani	
	Jumlah	(%)
578.000,00 - 3.755.333,00	32	66,67
3.755.333,00 - 6.932.666,00	10	20,83
6.932.666,00 - 10.210.000,00	6	12,50
Jumlah	48	100
Rata-rata	3.543.331,92	Rendah

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar tingkat pendapatan anggota kelompok tani berada pada klasifikasi rendah atau sebanyak 32 orang dengan persentase sebesar 66,67 persen dengan rata-rata sebesar Rp 3.543.331,92.

Status kepemilikan lahan (X4)

Sebaran petani padi sawah berdasarkan status kepemilikan lahan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Sebaran jumlah petani padi sawah berdasarkan status kepemilikan lahan

Klasifikasi Status Kepemilikan Lahan	Anggota Kelompok tani	
	Jumlah	(%)
Bagi hasil	9	18,75
Milik Sendiri	37	77,08
Milik Sendiri, Bagi hasil	2	4,17
Jumlah	48	100,00
Rata-rata		Milik Sendiri

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar status kepemilikan lahan anggota kelompok tani berada pada klasifikasi milik sendiri atau sebanyak 37 orang dengan persentase sebesar 77,08 persen. Rata-rata status kepemilikan lahan berada pada klasifikasi milik sendiri.

Luas lahan (X5)

Sebaran petani padi sawah berdasarkan luas lahan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Sebaran petani padi sawah berdasarkan luas lahan

Interval kelas	Anggota Kelompok tani	
(ha)	Jumlah	(%)
0,25 – 0,83	45	93,75
0,84 – 1,42	2	4,17
1,43 – 2,01	1	2,08
Jumlah	48	100,00
Rata-rata	0,60	Sempit

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar luas lahan anggota kelompok tani berada pada interval 0,25 − 0,83 ha atau sebanyak 45 orang dengan persentase sebesar 93,75 persen dengan rata-rata sebesar 0,60 ha.

Jumlah tanggungan keluarga (X6)

Sebaran jumlah petani padi sawah berdasarkan jumlah tanggungan keluarga dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Sebaran petani padi sawah berdasarkan jumlah tanggungan keluarga

Klasifikasi Jumlah Tanggungan Keluarga	Interval Kelas (jiwa)	Anggota Kelompok tani	
		Jumlah	(%)
Sedikit	1 – 3,33	22	45,83
Sedang	3,34 - 5,67	23	47,92
Banyak	5,68 - 8	3	6,25
Jumlah		48	100,00
Rata-rata		3,63	

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar jumlah tanggungan keluarga anggota kelompok tani memiliki jumlah tanggungan keluarga 3 sampai 5 jiwa atau sebanyak 23 orang responden dengan persentase sebesar 47,92 persen dengan rata-rata jumlah tanggungan keluarga 4 jiwa.

Pengujian Hipotesis Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Partisipasi Petani pada Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi

Faktor-faktor yang berhubungan dengan partisipasi petani pada Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi pada penelitian ini di uji menggunakan uji korelasi *Rank Spearman*. Uji korelasi *Rank Spearman*merupakan uji yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antara variabel

bebas dan variabel terikat. Hasil analisis uji korelasi *Rank Spearman* untuk mengetahui korelasi antara faktor-faktor yang berhubungan dengan partisipasi petani pada dem area dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Koefisien korelasi faktor-faktor yang berhubungan dengan partisipasi petani pada dem area

Variabel	Koefisien Korelasi	Nilai Signifikansi
X1 : Umur	0,100	0,250
X2 : Tingkat Pendidikan	0,270*	0,032
X3 : Tingkat Pendapatan	0,093	0,264
X4 : Status Kepemilikan Lahan	-0,078	0,298
X5 : Luas Lahan	0,136	0,178
X6 : Jumlah Tanggungan Keluarga	0,273**	0,030

Sumber : Data Primer, hasil olahan penelitian 2020

Keterangan : nyata < α = 0,1;*nyata pada α = 0,05; dan **nyata pada α = 0,01

Umur

Hasil analisis korelasi *rank spearman* memperlihatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,100 dengan nilai signifikan sebesar 0,250≥ α 0,1, artinya Ho diterima dan H1 ditolak, berarti tidak terdapat korelasi yang signifikan antara umur dengan partisipasi petani pada dem area. Hal ini menunjukan bahwa semakin tinggi umur petani maka semakin rendah partisipasi petani pada dem area, dan semakin rendah umur petani dalam berusahatani maka semakin tinggi partisipasi petani pada dem area.

Umur tidak mempengaruhi bentuk kesediaan dalam bekerja mengikuti kegiatan dem area budidaya tanaman sehat padi. Sejalan dengan penelitian Amelia, Nurmayasari, dan Viantimala (2020)[2] bahwa menurut penelitian tersebut tidak ada pengaruh antara umur dengan partisipasi masyarakat dalam program Lampung *Mangrove Center*. Seluruh responden petani padi sawah anggota kelompok tani di Kecamatan Gadingrejo berada pada umur produktif, sejalan dengan penelitian Hernanda, Indriani, dan Kalsum (2017)[4]. Kategori umur produktif merupakan umur yang tepat untuk bekerja dengan optimal dan meningkatkan produktivitas kerjanya. Seseorang pada usia produktif memiliki tingkat keinginan, kemampuan dan kesiapan yang baik sehingga hal tersebut akan mempengaruhi tingkat partisipasi dalam kegiatan dem area.

Oleh karena itu, umur petani tidak berhubungan dengan partisipasi petani pada dem area. Petani yang tergolong muda lebih tinggi partisipasi pada dem area dan mengetahui bahwa budidaya secara sehat dapat mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus mencegah tanaman akan serangan OPT.

Sebaliknya, petani yang tergolong berusia tua lebih rendah partisipasi pada dem area dan takut akan dampak dari dem area menimbulkan permasalahan sosial antara petani dan buruh tani. Tingkat partisipasi yang rendah disebabkan oleh petani dan buruh tani menghindari resiko gagal panen akibat dem area tersebut, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, rata-rata petani yang sudah berusia tua berusahatani padi dengan lebih memilih mempertahankan cara budidaya konvensional seperti biasa.

Pendidikan

Hasil analisis korelasi memperlihatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,270 dengan nilai signifikan sebesar 0,032 < α 0,1, artinya Ho ditolak dan H1 diterima, berarti terdapat korelasi yang signifikan dan positif antara tingkat pendidikan dengan partisipasi petani pada dem area. Hal ini menunjukan bahwa semakin tinggi pendidikan petani maka semakin tinggi partisipasi petani pada dem area, dan semakin rendah tingkat pendidikan petani maka semakin rendah partisipasi petani pada dem area. Berarti partisipasi petani pada dem area berbeda-beda menurut tingkat pendidikan petani. Hal ini sejalan dengan penelitian Widyasti (2015)[11], bahwa ada hubungan antara tingkat pendidikan dengan partisipasi masyarakat dalam program Kali Bersih di Kalireyeng dan dinyatakan diterima atau berkorelasi.

Pendapatan

Hasil analisis korelasi rank spearman menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,093 dengan nilai signifikan sebesar 0,264 ≥ α 0,1, artinya Ho diterima dan H1 ditolak, berarti tidak terdapat korelasi yang signifikan antara tingkat pendapatan dengan partisipasi petani pada dem area. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pendapatan petani maka semakin rendah partisipasi petani pada dem area, dan semakin rendah tingkat pendapatan petani maka semakin tinggi partisipasi petani pada dem area. Sejalan dengan penelitian Suroso H (2014)[10], tidak ada hubungan yang signifikan antara pendapatan dengan keaktifan berpartisipasi masyarakat.

Status Kepemilikan Lahan

Hasil analisis korelasi *rank spearman* menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar -0,078 dengan nilai signifikan sebesar 0,298 ≥ α 0,1, artinya Ho diterima dan H1 ditolak, berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan antara status kepemilikan lahan dengan partisipasi petani pada dem area. Hal ini menunjukkan sebagian besar petani status kepemilikan lahannya adalah milik sendiri sehingga tidak mempengaruhi partisipasi petani pada dem area. Hal ini berbeda dengan penelitian Prasetyo (2014)[7], status kepemilikan lahan memiliki pengaruh nyata pada keputusan petani untuk berpartisipasi pada program AUTP.

Luas Lahan

Hasil analisis korelasi rank spearman memperlihatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,136 dengan nilai signifikan sebesar 0,178 ≥ α 0,1, artinya Ho diterima dan H1 ditolak, berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan dan positif antara luas lahan dengan partisipasi petani pada dem area. Hal ini disebabkan rata-rata petani memiliki luas lahan yang sempit sehingga tidak mempengaruhi partisipasi petani pada dem area. Berbeda dengan penelitian Utami (2019)[10] bahwa semakin luas lahan sawah milik petani maka setiap kegiatan petani dapat dilakukan dalam skala besar.

Dibandingkan dengan luas lahan garapan kelompok tani lain, luas lahan garapan petani kelompok tani ini tergolong sempit. Rata-rata luas lahan petani anggota kelompok tani yaitu 1,14 ha. Sempitnya luas lahan petani menyebabkan petani tidak mudah menyerap informasi dan menerapkan teknologi.

Jumlah Tanggungan Keluarga

Hasil analisis korelasi memperlihatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,273 dengan nilai signifikan sebesar 0,030 < α 0,1, artinya Ho ditolak dan H1 diterima, berarti terdapat korelasi yang signifikan dan positif antara jumlah tanggungan keluarga dengan partisipasi petani pada dem area. Hal ini menunjukan bahwa semakin banyak jumlah tanggungan keluarga petani maka semakin tinggi partisipasi petani pada dem area, dan semakin sedikit jumlah tanggungan keluarga petani maka semakin rendah partisipasi petani pada dem area. Oleh karena itu, artinya partisipasi petani pada dem area berbeda-beda menurut jumlah tanggungan keluarga petani.

Semakin banyak jumlah tanggungan petani maka tingkat partisipasi akan semakin tinngi karena terdorong oleh kebutuhan yang mempengaruhi partisipasi dalam meningkatkan pendapatan terutama untuk memenuhi kebutuhan akan banyaknya jumlah tanggungan keluarga.

KESIMPULAN

Partisipasi petani padi sawah pada dem area Budidaya Tanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu berada pada klasifikasi cukup baik atau sedang pada masing-masing indikator, baik perencanaan maupun pelaksanaan. Petani mengetahui pentingnya informasi dari penyuluh mengenai program-program yang akan dilakukan terutama dem area budidaya tanaman sehat padi. Petani dapat mengetahui bahwa budidaya secara sehat dapat mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus mencegah tanaman akan serangan OPT.

Faktor-faktor yang berhubungan nyata dengan partisipasi petani pada dem area Budidaya Tanaman Sehat Padi di Kecamatan Gadingrejo yaitu tingkat pendidikan dan jumlah tanggungan keluarga, sedangkan umur, tingkat pendapatan, luas lahan dan status kepemilikan lahan tidak berhubungan nyata dengan partisipasi petani pada dem area di Kecamatan Gadingrejo.

Semakin tinggi tingkat pendidikan maka semakin tinggi partisipasi petani pada dem area, dan semakin rendah tingkat pendidikan petani maka semakin rendah partisipasi petani. Semakin banyak jumlah tanggungan petani maka tingkat partisipasi akan semakin tinggi karena terdorong oleh kebutuhan anggota keluarga yang mempengaruhi partisipasi dalam meningkatkan pendapatan terutama untuk memenuhi kebutuhan akan banyaknya jumlah tanggungan keluarga.

SARAN

Partisipasi petani sudah cukup baik dalam menjalankan kegiatan dem area budidaya tanaman sehat padi, namun belum mencapai hasil yang maksimal. Kegiatan dem area ini baru pertama kali dilaksanakan, sehingga manfaat yang dihasilkan dari kegiatan dem area ini belum dirasakan oleh petani padi sawah di Pekon Wonodadi Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu. Untuk itu penyuluh harus melakukan pelatihan

bagi petani terkait kegiatan dem area budidaya tanaman sehat padi.

Saran untuk penelitian lainnya, diharapkan peneliti lain mampu meneliti atribut-atribut lain yang terkait keberlanjutan kegiatan dem area budidaya tanaman sehat padi yang belum dimasukkan ke dalam model penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Adisasmita. 2006. Pembangunan Pedesaan dan Perkotaan. Graha Ilmu. Yogyakarta

[2] Amelia, Nurmayasari, Viantimala. 2020. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Partisipasi Masyarakat dalam Program Lampung Mangrove Center (LMC) di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *JIIA, Volume 8 No. 2*. Universitas Lampung.

[3] Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2018. *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Dem Area Budidaya Tanaman Sehat Padi*. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.

[4] Hernanda, Indriani, dan Kalsum. 2017. Pendapatan dan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Padi di Desa Rawan Pangan. *JIIA, Volume 15. No. 3.* Universitas Lampung

[5] Kuncoro, E.A. dan Ridwan. 2008. *Cara Menggunakan dan Memakai Analisis Jalur*. Alfabeta. Bandung.

[6] Mubyarto. 1997. *Ekonomi Rakyat, Program IDT, dan Demokrasi Ekonomi Indonesia*. Aditya Media. Yogyakarta.

[7] Prasetyo, Kunandar. 2019. Faktor yang Mempengaruhi Partisipasi Petani pada Program Asuransi Usahatani Padi di Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor

[8] Siegel, S. 1997. *Statistik Non Parametrik.* PT Gramedia. Jakarta

[9] Untung. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

[10] Utami, Hasanuddin, dan Nurmayasari. 2019. Partisipasi Petani dalam Program Bioindustri Berbasis Integrasi Padi dan Sapi di Desa Poncokresno Kecamatan Negeri Katon Kabupaten Pesawaran. *JIIA, Volume 7 No 1*. Universitas Lampung

[11] Widyasti. 2015. Hubungan Antara Tingkat Pendidikan dengan Tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Program Kali Bersih di Bantaran Kalireyeng Kelurahan Kebondalem Kecamatan Kendal. *Edu Geography. Volume 3, No. 6*. Universitas Negeri Semarang.

P-73

ANALISIS FAKTOR – FAKTOR MANAJEMEN PEMBIAYAAN PROYEK YANG DIKERJAKAN KONTRAKTOR PADA PROYEK KONSTRUKSI DI TANGERANG

ANALYSIS OF PROJECT FINANCING MANAGEMENT FACTORS WORKED BY CONTRACTORS IN CONSTRUCTION PROJECTS IN TANGERANG

Manlian Ronald. A. Simanjuntak[1*], Victor[2]
1,2 Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang

**E-mail: victor.vr1996@gmail.com*

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 19-10-2020	Disetujui 07-12-2020

ABSTRAK

Pada dasarnya proyek konstruksi di Indonesia dari waktu ke waktu semakin berkembang, hal ini dapat dilihat dari semakin banyaknya pembangunan yang dilakukan di Indonesia, sesuai dengan Nawa Cita pemerintah periode 2014-2019 salah satunya poinnya tentang Membangun Indonesia dari pinggiran dengan memperkuat daerah-daerah dan desa dalam kerangka negara kesatuan. Hal ini terus dilanjutkan dalam Nawa Cita Jilid II di pemerintahan periode 2019-2024, yakni pembangunan infrastruktur yang akan terus dilanjutkan untuk mendukung aktivitas rakyat, termasuk untuk mendukung pengembangan perekonomian dan kemudahan aksesibilitas. Oleh karena itu, banyak perusahaan konstruksi di Indonesia yang saat ini berkembang dengan pesat, akibat program pembangunan infrastruktur yang dicanangkan oleh pemerintah dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini juga yang menyebabkan munculnya permasalahan baru, seperti pembiayaan proyek yang akan sangat besar. Disinilah manejemen pembiayaan proyek sangatlah dibutuhkan dari perencanaan proyek hingga akhir proyek, hal ini bertujuan untuk menghitung segala faktor – faktor yang dapat mempengaruhi kinerja kontraktor pada sebuah proyek konstruksi Penelitian ini dilakukan untuk membantu para kontraktor dalam menganalisis faktor – faktor yang dapat membantu dalam manajemen pembiayaan proyek dalam sebuah proyek konstruksi, penelitian ini diharapkan agar dapat memberikan dampak positif bagi para kontraktor untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang akan timbul dikemudian hari akibat kurangnya pemahaman dalam manajemen pembiayaan sebuah proyek. Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif, karena dapat menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat. Dalam metode penelitian ini, studi literatur dilakukan terhadap jurnal – jurnal yang relevan selama 10 tahun terakhir. Dari studi literatur yang dilakukan, diambil faktor – faktor serta variabel – variabel yang dapat mempengaruhi manajemen pembiayaan proyek konstruksi. Dari hasil penelitian serta studi literatur yang dilakukan terhadap faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek, penerapan manajemen pembiayaan proyek harus diterapkan dari fase perencanaan, fase implementasi, fase kontrol, hingga fase jaminan sosial.

Kata kunci : manajemen pembiayaan proyek, perencanaan biaya, implementasi biaya, pengendalian biaya, biaya jaminan sosial.

ABSTRACT

Construction projects in Indonesia are more developed from time to time, this can be seen from the increasing number of developments carried out in Indonesia, according to the government's Nawa Cita for the 2014-2019 period, one of the points is about Building Indonesia from the periphery with areas and villages within unitary state framework. This continues to be developed in Nawa Cita Volume II in the 2019-2024 period, namely infrastructure development that will continue to be developed to support people's activities, including to support economic development and accessibility. Therefore, many construction companies in Indonesia are currently growing

rapidly, as a result of the infrastructure development programs launched by the government in recent years. This also causes new problems, such as project financing will be very large. This is where project financing management is needed from project planning to the end of the project, it aims to calculate all the factors that can affect the performance of the contractor on a construction project. In a construction project, this research is expected to have a positive impact on contractors to overcome problems that will arise during the day when there is less understanding in the management of project financing. The method used in this study uses descriptive methods, because it can describe systematically the research facts and objects and subjects studied appropriately. In this research method, literature studies are carried out on relevant journals during the last 10 years. From the literature study conducted, factors and variables that can influence construction project management are taken. From the research and literature studies conducted on project financing management factors, project management implementation must be applied from the planning phase, the implementation phase, the control phase, to the social security phase.

Keywords : project financing management, cost planning, cost implementation, cost control, cost assurance

PENDAHULUAN

Pada dasarnya proyek konstruksi di Indonesia dari waktu ke waktu semakin berkembang, hal ini dapat dilihat dari semakin banyaknya pembangunan yang dilakukan di Indonesia, sesuai dengan Nawa Cita pemerintah periode 2014-2019 salah satunya poinnya tentang Membangun Indonesia dari pinggiran dengan memperkuat daerah-daerah dan desa dalam kerangka negara kesatuan. Hal ini terus dilanjutkan dalam Nawa Cita Jilid II di pemerintahan periode 2019-2024, yakni pembangunan infrastruktur yang akan terus dilanjutkan untuk mendukung aktivitas rakyat, termasuk untuk mendukung pengembangan perekonomian dan kemudahan aksesibilitas. Hal ini tertuang dalam Rancangan Teknokratik mengenai Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024 : Indonesia Berpenghasilan Menengah – Tinggi yang Sejahtera, Adil, dan Berkesinambungan.

Oleh karena itu, banyak perusahaan konstruksi di Indonesia yang saat ini berkembang dengan pesat, akibat program pembangunan infrastruktur yang dicanangkan oleh pemerintah dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini juga yang menyebabkan munculnya permasalahan baru, salah satunya seperti masalah dalam pembiayaan proyek yang memberikan dampak sangat besar terhadap keberhasilan sebuah proyek. Disinilah manejemen pembiayaan proyek sangatlah dibutuhkan dari awal perencanaan proyek hingga akhir penyelesaian proyek, hal ini bertujuan agar para kontraktor dapat memperhitungkan secara matang terhadap segala faktor – faktor yang dapat mempengaruhi manajemen pembiayaan kontraktor pada sebuah proyek konstruksi.

Penelitian ini dilakukan untuk membantu para kontraktor dalam menganalisis faktor – faktor yang dapat membantu dalam manajemen pembiayaan proyek dalam sebuah proyek konstruksi, penelitian ini diharapkan agar dapat memberikan dampak positif bagi para kontraktor untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang akan timbul di kemudian hari akibat kurangnya pemahaman dalam manajemen pembiayaan sebuah proyek.

Ruang lingkup dan batasan penelitian ini dilakukan untuk menganalisis faktor – faktor menajemen pembiayaan proyek yang dikerjakan kontraktor pada proyek konstruksi di Tanggerang, sehingga batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini diambil dari faktor – faktor yang sebelumnya telah digunakan pada jurnal – jurnal yang sebelumnya telah diteliti, yang kemudian dijadikan sebagai batasan penelitian. Selain itu, penelitian ini akan membahas secara khusus mengenai manajemen pembiayaan proyek dari tahap awal hingga tahap akhir sebuah proyek, serta akan membahas secara komprehensif mengenai peran kontraktor dalam manajemen pembiayaan proyek konstruksi.

Rumusan masalah yang digunakan dalam penulisan ini, diambil berdasarkan permasalahan yang sering terjadi di dunia konstruksi, seperti pertanyaan mengenai peran kontraktor dalam pelaksanaan konstruksi yang dikaji dalam penelitian ini, faktor - faktor manajemen pembiayaan proyek yang dikerjakan kontraktor dalam penelitian ini, dan hasil analisis faktor - faktor manajamen pembiayaan proyek terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan yang dikaji dalam penelitian ini.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apa saja peran kontraktor dalam usaha pelaksanaan konstruksi, menganalisis faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek yang dikerjakan kontraktor pada proyek konstruksi di Tanggerang, membandingkan hasil analisis faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan, dan memberikan saran kepada kontraktor mengenai bagaimana manajemen pembiayaan proyek yang tepat bagi kontraktor.

Manajemen proyek konstruksi, definisi proyek adalah usaha sementara yang yang dilakukan untuk menciptakan produk, jasa/layanan, atau hasil yang unik. Manajemen proyek adalah penerapan pengetahuan, kemampuan, alat, dan teknik untuk kegiatan proyek dalam memenuhi persyaratan proyek. [1]

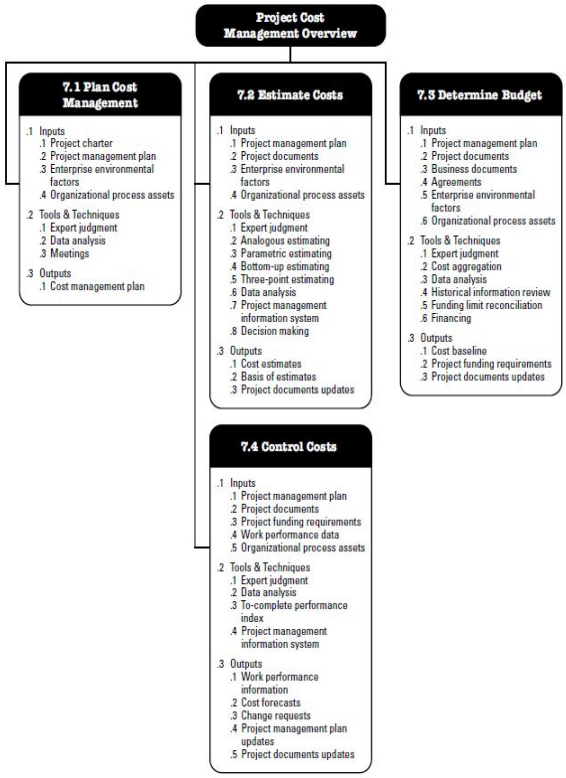
Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup mutu, jadwal, dan biaya serta memenuhi keinginan pada *stake holder*. [1]

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, mengarahkan dan mengontrol sebuah sumber daya perusahaan untuk tujuan jangka pendek, yang telah ditetapkan untuk menyelesaikan tujuan dan target yang sudah ditentukan. [2]

Manajemen proyek menginginkan adanya penanggung jawab tunggal yang berfungsi sebagai pusat sumber informasi yang berkaitan dengan proyek, integrator, dan coordinator semua kegiatan dan peserta sesuai kepentingan dan prioritas proyek. [3]

Beberapa fungsi dari manajemen proyek (Dimyati dan Nurjaman, 2014) dibagi menjadi empat 4 bagian, yaitu fungsi perencanaan (*planning*), fungsi organisasi (*organizing*), fungsi pelaksanaan (*actuating*), dan fungsi pengendalian (*controlling*), dimana secara garis besar manajemen proyek itu sendiri dimulai dari awal hingga akhir proyek. Fungsi perencanaan bertujuan dalam pengambilan keputusan yang mengelola data dan informasi yang dipilih untuk dilakukan di masa mendatang, seperti menyusun rencana jangka panjang dan jangka pendek, dan lain – lain. Fungsi organisasi bertujuan untuk mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang memiliki aktifitas masing – masing dan saling berhubungan, dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mencapai tujuan organisasi, seperti menyusun lingkup aktivitas – lain. Fungsi pelaksanaan bertujuan untuk menyelaraskan seluruh pelaku organisasi terkait dalam melaksanakan kegiatan/proyek, seperti pengarahan tugas serta motivasi, dan lain – lain. Fungsi pengendalian bertujuan untuk mengukur kualitas penampilan dan penganalisisan serta pengevaluasian kegiatan, seperti memberikan saran – saran perbaikan, dan lain – lain.

Faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek, menurut *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK):



Gambar 1. *Project Cost Management Overview* (PMBOK edisi ke 6 2017)

Secara umum berdasarkan PMBOK, *project cost management* dibagi menjadi 4 bagian utama, yaitu : *plan cost management, estimate cost, determine budget,* dan *control cost.*

Biaya adalah semua atau seluruh sumber daya yang harus dikorbankan untuk mencapai tujuan specifik atau untuk mendapatkan sesuatu sebagai penggantinya. Biaya pada umumnya diukur dalam satuan keuangan berupa rupiah, dolar dan lain sebagainya. Sedangkan, manajemen biaya proyek adalah suatu proses atas kegiatan yang diperlukan untuk memastikan bahwa proyek akan dapat diselesaikan dalam suatu anggaran yang telah disetujui.

Beberapa konsep manajemen proyek, yaitu menginginkan adanya penanggung jawab tunggal yang berfungsi sebagai pusat sumber informasi yang berkaitan dengan proyek, integrator, dan koordinator, semua kegiatan dan peserta sesuai kepentingan dan prioritas proyek.

Manajemen proyek dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan keterkaitan yang erat antara perencanaan dan pengendalian. Hal ini terutama disebabkan akibat cepatnya perubahan kegiatan dan berlangsung hanya sekali. [3]

Beberapa proses yang mempengaruhi manajemen biaya proyek, seperti perencanaan sumber daya bertujuan untuk menentukan sumber daya apa saja yang digunakan dan berapa jumlahnya. Estimasi biaya (*cost estimating*) bertujuan untuk menyusun suatu perkiraan biaya-biaya dan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Penganggaran biaya (*cost budgeting*) bertujuan untuk membuat suatu alokasi perkiraan biaya secara menyeluruh ke dalam rincian pekerjaan untuk menetapkan suatu baseline sebagai ukuran kinerja. Pengendalian biaya (*cost control*) bertujuan untuk melakukan pengendalian terhadap perubahan-perubahan pada anggaran proyek. [3]

METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif, karena dianggap dapat menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat.

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini diawali dengan penentuan latar belakang penulisan tugas akhir ini, kemudian perumusan masalah yang dibuat berdasarkan latar belakang yang sudah ada. Kemudian dilanjutkan dengan kajian pustaka (studi literatur), dimana dalam metode penelitian ini, kajian pustaka dilakukan terhadap jurnal – jurnal yang relevan selama 10 tahun terakhir dan dari beberapa buku pedoman manajemen konstruksi. Kemudian dari studi literatur yang dilakukan, diambil beberapa faktor – faktor serta variabel – variabel yang dapat mempengaruhi manajemen pembiayaan proyek konstruksi.

Setelah melakukan kajian pustaka yang relevan, kemudian akan dilakukan analisis faktor – faktor tersebut terhadap manajemen pembiayaan proyek, apakah menunjukkan hubungan yang positif atau tidak. Selanjutnya, dari hasil analisis dan pembahasan terhadap faktor – faktor tersebut, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

Kajian hasil penelitian yang relevan merupakan tahapan pengecekkan hasil dari kajian pustaka, dimana setelah beberapa faktor – faktor dan variabel – variabel yang didapatkan dari penelitian sebelumnya, kemudian akan melalui tahapan wawancara terhadap beberapa pakar, demi memastikan faktor – faktor serta variabel – variabel yang digunakan memiliki signifikansi terhadap manajemen pembiayaan proyek.

Berikut adalah diagram alir penelitian yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Analisis deskriptif kualitatif digunakan dalam penelitian ini untuk dapat menganalisis data – data dan informasi yang diperoleh dari penelitian – penelitian yang sebelumnya telah dilakukan. Penggunaan analisis deskriptif kualitatif dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran mengenai faktor – faktor apa saja yang dapat mempengaruhi manajemen pembiayaan proyek. Analisis deskriptif kualitatif juga digunakan untuk dapat menjelaskan hasil dari analisis kuantitatif dan memperoleh gambaran tentang kelemahan dari faktor yang divalidasi dan diuji cobakan dilapangan, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar dikemudian hari untuk menghasilkan pengembangan model yang lebih baik dan sempurna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian serta studi literatur yang dilakukan terhadap faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek, penerapan manajemen pembiayaan proyek harus diterapkan dari fase perencanaan, fase implementasi, fase kontrol, hingga fase jaminan sosial.

Fase perencanaan merupakan faktor pertama yang harus diperhitungkan dari manajemen pembiayaan proyek, karena pada tahap inilah penentuan sumber daya serta jumlah yang diperlukan seberapa banyak harus ditentukan, hingga menentukan serta menyusun perkiraan biaya – biaya dan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Fase implementasi merupakan faktor kedua yang diperhitungkan setelah fase perencanaan, dimana pada tahap ini akan ditentukan analisis harga, waktu penyelesaian proyek, dan bagaimana kinerja pelaksanaan serta standar – standar pekerjaan.

Fase kontrol merupakan faktor yang paling penting terhadap keberhasilan sebuah proyek atau dalam manajamen pembiayaan proyek. Karena pada tahap ini memiliki peran atau efek yang paling besar terhadap pembiayaan sebuah proyek.

Fase jaminan sosial merupakan faktor yang tidak secara langsung berdampak pada pembiayaan sebuah proyek, tetapi pada penerapannya jaminan sosial ini dapat memberikan dampak yang sangat berpengaruh terhadap pembiayaan sebuah proyek.

Berikut adalah beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, yang bersumber dari jurnal – jurnal yang relevan selama 10 tahun terakhir. Dimana faktor – faktor yang terdapat pada penelitian sebelumnya memberikan dampak terdapat manajemen pembiayaan proyek yang dikerjakan kontraktor pada proyek konstruksi adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Faktor – faktor yang memberikan dampak terhadap manajemen pembiayaan proyek.

Faktor		Variabel	Sumber
Cost Planning	X1	*Scope & Design Change*	[4]
	X2	*Project Complexity*	[4]
	X3	*Site and location Constraint*	[4]
	X4	*Need for Special Facilities*	[4]
	X5	*Extreme Wheather Condition*	[5]
Faktor		**Variabel**	**Sumber**
	X6	*Poor Means of Contracting*	[5]
	X7	*Improper Planning of Contractor During Bidding Stage*	[5]
Cost Implementation	X8	*Lack of Skilled Operators for Specialized equipment*	[5]
	X9	*Inefficient Use of Equipment*	[5]
	X10	*Delay in Material Procurement*	[5]
	X11	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Utama	[6]
	X12	Percepatan Waktu Penyelesaian Pekerjaan	[6]
	X13	Kinerja Pelaksanaan Prakualifikasi	[6]
Cost Control	X14	*Work Breakdown Structure (WBS)*	[7]
	X15	Metode Kurva S	[7]
	X16	Pengkodean Biaya	[7]
	X17	*Earned Value Analysis (EVA)*	[7]
	X18	*Cost Control Function Breakdown Structure*	[7]
Cost Assurance	X19	memberikan perlindungan dasar untuk memenuhi kebutuhan hidup minimum bagi tenaga kerja serta keluarganya	[8]
	X20	merupakan	

	penghargaan kepada tenaga kerja yang telah menyumbangkan tenaga dan pikirannya pada perusahaan tempat dimana mereka belajar	[8]

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan mengenai manajemen pembiayaan proyek seperti, kontraktor memiliki peran yang sangat besar dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi, karena peran manajemen pembiayaan proyek akan dilakukan oleh kontraktor, dimana manajemen pembiayaan proyek konstruksi akan dimulai dari tahap perencanaan hingga tahap pemeliharaan.

Selain itu, faktor – faktor manajemen pembiayaan proyek seperti *cost planning, cost implementation, cost control,* hingga pada *cost assurance* akan dikelola secara langsung oleh kontraktor dari perencanaan awal proyek hingga akhir proyek selesai.

Hasil analisis manajemen pembiayaan proyek yang dilakukan pada penelitian ini terhadap literatur – literatur yang relevan, menunjukkan hasil yang positif. Dimana faktor – faktor yang diambil dari penelitian sebelumnya, memberikan dampak langsung terhadap keberhasilan dalam manajemen pembiayaan sebuah proyek konstruksi.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, peneliti mendapatkan 4 faktor utama yang mempengaruhi manajemen pembiayaan proyek, dimana terdapat 20 variabel di dalam faktor – faktor tersebut.

SARAN

Berdasarkan pengalaman dan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Terdapat beberapa saran yang akan diberikan kepada para peneliti dikemudian hari, agar dapat mencapai hasil yang lebih optimal seperti, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variabel – variabel lain yang memiliki dampak positif terhadap manajemen pembiayaan proyek dan pada penelitian selanjutnya, diharapkan peneliti berikutnya dapat memperdalam faktor – faktor yang digunakan pada penelitian ini, menjadi beberapa bagian, agar dapat lebih mudah untuk di identifikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Dalam penyususan laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan dukungan dari banyak pihak dari awal hingga akhir penulisan dilakukan. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, S.T., M.T., D.Min., selaku Kaprodi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
2. Ibu Astrid Marisya Loppies, selaku staf administrasi Program Studi Magister Teknik Sipil atas segala informasi yang sangat membantu bagi penulis.
3. Teman – teman Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
4. Keluarga yang selalu memberikan dukungan, perhatian, doa dan semangat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Project Management Body of Knowledge (PMBOK), ANSI/PMI, 2017.

[2] H. Kerzner, Project Management A Systems Approach to Planning, Schedulling, and Controlling 10th Edition, New York : John Wiley & Sons, Inc., 2009.

[3] I. Soeharto, Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) - Edisi Kedua, Jakarta: Erlangga, 1999.

[4] O. Torp, A. M. Belay, C. Thodesen and O. J. Klakegg, "Cost Development Over-time at Construction Planning Phase: Empirical Evidence from Norwegian Construction Projects.," in *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*, 2016.

[5] H. Doloi, A. Sawhney, K. Iyer and S. Rentala, "Analysing Factors Affecting Delays in Indian Construction Projects," *International Journal of Project Management*, vol. 30, pp. 479-489, 2012.

[6] Hartono, "Pengaruh Aspek Pelaksanaan Konstruksi Terhadap Kinerja Biaya Proyek (Studi Kasus di Bank Jawa Tengah)," in *SNST ke-5*, Semarang, 2014.

[7] F. S. Handayani, S. and A. K. Wardani, "Analisi Pengendalian Biaya Proyek Pada

Kontraktor Sedang (Grade 4 dan 5) di Yogyakarta," *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil,* pp. 339-345, Juni 2016.

[8] A. A. Todingan, R. J. Mandagi and J. B. Mangare, "Pengaruh Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Biaya Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Manado Town Square 3)," *Jurnal Sipil Statik,* vol. 3 no.6, no. 2337-6732, pp. 373-382, juni 2015.

P-74

KAJIAN RISIKO POTENSIAL PEKERJAAN PELAKSANAAN *SECANT PILE* PADA PROYEK APARTEMEN DI MAKASAR

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL RISKS OF SECANT PILE IMPLEMENTATION WORK ON APARTEMENT PROJECTS IN MAKASAR

Manlian Ronald. A. Simanjuntak[1*], Juse Roejanto[2*]
[1,2]*Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang*

**E-mail: manlian.adventus@gmail.com, roejanto@yahoo.com*

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 14-10-2020	Disetujui 07-12-2020

ABSTRAK

Seiring dengan pertumbuhan penduduk terutama di kota kota besar yang semakin meningkat dan salah satu kebutuhan primer adalah kebutuhan tempat tinggal. Namun lahan yang tersedia tidak lagi mencukupi untuk berkembang secara horizontal, oleh karena itu pada penelitian ini akan dibahas pelaksanaan pekerjaan pada lahan yang tidak terlalu luas yaitu seluas 3700 m2 yang akan dibangun hunian vertikal sebagai apartemen dengan 27 lantai dan 3 basement, di ibu kota Sulawesi Selatan, Makassar. Adapun pemilihan metode konstruksi pada galian basement proyek ini adalah metode top down dengan menggunakan dinding penahan tanah jenis secant pile dan pondasi bored pile dengan kingpost. Lingkup pekerjaan adalah pondasi bored pile dia.100-30 m' = 197 titik, secant pile, primary pile dia.80-21m' = 190 titik, secondary pile dia.80-21 m' = 190 titik, jumlah kingpost,51 titik. Waktu pelaksanaan sesuai dengan kontrak adalah enam bulan sejak ditanda tangani kontrak kerja. Kajian potensial risiko pada penelitian ini hanya pada pekerjaan pelaksanaan secant pile sampai dengan pekerjaan galian basement dengan kaitannya terhadap resiko biaya perbaikan. Potensial risiko, faktor dan variabel variabel apa saja pada pekerjaan pelaksanaan secant pile yang akan dapat mempengaruhi biaya proyek dan hasil akhir pekerjaan tersebut. Berdasarkan penelitian yang sudah ada dan studi literatur akan didapat potensial risiko, faktor dan variabel variabel, sehingga nanti hasil penelitian ini diharapkan akan dapat dipakai untuk penelitian selanjutnya sebagai referensi untuk proyek yang sejenis.

Kata kunci : Metode Top Down, Secant Pile, Potensial Risiko, Biaya Proyek

ABSTRACT

Along with the growing population, especially in large cities, one of the primary needs is the need for housing. However, the available land is no longer sufficient to develop horizontally, therefore in this study will be discussed the implementation of work on a land that is not very large which is an area of 3700 m2 that will be built vertically as an apartment with 27 floors and 3 basements, in the capital of South Sulawesi, Makasar. As for the selection of construction methods on basement excavation this project is a top down method using a wall of soil retaining type secant pile and bored pile foundation with kingpost. The scope of work is the foundation of bored pile dia.100-30 m' = 197 piles, secant pile, primary pile dia.80-21m' = 190 piles, secondary pile dia.80-21 m' = 190 piles, sum of kingpost, 51 piles. The execution time in accordance with the contract is six months from the signing of the employment contract. The study of potential risks in this study is only on the work of implementing a secant pile up to basement excavation work with regard to the risk of repair costs. Potential risks, factors and variables of any kind in the implementation work of a secant pile that will be able to affect the cost of the project and the final outcome of the work. Based on existing research and literature studies there will be potential risks, factors and variables, so that later the results of this study will be expected to be used for further research as a reference for similar projects.

Keywords : Top Down Method, Secant Pile, Potential Risks, Project Cost

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dengan berkembangnya perekonomian dan taraf hidup di kota Makassar berdampak juga pada kebutuhan akan tingkat hunian yang semakin besar, oleh karena itu salah satu developer di Indonesia yang terkenal dan mempunyai banyak pengalaman pada sektor property melihat peluang akan hal itu. *Developer* ini mempunyai sebidang tanah yang tidak terlalu luas, berada dilokasi tengah kota yang berada di hoek pada jalan jalan utama. Lokasi proyek juga tidak jauh dari laut sehingga secara umum kondisi tanah yang ada adalah jenis tanah berpasir. Lokasi juga diapit oleh perkantoran pada sisi belakang serta rumah jabatan disisi lainnya, dengan kondisi tersebut *developer* merencanakan pembangunan hunian vertikal dengan jumlah lantai 27 lantai dan 3 basement. Metode konstruksi yang dipilih adalah metode *Top Down.*

Permasalahan Penelitian

Permasalahan penelitian yang akan diteliti yaitu:

1. Apakah dasar pemikiran pemilihan metode *top down* konstruksi menggunakan dinding penahan tanah jenis *secant pile*?
2. Bagaimana tahapan proses pekerjaan pelaksanaan *secant pile* yang dikaji dalam penelitian ini?
3. Apa saja faktor dan variabel pekerjaan pelaksanaan *secant pile* yang dikaji dalam penelitian ini?
4. Bagaimana hasil kajian faktor dan variabel pekerjaan pelaksanaan secant pile dari berbagai hasil penelitian yang relevan yang dikaji dalam penelitian ini?

Batasan penelitian

Pada penelitian ini dibatasi hanya untuk kajian potensial risiko pada pekerjaan pelaksanaan pembangunan gedung yang menggunakan metode *top down*, khususnya pada bagian pekerjaan pelaksanaan *secant pile* serta hasil akhir pekerjaan yang dimonitor pada saat galian basement, dengan kondisi tanah secara umum adalah jenis tanah berpasir. Dimana penelitian ini ditinjau dari sudut pandang kontraktor pondasi.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui metode konstruksi yang tepat khususnya pemilihan dinding penahan tanah jenis *secant pile* pada proyek apartemen tersebut
2. Mengetahui dengan benar dan tepat tahapan proses pekerjaan *secant pile* sehingga dapat bermanfaat bagi proyek
3. Memberikan masukan dan mengetahui mengenai identifikasi faktor risiko yang terjadi pada pekerjaan dinding penahan tanah jenis *secant pile*
4. Memberikan masukan dan mengetahui mengenai apa saja faktor dan variabel yang signifikan berpengaruh pada pekerjaan pelaksanaan *secant pile* yang nantinya berdampak pada biaya proyek

Tinjauan atas penelitian terdahulu

Tinjauan dari penelitian ini adalah menggunakan jurnal jurnal yang relevan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Tinjauan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar Penelitian Terdahulu

No	PENELITI	JUDUL	HASIL
1	Jojok Widodo Soetjipto, Hernu Suyoso, Rony Agung Tri Prakarsa, 2014	Perbandingan Metode Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Underpass Dewa Ruci Menggunakan Secant Pile Dan Sheet Pile	*Secant pile* memiliki tingkat risiko tinggi di variable material& peralatan, pelaksanaan, desain & Teknologi (metode) serta manajemen
2	Nadya Safira Asmarantaka, 2014	Analisis Resiko Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja proyek Pada Pembangunan Hotel Batiqa palembang	Didapat faktor risiko paling dominan dengan kategori risiko tinggi adalah:Additional work, cuaca buruk, kurangnya bahan konstruksi, keterlambatan perijinan, kurangnya tenaga kerja dan kerusakan peralatan
3	Jinu Sandhyavoo, Annie Joy. 2016	Risk Factors in Geotechnical Works	Faktor risiko yang didapat adalah seperti: kerusakan bangunan yang berdekatan akibat

			penurunan, bentonite yang hilang akibat aliran bawah tanah, adanya obstruksi / utilitas
4	Candra Yuliana, 2017	Manajemen Risiko Kontrak untuk Proyek Konstruksi	Terdapat 5 risiko yang unacceptable yaitu: Kelelahan akibat banyaknya pekerjaan yang dilakukan secara lembur, tidak sesuai antara volume BQ dan kondisi lapangan, terlambatnya pasokan material, penggunaan alat berat yang sudah tua sehingga sering rusak, terhambatnya pekerjaan akibat cuaca (hujan dan banjir)
5	Fahmi Wati Iribaram,Miftahul Huda, 2018	Analisa Resiko Biaya dan waktu Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Apartemen Biz Square Rungkut Surabaya	Didapat 3 variabel risiko yang berdampak tinggi yaitu keterlambatan pengiriman material dari supplier, kurangnya jumlah pengiriman material, kenaikan harga material. Serta keruntuhan struktur (risiko tinggi) dan metode pelaksanaan yang salah (risiko sedang)

Sumber: Hasil Olahan Peneliti

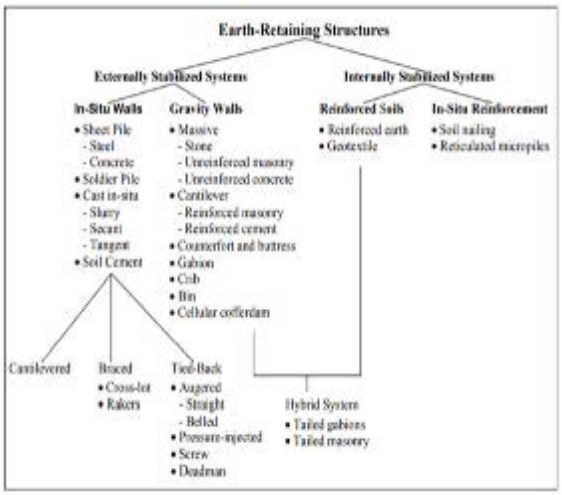
Tinjauan Pustaka

1. Pengertian dan Jenis Jenis Dinding Penahan Tanah.

Dinding penahan tanah telah lama dipakai pada pekerjaan konstruksi seperti untuk turap, jembatan, bendungan, penahan lereng, *powerplant*, serta untuk dinding basement dan lain lain. Definisi dinding penahan tanah adalah suatu struktur yang di rencanakan untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda [1]. Konstruksi dinding penahan tanah digunakan untuk menahan gaya horisontal akibat tanah urug atau tanah asli yang labil dan terjadi perbedaan elevasi. Elemen pondasi seperti bangunan ruang bawah tanah (basement), pangkal jembatan (abutment) selain berfungsi sebagai bagian bawah dari struktur, berfungsi juga sebagai penahan tanah disekitarnya [2]. Dinding penahan tanah adalah sebuah dinding yang dibangun untuk menahan tanah yang akan runtuh [3]. Dengan berkembangnya teknologi dan metode pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tanah, saat ini dibutuhkan dinding penahan tanah yang berfungsi selain seperti yang telah dijelaskan diatas juga disyaratkan dinding penahan tanah yang dibuat dapat menahan rembesan air tanah terutama untuk dinding basement suatu bangunan Gedung.

O'Rourke dan Jones mengklasifikasikan dinding penahan tanah menjadi dua kategori yaitu: Stabilisasi Eksternal, Stabilisasi Internal dan Stabilisasi *Hybrid* [4].

a. Stabilisasi Eksternal
Sistem stabilisasi eksternal adalah sistem dinding penahan tanah yang menahan beban lateral dengan menggunakan berat dan kekakuan struktur. Sistem ini merupakan sistem satu satunya yang ada sebelum tahun 1960, dan sampai saat ini masih umum digunakan.
b. Stabilisasi Internal
Sistem stabilisasi internal adalah sistem yang memperkuat tanah untuk mencapai kestabilan yang dibutuhkan. Sistem ini berkembang sejak tahun 1960.
c. Stabilisasi *Hybrid*
Sistem stabilisasi *hybrid* adalah sistem gabungan antara sistem eksternal dan sistem internal



Gambar 1. Klasifikasi Dinding Penahan Tanah

Dengan semakin berkembangnya teknologi dan inovasi dinding penahan tanah sistem eksternal dapat dikembangkan dan dikategorikan lagi menjadi:

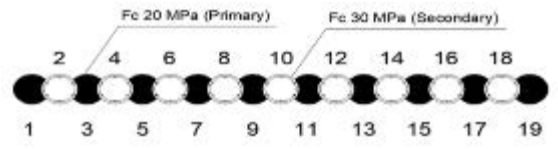
1. *Soldier Pile*: Tiang pancang, Tiang bor
2. *Sheet Pile*: *Steel Sheet Pile*, *Corrugated Concrete Sheet Pile*
3. *Contiguous Bored Pile / Cement Bentonite Pile*
4. *Secant Pile*
5. *Diaphragm wall: Precast Diaphragm Wall, Cast in situ Diaphragm Wall* (CWS Sistem, *Continuous* sistem)



Gambar 2. *Soldier Pile* (Tiang Bor)



Gambar 3. *Cement Bentonite Pile*





Gambar 4. *Secant Pile*
Sumber: (Prague Geotechnical Days,2017)

2. Metode *Top Down*

Metode *Top down* adalah salah satu metode untuk penggalian pada basement dalam, dimana pada metode ini dibuat dulu dinding penahan tanah dan menggunakan pondasi yang umumnya menggunakan pondasi *bored pile* dimana ada beberapa tiang bor sesuai dengan perencanaan yang akan dipasang kingpost. Pemilihan dinding penahan tanah tergantung dari analisis perhitungan dari perencana yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan, data tanah serta berapa dalam galian basement yang akan direncanakan. Dinding penahan tanah yang akan digunakan sesuai dengan penjelasan diatas seperti cement bentonite pile, secant pile atau diaphragm wall.

Pada metode *Top Down* ini adalah kebalikan dari metode galian basement yang umum digunakan yaitu metode *bottom up*. Struktur basement dikerjakan setelah pekerjaan caping beam pada dinding penahan tanah sudah dibuat dan dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan galian basement, urutan pekerjaan balok dan pelat lantai dimulai dari bagian atas ke bagian bawah, setelah itu dikerjakan juga dengan pembuatan dinding basement (jika diperlukan, apabila memakai dinding penahan tanah jenis *cement bentonite pile* dan *secant pile*, untuk jenis *diaphragm wall*, ada juga yang memakai dinding basement lagi). Adapun struktur balok dan pelat didukung oleh tiang baja yang disebut *kingpost*, yang pekerjaannya bersamaan dengan pembuatan tiang *bored pile*. Pada metode ini akan ada bukaan/opening ditengah bangunan yang fungsinya sebagai jalan kerja untuk galian basement, transport material, pengecoran dan lain lain**.**



Gambar 5. *Secant Pile & Kingpost*



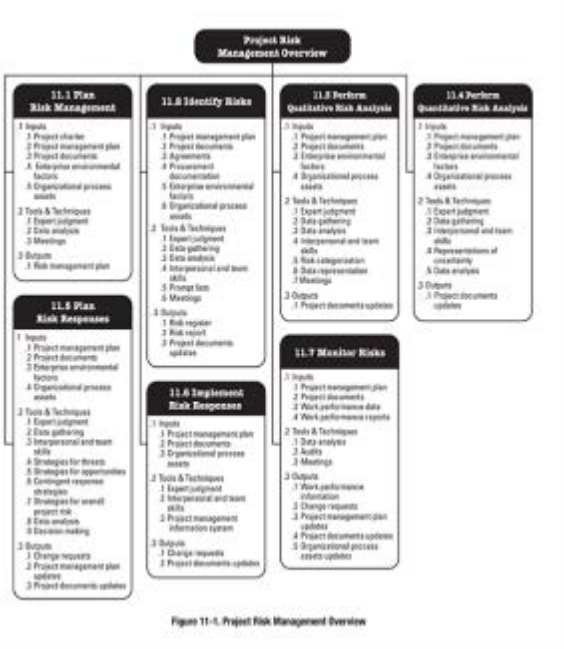
Gambar 6. *King Post* yang sudah terpasang

3. Manajemen Risiko

Arti risiko secara umum dikaitkan dengan kemungkinan (probabilitas) terjadinya peristiwa di luar yang diharapkan [5]. Sedangkan risiko merupakan rangkaian kegiatan atau faktor faktor yang apabila terjadi akan meningkatkan kemungkinan tidak tercapainya tujuan dari proyek yaitu Biaya, Mutu dan waktu. Manajemen risiko dapat diartikan suatu pendekatan yang komprehensif untuk menangani semua kejadian yang menimbulkan kerugian [6]. Manajemen risiko juga dapat diartikan adalah proses terstruktur dan sistematis dalam mengidentifikasikan, mengukur, memetakan, dan mengembangkan alternative penanganan risiko dan memonitor serta mengendalikan penanganan risiko [7]. Tahapan manajemen risiko berdasarkan PMBOK Sixth Edition [8] dibagi menjadi tujuh tahapan yaitu: Perencanaan Manajemen Risiko, Identifikasi Risiko, Pelaksanaan Analisis Risiko Qualitative, Pelaksanaan Analisis Risiko Quantitative, Pelaksanaan Respon Risiko, Implementasi Respon Risiko, dan Monitoring/Control Risiko.

Menurut Thompson and Perry (1991) Analisis Risiko merupakan suatu proses dari identifikasi dan penilaian (assessment) [9]. Sedangkan menurut Godfrey (1996) analisis risiko yang dilakukan secara sistematis dapat membantu untuk [10]:

1. Mengidentifikasikan, menilai dan meranking risiko secara jelas
2. Memusatkan perhatian pada risiko yang utama (major risk)
3. Memperjelas keputusan tentang batasan kerugian
4. Meminimalkan potensi kerusakan apabila timbul keadaan yang paling jelek
5. Mengontrol aspek ketidakpastian
6. Memperjelas dan menegaskan peran setiap orang /badan yang terlibat dalam manajemen risiko



Gambar 7. Tahapan Manajemen Risiko (PMBOK, Sixth Edition)

Analisis risiko dapat dilakukan dengan metode kualitatif dan kuantitatif. Metode Kualitatif adalah proses memprioritaskan risiko individual proyek untuk dilakukan analisis lebih lanjut atau dilakukan tindakan dengan menilai probabilitas kejadian risiko dan dampak serta karakteristik lainnya. Sedangkan metode kuantitatif adalah proses menganalisis dengan angka dampak gabungan dari risiko individual proyek yang telah diidentifikasikan dan sumber ketidakpastian lainnya pada sasaran proyek secara keseluruhan. Analisis risiko secara kualitatif dapat dilakukan dengan bantuan tools dan Teknik, antara lain:

- *Risk Probability and Impact assessment*
  adalah teknik untuk investigasi kemungkinan dari masing masing risiko yang spesifik akan terjadi dampak potensial terhadap kinerja proyek seperti biaya, mutu dan waktu. Risiko ini dapat diukur dengan melakukan wawancara dan bertanya kepada team proyek yang telah dipilih berdasarkan pengalaman serta posisi pada proyek tersebut.
- *Probability and Impact Matrix*
  Risiko risiko yang ada dapat di prioritaskan dan dianalisis lebih lanjut secara kuantitatif dan tindakan (response) berdasarkan ukuran

(ratting) risiko. Ukuran dilakukan terhadap risiko berdasarkan peluang dan dampaknya. Evaluasi risiko untuk tingkat kepentingan dan prioritas untuk diperhatikan adalah dengan menggunakan bantuan tabel *Probability* dan *Impact matrix.*

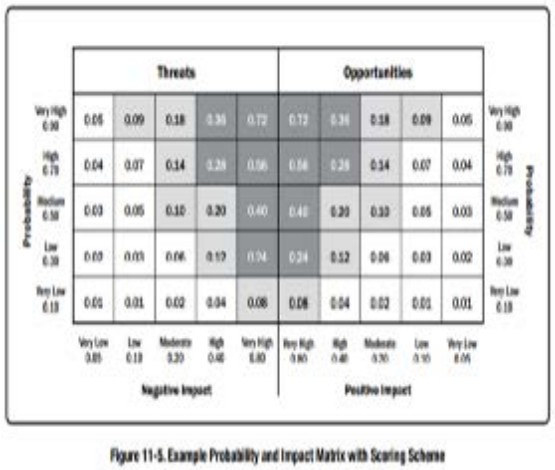
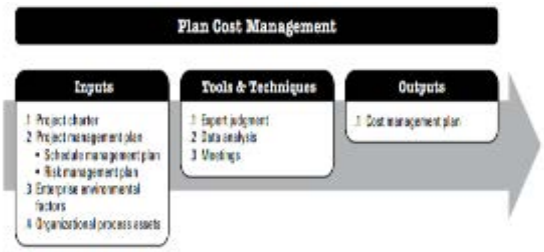


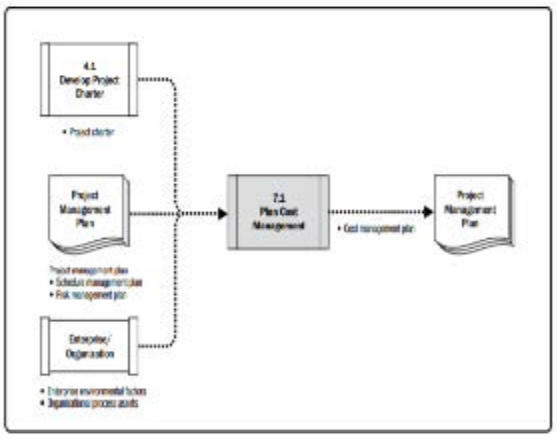
Figure 11-5. Example Probability and Impact Matrix with Scoring Scheme

Gambar 8. Probability dan Impact Matrix (PMBOK, Sixth Edition)

4. Biaya Proyek

Manajemen Biaya Proyek menurut PMBOK sixth edition [8] adalah mencakup proses yang terlibat dalam perencanaan, estimasi, penganggaran, pembiayaan, pengelolaan dan pengendalian biaya sehingga proyek dapat diselesaikan sesuai dengan anggaran yang telah disetujui. Adapun perencanaan manajemen biaya adalah proses untuk menentukan bagaimana biaya proyek akan diestimasi, dianggarkan, dikelola, dipantau dan dikendalikan, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

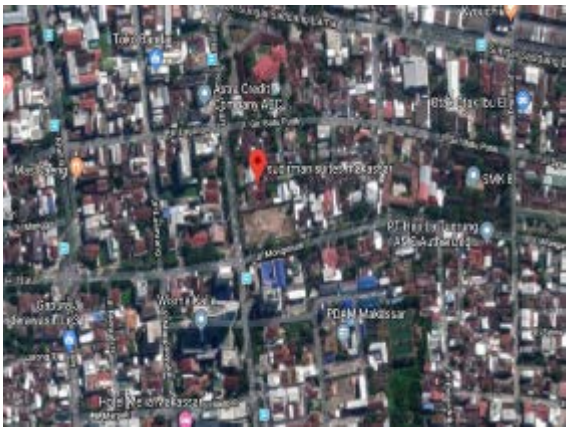




Gambar 9. Skema Manajemen Biaya proyek (PMBOK, Sixth Edition)

5. Gambaran Pelaksanaan Proyek

Proyek Apartemen ini berlokasi ditengah kota tepatnya di Jalan Jendral Sudirman No.31, Makassar yang merupakan ibukota Sulawesi Selatan. Pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tanah jenis *secant pile*, *bored pile* dengan *kingpost* dan *loading test* dikerjakan selama jangka waktu 180(seratus delapan puluh) hari kalender sejak tanggal 18 Juli 2019, dengan masa pemeliharaan selama 360 (tiga ratus enam puluh) hari kalender sejak serah terima pertama. Adapun *stake holder* adalah: Pemberi Tugas, PT.Rifai Maju Properti, Konsultan Perencana Struktur, Ketira Engineering Consultant, Quantity Surveyor, PT.Korra Antarbuana, Sub Kontraktor Pondasi, PT.Graha Pondasi Semesta, dan Main Kontraktor, PT. Totalindo. Kontrak pelaksanaan pekerjaan *secant pile*, pondasi *bored pile*, *king post* dan *loading test* pada proyek ini adalah sebesar: Rp.37,993,000,000,-





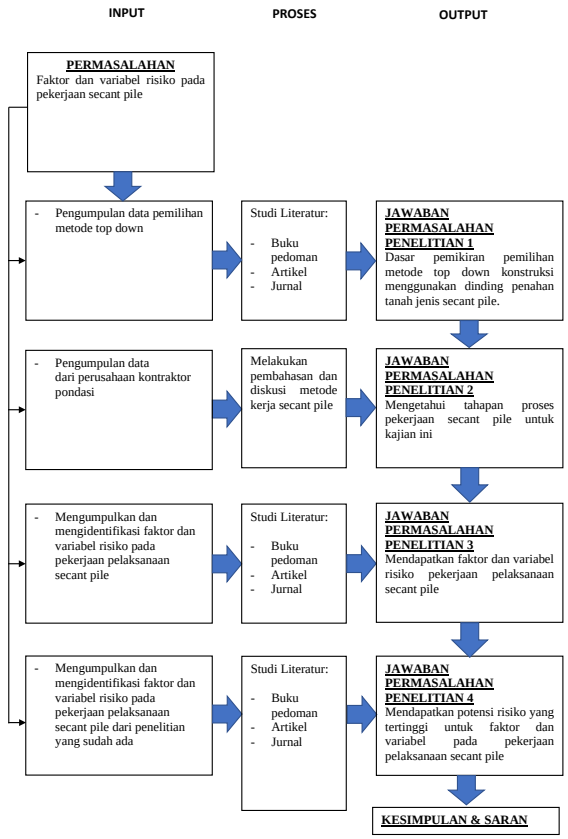
Gambar 10. Lokasi Proyek

METODOLOGI

Pada penelitian ini dilakukan pada proyek tersebut khusus untuk pekerjaan dinding penahan tanah jenis secant pile dan juga pengalaman dari peneliti dibidang pondasi. Dengan lingkup mengumpulkan dan mengidentifikasikan faktor dan variabel variabel risiko pekerjaan *secant pile* dari penelitian sebelumnya dan masukan masukan dari proyek yang mempengaruhi biaya proyek terutama dari pelaksanaan pekerjaan dan hasil akhir pekerjaan yang didapat setelah penggalian basement. Penelitian ini dikategorikan bersifat deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran potensial risiko apa saja yang paling berpengaruh terhadap biaya proyek.

Proses Penelitian

Secara garis besar proses pada penelitian ini adalah seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 11. Proses Penelitian

Instrumen Penelitian

Banyak pengertian mengenai arti dari Instrumen Penelitian, diantaranya menurut **[11]** yang mengartikan bahwa instrument penelitian adalah suatu alat pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati. Pada penelitian ini instrument penelitian yang dipakai adalah data primer dan data sekunder.

Dalam penelitian ini ada empat permasalahan penelitian. Jawaban permasalahan pertama adalah dengan pengumpulan data berdasarkan studi literatur. Permasalahan kedua dengan pengumpulan data dari kontraktor pondasi serta melakukan pembahasan dan diskusi. Jawaban permasalahan ketiga juga dengan pengumpulan data serta studi literatur. Dan jawaban permasalahan keempat juga dengan pemgumpulan data dari penelitian terdahulu disertai dengan studi literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan studi literatur dapat menjawab permasalahan nomor satu yaitu dikarenakan dengan kondisi lahan yang terbatas namun akan dibangun bangunan Gedung 27 lantai, 3 basement dan dengan lokasi seperti diatas maka diputuskan menggunakan metode *topdown* dengan

memakai dinding penahan tanah jenis *secant pile* (beton tanpa tulangan *interlocking* dengan beton dengan tulangan) dan *secant pile* ini sementara akan ditahan oleh *bored pile* dengan *king post* pada saat penggalian basement dikerjakan. Hal ini dikarenakan lokasi proyek tidak ada pilihan lain untuk menahan gaya horisontal pada dinding secant pile seperti pemakaian *strutting* ataupun dengan *ground anchor*. Untuk permasalahan kedua, setelah didapat data dan penjelasan dari kontraktor pondasi yang mengerjakan proyek ini didapat tahapan dari pekerjaan secant pile adalah: Pengukuran perimeter keliling dinding basement, pemasangan *guide wall* dari H beam sebagai pengarah awal kelurusan dari secant pile, setelah dicek vertikalitinya maka mulai pengeboran untuk tiang *secondary pile* (tiang bor tanpa tulangan, mutu beton K-175, slump 18+/-2 cm), setelah hari ketiga segera mulai pengeboran *primary pile* (tiang bor dengan tulangan, mutu beton Fc 30 Mpa). Semua tahapan ini harus mengikuti sequence kerja yang telah disetujui, juga persyaratan kedap air/ tidak bocor setelah hasil pekerjaan *secant pile* dapat dilihat (setelah penggalian basement). Untuk menjawab permasalahan ketiga, didapat faktor dan variabel variabel potensial risiko berdasarkan literatur dari buku dan jurnal penelitian sebelumnya sesuai dengan tabel 2. (ada enam faktor dan tiga puluh sembilan variabel risiko).

Tabel 2. Identifikasi Faktor & Variabel Variabel Potensial Risiko

FAKTOR	KODE	VARIABEL VARIABEL	REFERENSI/SUMBER
A.Perencanaan	X1	Keterlambatan Perijinan sebelum pelaksanaan	[12] [13]
	X2	Kesalahan Perencanaan	[14] [13]
	X3	Terjadi perubahan desain	[15] [14] [13] [16]
	X4	Ada additional work	[17] [18]
B. Pelaksanaan Pekerjaan	X5	Ketergantungan transportasi untuk angkutan peralatan dan tool serta accessories	[19]
	X6	Jenis dan kondisi tanah	[14] [13] [20] [21]
	X7	Kondisi lokasi proyek yang sempit	[14] [13]
	X8	Masih adanya existing utilitas	[15] [13]
	X9	Adanya kemacetan di sekitar lokasi	[14]
	X10	Kondisi muka air tanah yang tinggi	[14]
	X11	Penerapan K3 yang belum konsisten	[18] [17]
	X12	Ketelitian dari team surveyor	[14] [18] [12]
	X13	Logistik BBM dan material penunjang	[12] [19]
	X14	Metode kerja pemakaian casing Panjang dan slurry stabilizer	[13] [15] [18]
	X15	Sequence kerja pada pengeboran secondary pile	[21] [19]
	X16	Waktu kerja	[21] [14]
	X17	Keterlambatan pembuangan tanah bekas pengeboran	[14] [17] [19]
	X18	Kesulitan pengeboran pada primary pile (beton tanpa tulangan)	[14], [21]
	X19	Pengecekan kelurusan pengeboran yang tidak konsisten	[18] [12]
C. Material & Peralatan	X20	Keterbatasan supplier beton readymix	[14] [17]
	X21	Ketersediaan bahan baku	[14] [17]
	X22	Keterlambatan pengiriman material dari supplier	[14] [17] [12] [21]
	X23	Ketepatan volume material yang disuplai	[14] [17]
	X24	Kenaikan harga material	[14] [13]
	X25	Kurangnya stock spare part yang sering rusak	[13]
	X26	Kerusakan peralatan utama	[17] [20]
	X27	Kekurangan peralatan	[17]

		utama	
D. Tenaga Kerja	X28	Kurangnya Tenaga kerja di lapangan	[14] [17]
	X29	Keterbatasan ketrampilan tenaga kerja	[14] [17] [21]
	X30	Komunikasi yang tidak baik antar pekerja di lapangan	[13]
	X31	Koordinasi yang tidak baik antar team proyek	[18] [18] [12]
E.Lingkungan & Masyarakat	X32	Pengaruh cuaca	[17] [18]
	X33	Traffic Manajemen	[18] [21] [13]
	X34	Koordinasi dengan LSM, ormas dan aparatur setempat	[17]
	X35	Kebersihan sekitar lokasi	[13]
	X36	Adanya Complain warga	[17]
F. Manajemen	X37	Kurang pemahaman dari team pada saat pelaksanaan tender	[17] [13]
	X38	Koordinasi antar bagian	[14]
	X39	Proses pengawasan secara terus menerus	[21]

Permasalahan ke empat hasil kajian faktor dan variabel dari penelitian yang relevan didapat risiko tinggi pada faktor material dan peralatan, pelaksanaan, desain & teknologi (metode kerja) dan manajemen, cuaca buruk, additional work, keterlambatan perijinan, kurangnya tenaga kerja, kerusakan peralatan, ketidaksesuaian antara *Bill of quantity* dengan kondisi aktual di lapangan, adanya utilitas, kerusakan bangunan yang berdekatan.

KESIMPULAN

Dari tinjauan penelitian terdahulu, studi literatur dari buku, dokumen pelaksanaan proyek dari perusahaan kontraktor pondasi serta analisis kualitatif dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Didapat faktor dan variabel risiko pada pekerjaan pelaksanaan *secant pile* yang berisiko tinggi seperti metode kerja yang digunakan, pengadaan material dan penyediaan peralatan, masih adanya utilitas serta peran dari manajemen. Perijinan, ketidaksesuaian *bill of Quantity* dengan kondisi aktual, dan faktor cuaca juga menjadi risiko yang harus di perhitungkan.
2. Terdapat identifikasi faktor dan variabel variabel yang berpotensi risiko pada pekerjaan pelaksanaan *secant pile* yaitu 6 faktor dan 39 variabel

SARAN

Diperlukan tambahan penelitian yang lebih lanjut seperti perbandingan antara dinding penahan tanah jenis *secant pile* dengan jenis lain seperti *cement bentonite pile* dan *diaphragm wall*, serta bagaimana faktor dan variabel yang berpotensi risiko tersebut mempengaruhi terhadap biaya proyek termasuk biaya perbaikan *secant pile* setelah penggalian basement, yang sangat berguna bagi kontraktor pondasi yang akan mengerjakan jenis jenis dinding penahan tanah untuk dinding basement bangunan Gedung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua Program Studi, Dosen dosen dan teman teman Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
2. PT. GPS selaku kontraktor pondasi yang memberikan data lengkap sejak awal proyek sampai dengan proses galian basement
3. Semua Pihak yang membantu dalam penulisan penelitian ini, yang penulis tidak dapat menyebutkan satu per satu

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. P. Coduto, Foundation Design: Principles and Practices, California: Pearson, 2001.

[2] H. Hardiyatmo, "Mekanika Tanah 1," Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2002.

[3] L. D. Wesley, Geotechnical Engineering in Residual Soils, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010.

[4] T. D. O'Rourke and C. J. F. P. Jones,

"Overview of Earth Retention Systems: 1970-1990," in *Design and Performance of Earth Retaining Structures,* New York, Getechnical Special Publication 25, American Society of Civil Engineers, 1990, pp. 22-51.

[5] I. Soeharto, Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional, Jakarta: Erlangga, 1995.

[6] R. C. a. G. Sears, Construction Contracting, New Mexico: John Wiley & Sons, Inc., 1994.

[7] B. Djohanputro, Manajemen Risiko Korporat, Jakarta: PPM, 2008.

[8] PMBOK Guide, Six Edition, Newton Square: PMI, 2017.

[9] P. A. Thompson and J. Perry, Engineering Construction Risk, London, 1991.

[10] P.S.Godfrey, Control of Risk : A Guide to The Systematic Management of Risk from Construction, London: Construction Industry Research and Information Asssociation, 1996.

[11] Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, Bandung: Alfabeta, 2014.

[12] C. Yuliana, "Manajemen Risiko Kontrak Untuk Proyek Konstruksi," *Rekayasa Sipil,* vol. 11, no. 1, 2017.

[13] Triase and M. Risma, "Analisis Manejemen Risiko Pembangunan Proyek Jalan Lintas Bawah Tanah Bunderan Mayjen Sungkono Surabaya," *Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.*

2[14] J. W. Soetjipto, H. Suyoso and R. A. T. Prakasa, "Perbandingan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Underpass Dewa Ruci Menggunakan Secant Pile dan Sheet pile," *The 17th FSTPT International Symposium,* 2014.

[15] A. J. Jinu Sandhyavoo N, "Risk Factor in Geotechnical Works," *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER),* vol. 4, no. 3, 2016.

[16] A. Maddeppungeng, R. Wigati and A. Fariz, "Manajemen Risiko Proyek Pembangunan Jalur Kereta Api Yang Berpengaruh Terhadap Kinerja waktu," *Jurnal Pondasi,* vol. 6, no. 2, 2017.

[17] N. S. Asmarantaka, "Analisis Resiko yang Berpengaruh Terhadap Kinerja Proyek Pada Pembangunan Hotel Batiqa Palembang," *Jurnal Teknik sipil dan Lingkungan,* vol. 2, no. 3, 2014.

[18] I. I. C. Hardiana, G. C. Dharmayanti and I. A. M. Budiwati, "Pengaruh Risiko Pada proyek Perluasan dan Renovasi Hotel di Bali Terhadap Biaya, Mutu, dan Waktu Pelaksanaan Proyek," *Jurnal Spektran,* vol. 6, no. 1, pp. 65-74, 2018.

[19] Mardiaman and Indriyanto, "Analisa Risiko Pelaksanaan Konstruksi Jalan Tol Cimanggis-Cibitung Untuk Meningkatkan Kinerja waktu," *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)-13.*

[20] T. Bles, S. Al-Jibouri and J. v. d. Adel, "A Risk Model for Pile Foundations," *University of Twente, Faculty of Engineering Technology, Civil Engineering, The Netherlands.*

[21] F. W. Iribaram and M. Huda, "Analisa Resiko Biaya dan Waktu Konstruksi pada Proyek Pembangunan Apartemen Biz Square Rungkut Surabaya," *axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi,* vol. 6, no. 3, pp. 141-154, 2018.

P-75

PROTOTIPE SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION BERBASIS RASPBERRY PI 4

PROTOTYPE OF HOME SECURITY SYSTEM USING FACE RECOGNITION BASED ON RASPBERRY PI 4

Isron Imam Setiawan[1*], Ariep Jaenul[2], Dwi Priyokusumo[3]
[1,2,3]*Universitas Global Jakarta, Jl. Boulevard Raya No. 2, Tirtajaya,Sukmajaya, Kota Depok*

[*]*E-mail: imamsetiawan105@gmail.com*

Diterima 12-10-2020	Diperbaiki 24-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Salah satu sistem keamanan berbasis biometrik adalah pengenalan wajah yang mengidentifikasi berdasarkan perbedaan ciri wajah. Oleh karena itu, setiap orang mempunyai ciri wajah masing-masing yang dapat digunakan sebagai kata sandi. Melalui penelitian ini kunci rumah dapat dikelola dengan menggunakan sebuah sistem keamanan rumah berbasis pengenalan wajah. Prototipe ini memiliki 2 sistem yaitu sistem otomasi dan sistem keamanan. Pada sistem otomasi ini, aplikasi Telegram dapat mengontrol modul relay untuk mengontrol lampu dan kunci rumah. Sedangkan pada sistem keamanan dapat mengontrol modul relay berdasarkan wajah yang dikenali. Jika diluar penghuni rumah mencoba masuk, maka sistem akan memberikan peringatan kepada pemilik rumah melalui telegram. Pengenalan wajah menggunakan OpenCV berbasis library open source untuk computer vision dan menggunakan metode Viola Jones untuk ekstraksi ciri serta metode klasifikasi yang memakai bahasa pemrogaman Python. Secara keseluruhan tingkat akurasi sistem pada penelitian ini mencapai 98,5%. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi cahaya terang dengan ekspresi senyum memiliki tingkat performansi yang terbaik, pencapaian tingkat akurasi sebesar 100% keberhasilan dengan rata-rata nilai confidence 20,06547 dan 2.6883 detik untuk rata-rata waktu komputasi

Kata kunci: Raspberry Pi, Face Recognition, Viola Jones, Telegram

ABSTRACT

One of the biometric-based security systems is face recognition, based on differences in facial characteristics. Therefore everyone has their own characteristics that can be used as a password. Through this research, home locks can be managed using home security system based on facial recognition. This prototype has 2 systems, the automation system and the security system. In this automation system, Telegram applications can control relay modules to control lights and house key. The security system can control relay modules based on recognizable faces. If stranger trying to enter the house, the system will give a warning to the homeowner via telegram. Face recognition uses OpenCV based open source library for computer vision and uses the Fisherface method for extraction of features and classification methods that use the Python programming language. Overall the successful rate of the system reach 98.5%. The experiment of this research shows that bright light condition with smile expression gave the best result with 100% success with an average confidence value of 20.06547 and 2.6883 seconds for the average computing time.

Keywords: Raspberry Pi, Face Recognition, Viola Jones, Telegram

PENDAHULUAN

Pengenalan wajah manusia merupakan salah satu bidang penelitian yang sangat penting [1]. Penelitian terkait dengan pengenalan wajah telah banyak dilakukan dengan kelebihan dan kekurangan tertentu. Dari sebuah wajah, banyak informasi yang didapat baik secara statis maupun dinamis, misalnya saja warna kulit, struktur tulang wajah, dan ekspresi wajah [2]. Kini teknologi komputer dapat melakukan tugas tersebut dengan lebih cepat dan akurat [3]. Untuk itu, dalam penelitian ini akan menggunakan OpenCV berbasis *library open source* untuk computer vision dan menggunakan metode Viola Jones untuk ekstraksi ciri serta metode klasifikasi yang memakai bahasa pemrogaman Python.

Beberapa penelitian sebelum nya pernah melakukan penilitian sejenis yaitu dalam bidang pengenalan wajah, seperti penelitian yang dilakukan oleh [4] mengeksplorasi kelayakan dari penerapan sistem pengenalan wajah berbasis raspberry pi menggunakan deteksi wajah konvensional dan teknik pengenalan haar dan PCA. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh [5] mengusulkan sistem pengenalan wajah yang mampu memproses gambar dengan sangat cepat sekaligus memperoleh hasil akurasi yang sangat tinggi. Berikutnya [6] membuat penelitian pendeteksi gerakan dan pengenalan wajah dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai bagian dari *Internet of Things.*

Pada penelitian sebelum nya masih kurang rinci untuk pengambilan data wajah yang ditampilkan, pada pengujian kali ini akan ditambahkan fitur output suara (*text to speech)* untuk memberitahukan secara langsung ke tamu yang datang, data wajah di ambil secara *real time* setiap ada kedatangan tamu, yang bisa di kirimkan langsung ke Telegram.

METODOLOGI

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah papan komputer tunggal yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris [7]. Pada penelitian ini digunakan Raspberry Pi 4 model B yang sudah dilengkapi dengan kemampuan WiFi, Bluetooth dan USB boot on-board dan terpasang secara bundling [8]. Untuk keperluan penyimpanan data maka ditambahkan memori ekstrernal sebesar 32 Giga bit untuk menyimpan sementara foto dan video dari kamera Rasberry Pi yang digunakan.

2.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke komputer [9][10].

Internet of Things (IoT) sudah berkembang pesat mulai dari penggabungan teknologi nirkabel, *Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)* dan juga Internet. IoT menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar digabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan bebarapa macam topologi jaringan, Radio Frequency Identification (RFID), wireless sensor network dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan [11].

IoT juga bisa mencakup teknologi-teknologi sensor lainnya, seperti teknologi nirkabel maupun kode QR yang sering kita temukan di sekitar kita, contoh penerapannya dalam benda yang ada di dunia nyata adalah untuk pengolahan bahan pangan, elektronik, dan berbagai mesin atau teknologi lainnya yang semuanya tersambung ke jaringan lokal maupun global lewat sensor yang tertanam dan selalu menyala aktif. IoT ini mengacu pada mesin atau alat yang bisa diidentifikasikan sebagai representasi virtual dalam strukturnya yang berbasis Internet [12].

2.3 Pengenalan Wajah

Pengenalan Wajah adalah teknologi biometrik yang memungkinkan untuk memverifikasi wajah seseorang melalui gambar digital dengan cara mencocokkan tekstur lengkung wajah dengan data wajah yang disimpan di database [13]. Berbeda dengan teknologi biometrik lainnya, pengenalan wajah dapat digunakan dalam kasus-kasus yang melibatkan banyak orang sekaligus, misalnya dalam pencarian orang hilang atau dalam kasus DPO (People Search List). Ada 3 tahapan dalam melakukan Pengenalan Wajah menurut [14] yaitu:

a. Face detection: pada tahap ini mendeteksi ada tidaknya wajah pada gambar atau video yang dimasukkan.
b. Feature Extraction: setelah wajah terdeteksi, ekstraksi fitur dilakukan untuk mendapatkan fitur wajah.
c. Face Recognition: tahap terakhir adalah pengenalan wajah dengan membandingkan wajah yang memiliki

karakteristik yang diketahui dengan wajah yang ada di database.

Skenario pengenalan wajah dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis menurut [15], yaitu:

a. *Face Verification ("Am I what I say I am?")* Adalah pencocokan satu-ke-satu yang membandingkan gambar *Query Face* dengan gambar wajah kerangka yang diklaim benar. Untuk mengevaluasi tingkat verifikasi kemampuan verifikasi (parameter yang diberikan akses kepada pengguna yang valid) dibandingkan dengan tingkat penerimaan palsu (parameter yang diberikan akses kepada pengguna palsu) kemudian diplot ke dalam kurva ROC. Sistem verifikasi yang baik adalah sistem yang memiliki perbandingan yang seimbang antara dua parameter dalam pengoperasiannya.

b. Identifikasi wajah *("Who am I?")* Adalah pencocokan satu-ke-banyak yang membandingkan gambar wajah kueri dengan semua templat yang ada dalam database untuk menentukan identitas gambar kueri. Identifikasi dilakukan dengan mencari wajah di database yang memiliki tingkat kemiripan paling tinggi dengan citra query. Fitur yang dinormalisasi dari subjek uji dibandingkan dengan fitur lain yang ada di database dan akan diperoleh angka kecocokan untuk setiap perbandingan. Angka, citra yang memiliki tingkat kemiripan tertinggi akan diperoleh, yang merupakan identitas yang dicari.

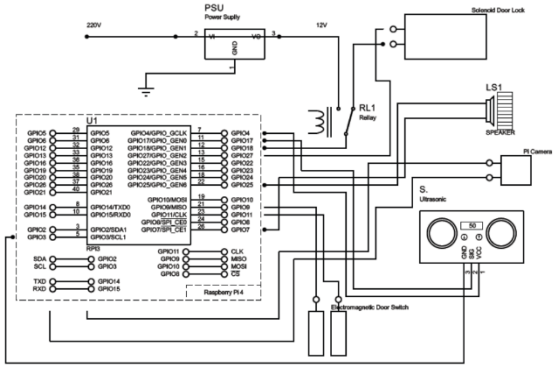
2.3 Viola Jones

Saat ini telah banyak dikembangkan aplikasi yang menggunakan fitur pendeteksi wajah. Deteksi wajah sendiri dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan algoritma Viola-Jones [16]. Algoritma Viola-Jones adalah algoritma yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi wajah. Viola-Jones 20 telah memperkenalkan kerangka kerja deteksi wajah yang mampu memproses gambar dengan sangat cepat dengan tingkat deteksi yang tinggi. Dalam framework Viola-Jones, banyak library disediakan untuk melakukan proses seleksi fitur. Fitur yang merupakan fungsi dasar untuk menyempurnakan proses seleksi tersebut dikenal dengan nama fitur HaarLike. Didorong oleh kerja Tieu dan Viola, Viola-Jones terhambat oleh pemilihan fitur yang harus didasarkan pada masing-masing pengklasifikasi yang lemah sehingga bergantung pada satu fitur [17].

HASIL DAN PEMBAHASAN

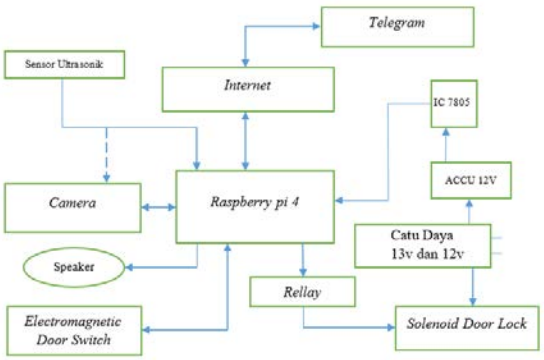
3.1 Desain Sistem

Sebelum memulai pemasangan komponen, sangat penting dalam membuat desain sistem terlebih dahulu agar pemasangan komponen lebih mudah dan teratur. Gambar 1 dibawah ini merupakan desain sistem pada alat yang kami buat dalam penelitian.



Gambar 1. Desain Sistem

Untuk menghubungkan raspberry pi dengan sakelar, diperlukan jumper female to male yang dicolokkan melalui pin pada GPIO ke pin sakelar. Untuk lebih jelasnya terkait dengan cara kerja dari sistem yang kami buat dapat dilihat pada blok diagram pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Blok Diagram

Saat sensor Ultrasonic membaca frekuensi adanya pergerakannya maka akan otomatis mengaktifkan Kamera, setelah kamera aktif maka kamera akan mengambil atau menangkap wajah orang tersebut. Selanjutnya citra yang diambil akan diolah untuk mencari keypoint atau poin penting

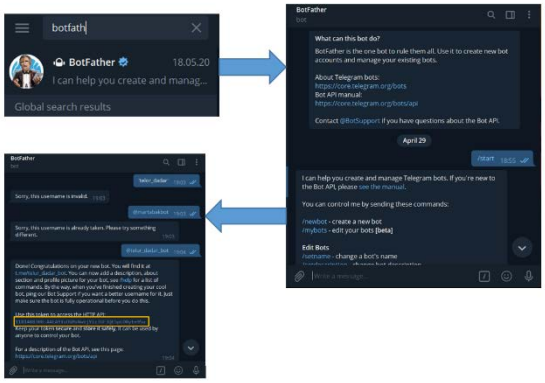
untuk kemudian dicocokkan dengan database. Jika gambar yang diolah sesuai dengan wajah pemilik rumah di database maka Raspberry Pi 4 akan membuat relay tertutup dan membuat Solenoid Door Lock dengan kondisi terbuka. Namun apabila citra yang diolah tidak menemukan kecocokan dengan database dan diperkirakan orang tersebut adalah tamu atau orang lain sebagai pengunjung rumah, maka Raspberry Pi 4 tidak akan mengirimkan perintah rellay tertutup dan Pintu Solenoid tidak terbuka, kemudian Rapsberry Pi 4 akan secara otomatis mengambil gambar wajah tamu untuk dikirimkan melalui Telegram ke akun Telegram pemilik rumah. Jika pemilik rumah mengenali wajah tamu dan ingin memberikan akses pintu, maka pemilik rumah dapat memberikan perintah Raspberry Pi 4 melalui proses pengiriman pesan ke Telegram untuk membuka pintu.

Dan apabila pemilik rumah tidak memperbolehkan tamu atau pemilik rumah tidak ada di dalam rumah, pemilik rumah dapat memberikan perintah Raspberry Pi 4 melalui Telegram dengan memberikan informasi melalui keluaran speaker yang dipasang di depan pintu, bahwa pemilik rumah sedang sibuk atau tidak di rumah. Jika terjadi pembobolan pada pintu maka Saklar Pintu Elektromagnetik akan dalam posisi terbuka sehingga Raspberry Pi akan mengirimkan pesan bahwa pintu telah terbobol atau terbuka untuk pemilik rumah melalui Telegram.

3.2 Telegram Bot

Untuk mengontrol dan menerima notifikasi dari sistem, dibuatkan BOT di aplikasi Telegram yang bisa dibuat sesuai dengan keinginan pembuatnya. Untuk membuat BOT di aplikasi Telegram, Anda harus mencari pengguna BOT dengan nama 'BotFather'. Gambar 3 dibawah ini menunjukkan Bot Father pada aplikasi telegram.

BotFather sendiri adalah satu-satunya BOT yang memerintahkan dan mengelola semua BOT yang akan dibuat. BotFather memiliki banyak fungsi seperti membuat BOT, menghapus BOT, mengubah nama, mengubah deskripsi, dan lain-lain [18].



Gambar 3. Bot Father

Pembuatan BOT di aplikasi telegram cukup dengan mengikuti petunjuk yang ada. Pertama ketikkan perintah '/ newbot', kemudian Anda akan diminta untuk menuliskan nama BOT yang diinginkan misalnya "Rumah Pintar Bot", kemudian masukkan username untuk BOT tersebut misalnya "rupin_bot".

Setelah itu, kita akan diberikan token dari BOT. Token ini memiliki fungsi yang sangat penting yaitu untuk mengakses HTTP API dari BOT. Dengan kata lain BOT dapat dikendalikan hanya dengan bermodalkan token tersebut. Oleh karena itu token jangan sampai orang lain tahu dan menjadi rahasia pemilik BOT.

3.3 Parameter Pengujian

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Akurasi keseluruhan, parameter ini digunakan untuk menentukan tingkat akurasi dengan menghitung wajah yang terdeteksi.

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\text{Number of faces detected correct}}{\text{Number of tests}} \times 100\%$$

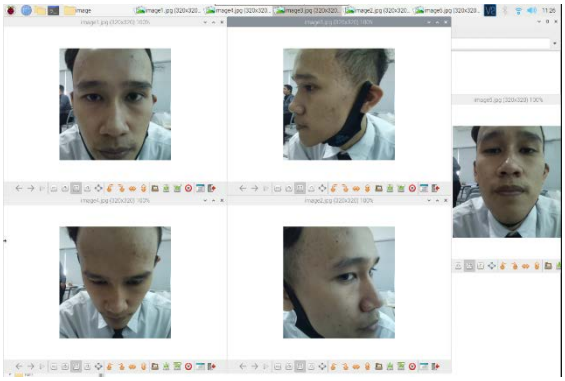
2. Waktu komputasi pemindaian wajah, parameter ini digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk memindai wajah yang diklasifikasikan, Penghitungan waktu dimulai saat sistem mulai mendeteksi wajah hingga program berhasil mengontrol sakelar.

3. Threshold Confidence
   Nilai Confidence diperoleh dari hasil klasifikasi dengan jarak Euclidean (*Emin*). Semakin kecil jarak minimum yang diperoleh, maka semakin besar kesamaan (*similarity*) citra masukan dengan citra pada training set, suatu wajah

dikatakan cocok jika jarak minimumnya lebih kecil dari nilai ambang batas Confidence. Nilai minimum diperoleh dari hasil pengujian sampai diperoleh nilai yang maksimum.

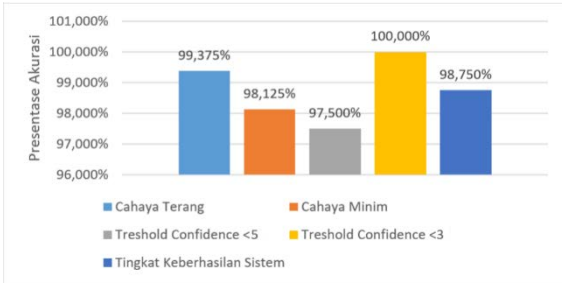
3.4 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan ekspresi berbeda dan kondisi cahaya berbeda. Selain itu juga terjadi perubahan nilai confidence 5 untuk mengetahui performansi sistem guna mengidentifikasi setiap user yang diperbolehkan mengakses switch. Secara keseluruhan, tingkat keberhasilan sistem dalam mengenali wajah pengguna adalah 98,75% dengan nilai kepercayaan rata-rata 20,57. Berikut adalah grafik hasil pengujian seperti yang terlihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Citra Wajah Database

3.4.1 Hasil Pengujian Menggunakan Threshold Confidence <5



Gambar 5. Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, tingkat keberhasilan terbaik diperoleh pada Threshold Confidence <5 dengan akurasi 100%, sedangkan tingkat keberhasilan buruk pada kondisi minim cahaya dengan akurasi 97,50% seperti yang dapat dilihat pada gambar 5 diatas.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pengujian dalam tugas akhir ini, dapat diambil kesimpulan: Rancangan sistem otomasi beserta sistem keamanan rumah yang telah dibuat, bekerja dengan baik dan mampu memberikan tingkat akurasi hingga 98.75%. Performa terbaik raspberry pi dalam pemrosesan gambar, terbaik untuk sistem keamanan rumah berdasarkan tingkat keberhasilan dan waktu komputasi rata-rata tercepat adalah dalam kondisi cahaya terang dan dengan ekspresi senyum dengan batas kepercayaan <5 menghasilkan tingkat akurasi dari 100%.

SARAN

Sangat disaranakan untuk menggunakan kamera yang memiliki spesifikasi yang lebih tinggi. Selain itu, untuk menigkatkan keakuratan pencocokan wajah yang lebih baik disarankan untuk perancangan input Template ditambah dengan berbagai kondisi, serta citra database diberikan resolusi yang lebih tinggi agar sistem dapat mengenali wajah dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng. tanpamu aku seorang pecundang yang tidak mau mencoba, terima kasih banyak atas bantuan dan kepercayaannya selama ini, selalu sehat, sukses selalu.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Dwisnanto, B. Teguh, and Winduratna.B, “Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones,” *Semin. Nas. "Science, Eng. Technol.*, pp. 1–5, 2012.

[2] W. Bayu Syahputra and Soni, “Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan Metode Eigenface,” pp. 14–16, 2019.

[3] A. Jaenul, S. Alyousif, A. A. A. Alrawi, and S. K. Salih, “Robust approach of de-noising ECG signal using multi-resolution wavelet transform,” *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 4, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i4.11.20678.

[4] S. J. Lee, S. B. Jung, J. W. Kwon, and S. H. Hong, “Face detection and recognition using PCA,” *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, vol. 1, no. December, pp. 84–87, 1999, doi: 10.1109/TENCON.1999.818355.

[5] H. V. Khodaskar and S. Mane, “Human Face Detection & Recognition Using Raspberry Pi,” no. 1, pp. 198–205,

2017, doi: 10.24001/icsesd2017.50.

[6] Z. Balogh, M. Magdin, and G. Molnár, "Motion Detection and Face Recognition using Raspberry Pi, as a Part of, the Internet of Things," *Acta Polytech. Hungarica*, vol. 16, no. 3, 2019, doi: 10.12700/aph.16.3.2019.3.9.

[7] M. I. KURNIAWAN, U. SUNARYA, and R. TULLOH, "Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i1.1.

[8] F. O. R. The and Y. Ended, "(A company limited by guarantee) TRUSTEES ' REPORT AND CONSOLIDATED FINANCIAL STATEMENTS FOR THE YEAR ENDED 31 MARCH 2015," no. 1071613, 2015.

[9] A. Pangestu, M. Yusro, W. Djatmiko, and A. Jaenul, "THE MONITORING SYSTEM OF INDOOR AIR QUALITY BASED ON INTERNET OF THINGS," *SPEKTRA J. Fis. dan Apl.*, vol. 5, no. 2, p. 6, 2020.

[10] A. W. Burange and H. D. Misalkar, "Review of Internet of Things in development of smart cities with data management & privacy," *Conf. Proceeding - 2015 Int. Conf. Adv. Comput. Eng. Appl. ICACEA 2015*, pp. 189–195, 2015, doi: 10.1109/ICACEA.2015.7164693.

[11] C. Wang, M. Daneshmand, M. Dohler, X. Mao, R. Q. Hu, and H. Wang, "Guest Editorial - Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services," *IEEE Sens. J.*, vol. 13, no. 10, pp. 3505–3508, 2013, doi: 10.1109/JSEN.2013.2274906.

[12] P. Issn, A. Hildayanti, and M. S. Machrizzandi, "SISTEM REKAYASA INTERNET PADA IMPLEMENTASI RUMAH RUMAH PINTAR BERBASIS IoT," vol. 6, no. 1, pp. 45–51, 2020.

[13] Muttaqin *et al.*, *Biometrika: Teknologi Identifikasi*, I. Yayasan Kita Menulis, 2020.

[14] A. Shah, K Vora, and J Mehta, "A review paper on currency recognition system," *Int. J. Comput. Appl.*, 2015.

[15] B. Fitur and E. Dan, "Pendahuluan Latar Belakang Dalam beberapa tahun terakhir ini pengenalan wajah," vol. 7, no. 2, 2011.

[16] I. S. Nugraha and Muljono, "Aplikasi Android Deteksi Mata Menggunakan Metode Viola-Jones," *Univ. Dian Nuswantoro, Semarang*, 2015.

[17] F. Muhammad, "SISTEM KEAMANAN AKSES PINTU MASUK MENGGUNAKAN FACE RECOGNITION BERBASIS RASPBERRY PI 3," 2018.

[18] M. Y. Efendi and J. E. Chandra, "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan Telegram Messenger Bot Dan Nodemcu ESP8266," *Glob. J. Comput. Sci. Technol. A Hardw. Comput.*, vol. 19, no. 1, 2019, [Online]. Available: https://computerresearch.org/index.php/computer/article/download/1866/1850.

P-77

ANALISIS PERILAKU DEFORMASI LATERAL PADA DINDING PENAHAN TANAH PROYEK RDMP BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

BEHAVIOR ANALYSIS OF LATERAL DEFORMATION ON LAND WALL OF RDMP BALIKPAPAN PROJECT USING FINITE ELEMENT METHODS

Akhmad Gazali[1], Purnama[2]

[1,2] *Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin, Jalan Adhyaksa No.2 Kayutangi Banjarmasin, Banjarmasin*

E-mail: akhmadgazali51@gmail.com

Diterima 14-10-2020	Diperbaiki 17-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Dinding penahan tanah (retaining wall) merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan dalam sektor pembangunan konstruksi dalam hal apapun, apalagi dalam kawasan tersebut terdapat lereng curam yang dapat mengakibatkan ke longsoran dan bangunan di sekitarnya akan mengalami efek yang besar dari perubahan tanah tersebut. Dinding penahan tanah tersebut dibuat untuk menahan jalan di atasnya dan melindungi tanah menjadi longsor, dikarenakan ada pipa-pipa gas yang dikhawatirkan akan bocor jika terkena runtuhan tanah. Gerakan tanah merupakan proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah tegak, mendatar atau miring terhadap kedudukan semula karena pengaruh air, gravitasi dan beban luar. Dari permasalahan tersebut maka dianalisa lah perilaku gerakan massa tanah nya untuk mengetahui nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah pada saat belum dibebani dan sesudah menerima beban berupa beban lalu lintas dan beban gempa. Selanjutnya deformasi maksimum yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah. Setelah dilakukan analisa terhadap dinding penahan tanah maka didapatkanlah nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah sebelum dibebani sebesar 3,783 lebih besar dari yang disyaratkan. Perilaku deformasi yang terjadi pada saat menerima beban lalu lintas didapatkan total displacement sebesar 0,00184 m dan saat menerima beban lalu lintas dengan beban gempa didapatkan total displacement sebesar 0,00184 m lebih kecil dari batas pergerakan longsor yang ditoleransi kan 0,2-0,4 m.

Kata kunci : Deformasi Lateral, Stabilitas Dinding Penahan Tanah, Metode Elemen Hingga

ABSTRACT

Retaining walls are one of the components that must be considered in the construction sector in any case, especially in that area there are steep slopes that can cause landslides and surrounding buildings to experience a major effect from the land change. The retaining wall is made to hold the road above it and protect the soil from landslides, because there are gas pipes that are feared to leak if hit by soil collapse. Soil movement is the process of moving the mass of soil or rock in an upright, horizontal or tilted direction to its original position due to the influence of water, gravity and external loads. From these problems, the behavior of the soil mass movement is analyzed to determine the value of the safety factor for the stability of the retaining wall of the soil when it is not loaded and after receiving the load in the form of traffic loads and earthquake loads. Furthermore, the maximum deformation that occurs in the soil mass of the retaining wall. After analyzing the retaining wall, the value of the stability factor for the stability of the retaining wall before being loaded is 3,783, greater than required. Deformation behavior that occurs when receiving traffic loads gets a total displacement of 0.00184 m and when receiving a traffic load with an earthquake load, a total displacement of 0.00184 m is less than the tolerable limit of landslide movement of 0.2-0.4 m.

Key words : Lateral Deformation, Stability of Retaining Walls, Finite Element Methods

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT Pertamina (Persero) adalah sebuah BUMN yang bertugas mengelola penambangan minyak dan gas bumi di Indonesia dan untuk mewujudkan kemandirian dan ketahanan energi nasional RDMP Balikpapan merupakan satu dari enam megaproyek kilang yang dibangun Pertamina. Ke enam megaproyek kilang itu terdiri atas empat proyek perluasan (Refinery Development Master Plan/RDMP) yang dijadikan obyek penelitian dan dua proyek pembangunan baru (Grass Root Refinery/GRR). Pada proyek RDMP Balikpapan ini dilakukan perluasan atas kilang yang sudah ada. Pada bawah-bawah tanah proyek RDMP telah terpasang pipa-pipa minyak dan gas, dikhawatirkan jika tanah diatasnya longsor maka akan membuat pipa-pipa tersebut bocor. Maka dari itu dibangunlah dinding penahan tanah, untuk menahan tanah dari kelongsoran dan dijadikan jalan untuk lalu lintas kendaraan bermuatan minyak. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis deformasi maksimum yang terjadi pada dinding penahan tanah proyek RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 PT. Pertamina Indonesia. Penelitian ini menggunakan program PLAXIS sebagai program perhitungan analisa nya. PLAXIS adalah salah satu program aplikasi komputer menggunakan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisa deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada skripsi ini adalah melakukan analisa dinding penahan tanah pada proyek RDMP PT. Pertamina Indonesia dengan program PLAXIS yaitu bagaimana nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta.0+027 - 0+051 dengan analisa manual dan PLAXIS sebelum diberi beban dan bagaimana perilaku deformasi yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 sesudah diberi beban.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian pada skripsi ini adalah mengetahui nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 dengan analisa manual dan PLAXIS sebelum diberi beban dan mengetahui perilaku deformasi yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 sesudah diberi beban. Manfaat penelitian yang didapat dari skripsi ini adalah menambah pengetahuan tentang analisa dinding penahan tanah dan menambah pengetahuan tentang penggunaan metode elemen hingga dengan bantuan program PLAXIS v8.2.

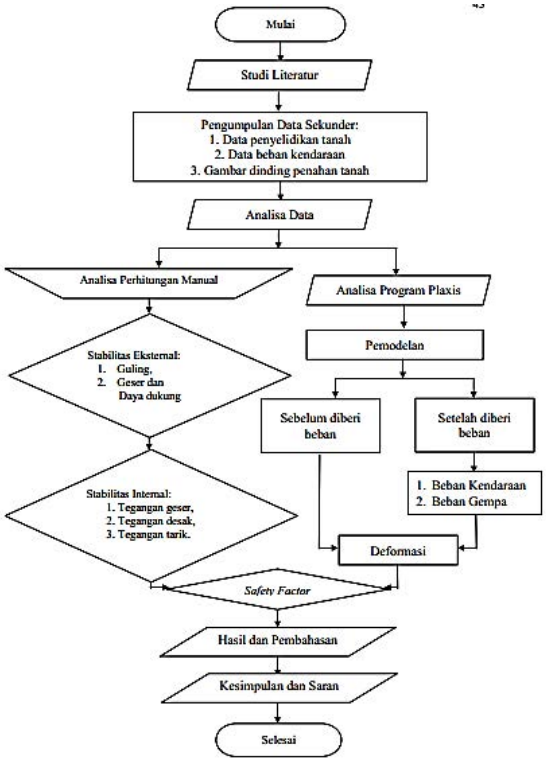
Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah lokasi penelitian dinding penahan tanah terdapat di Proyek RDMP Balikpapan sta. 0+027 - 0+05**,** beban yang diperhitungkan adalah beban eksternal, yaitu beban lalu lintas dan beban gempa, data geoteknik yang digunakan adalah data hasil penyelidikan tanah di lokasi proyek RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051, analisa perhitungan manual pada dimensi dan bentuk diasumsikan dengan penyederhanaan desain aslinya, analisa dinding penahan tanah menggunakan program PLAXIS v8.2 dan analisa deformasi maksimum dari program PLAXIS v8.2, diambil dari potongan pada permodelan program.

METODOLOGI PENELITIAN

Analisa perilaku deformasi dinding penahan tanah ini menggunakan program PLAXIS v8.2. Setelah dianalisa, akan didapatkan hasil perilaku deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah dan deformasi maksimum yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah tersebut. Adapun dalam melakukan analisa stabilitas dan deformasi dinding penahan tanah memerlukan tahapan-tahapan seperti menganalisa dinding penahan tanah secara manual terhadap stabilitas terhadap penggeseran, stabilitas terhadap penggulingan dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah. Kemudian membuat permodelan 2D dan melakukan analisa dengan menggunakan program PLAXIS v8.2 untuk mendapatkan nilai deformasi dan *safety factor* pada dinding penahan tanah.

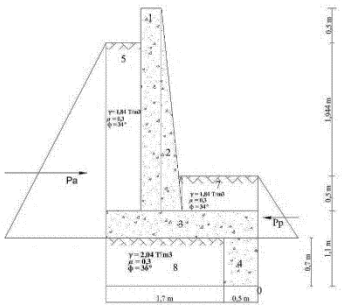
Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinding penahan tanah yang akan di analisa pada penelitian ini dilihat pada potongan melintang Sta. 051 yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Dinding Penahan Tanah dengan Diagram Tekanan Tanah

Data potongan melintang dari struktur dinding penahan tanah sesuai dengan kondisi struktur dinding penahan tanah pada gambar kerja. Untuk data dari spesifikasi struktur dinding penahan tanah adalah sebagai berikut.

1. Dinding penahan tanah terbuat dari beton bertulang.
2. Berat volume beton bertulang yang digunakan adalah 2,4 t/m^3
3. Dinding penahan tanah berbentuk T.
4. Dinding penahan tanah memiliki jenis tipe dinding kantilever.
5. Dinding penahan tanah memiliki tinggi 4 meter dan lebar 2,2 meter.
6. Mutu beton yang digunakan adalah K-350 atau fc=30.

Berikut dibawah ini adalah data parameter tanah yang digunakan dalam penelitian analisa dinding penahan tanah.

1. Tanah Timbunan
   a. Berat volume tanah timbunan (γ) = 1,84 t/m^3
   b. Poison Rasio (μ) = 0,3
   c. Modulus Young (Es) = 50000 kN/m^2
   d. Sudut geser dalam (φ) = 34°
2. Tanah Asli 1
   a. Berat volume tanah asli (γ) = 1,84 t/m^3
   b. Poison Rasio (μ) = 0,3
   c. Modulus Young (Es) = 50000 kN/m^2
   d. Sudut geser dalam (φ) = 34°
3. Tanah Asli 2
   a. Berat volume tanah asli (γ) = 2,04 t/m^3
   b. Poison Rasio (μ) = 0,3
   c. Modulus Young (Es) = 70000 kN/m^2
   d. Sudut geser dalam (φ) = 36°

Analisa Perhitungan Manual

Analisa perhitungan stabilitas terhadap geser sebesar 4,05 > 1,5 (Aman). Analisa perhitungan stabilitas terhadap guling sebesar 5,45 > 1,5 (Aman). Analisa perhitungan daya dukung ijin tanah q_{maks} 8,43 T/m^2 < q_{all} = 12,51 T/m^2 (Aman) dan q_{min} 2,11 T/m^2 > 0 (Aman).

Analisa Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program PLAXIS V8.2

Parameter yang di masukkan ke dalam simulasi adalah parameter-parameter tanah di lokasi penelitian. Parameter tanah tersebut di dapatkan dari data sekunder proyek sesuai dengan keadaan di lapangan. Parameter-parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Tanah pada PLAXIS V8.2

Parameter (Notasi)	Satuan	Tanah 1	Tanah 2	Tanah 3
Model Material (*Model*)	-	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Jenis Perilaku Material (*Type*)	-	Terdrainase	Terdrainase	Terdrainase
Berat Volume Unsaturrated ($\gamma\ unsat$)	kN/m^3	16,00	16,00	16,00
Berat Volume saturrated ($\gamma\ sat$)	kN/m^3	18,00	18,00	20,00
Modulus Elastisitas (E)	kN/m^2	50000	50000	70000
Angka Poisson (υ)	-	0,30	0,30	0,30
Kohesi (C)	kN/m^2	0	0	0
Sudut Geser Dalam (φ)	°	34	34	36
K_x	m/hari	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03
K_y	m/hari	1,000E-03	1,000E-03	1,000E-03

Untuk parameter-parameter bangunan dinding penahan tanah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter Bangunan pada PLAXIS

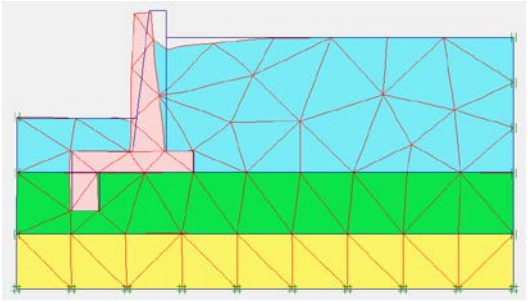
Parameter (Notasi)	Satuan	Dinding Penahan Tanah
Model Material (*Model*)	-	Linier-Elastic
Jenis Perilaku Material (*Type*)	-	Non-Porous
Berat Volume Beton ($\gamma beton$)	(kN/m^3)	24
Modulus Elastisitas (E)	(kN/m^2)	87,928
Angka Poisson (υ)	-	0,25

Setelah memasukkan parameter tanah dan bangunan, selanjutnya adalah beban yang bekerja pada dinding penahan tanah. Untuk beban yang bekerja pada dinding penahan tanahnya adalah beban lalu lintas yang diasumsikan sebagai beban merata. Dalam hal ini, beban diperuntukkan menganalisa perilaku deformasi yang terjadi pada struktur dinding penahan tanah. Besaran beban lalu lintas yang melintas sesuai dengan yang didapatkan pada data sekunder proyek RDMP Balikpapan yaitu 12,44 kN/m. Pada penelitian ini selain beban lalu lintas, ada juga beban gempa untuk permodelan akibat beban dinamis. Percepatan gempa yang dipakai dianggap sesuai dengan percepatan puncak di lokasi penelitian berdasarkan peta gempa yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia Tahun 2010. Dalam peta ini menempatkan kota Balikpapan, Kalimantan Timur dan sekitarnya dalam zona koefisien gempa 0,05-0,1 g.

Setelah semua tahapan perhitungan telah selesai dimasukkan, hasil perhitungan dapat diperoleh nilainya. Dalam penelitian pada skripsi ini, hasil perhitungan yang ditinjau diambil dari deformasi dinding penahan tanah pada potongan melintang yang dilihat berdasarkan nilai *displacement* atau pergerakan struktur dinding penahan tanah tersebut.

1. Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Sebelum di Bebani

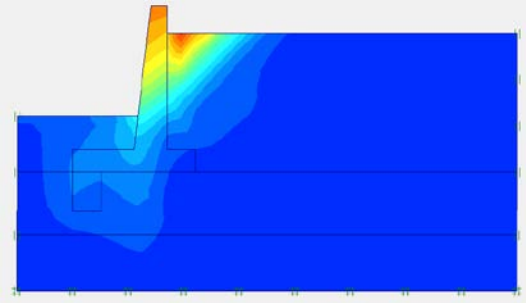
   Jaring-jaring elemen hingga atau *meshing* pada sta. 0-051 pada program PLAXIS dengan deformed mesh sebelum diberi beban dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Deformed Mesh* Sebelum Dibebani

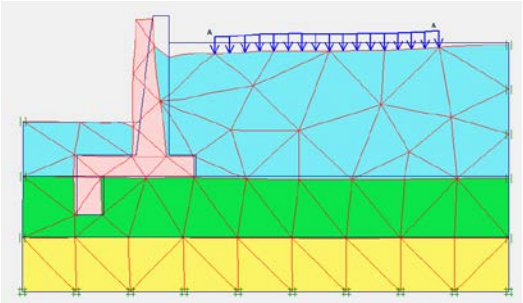
Nilai *effective stresses* sebelum diberi beban adalah sebesar -97,12 kN/m^2, yang menunjukan arah tegangan efektif lebih banyak ke kiri. Besaran nilai angka aman atau *safety factor* sebelum diberi beban adalah 3,783. Pada program PLAXIS Nilai *total displacement* sebelum diberi beban didapatkan senilai 0,00153 m. Untuk gambar *total displacement* yang

terjadi pada dinding penahan tanah bisa dilihat pada gambar 4.



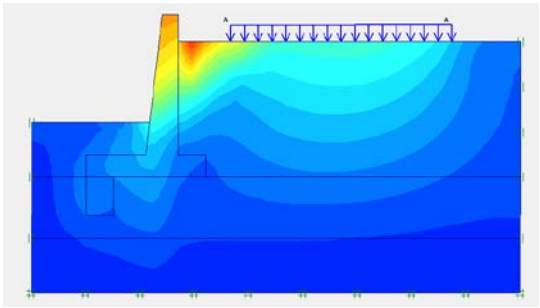
Gambar 4. *Total Displacement* Sebelum Dibebani

2. Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah dengan Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa
   Jaring-jaring elemen hingga atau *meshing* pada sta. 0-051 pada program PLAXIS dengan *deformed mesh* setelah ditambahkan beban lalu lintas dan beban gempa dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. *Deformed Mesh* dengan Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa

Nilai *effective stresses* dengan beban lalu lintas adalah sebesar -100,92 kN/m^2, yang menunjukan arah tegangan efektif lebih banyak ke kiri. Besaran nilai angka aman atau *safety factor* dengan beban lalu lintas dan beban gempa adalah 2,453. Pada program PLAXIS v8.2 Nilai *total displacement* dengan beban lalu lintas dan beban gempa didapatkan senilai 0,00184 m. Untuk gambar *total displacement* yang terjadi pada dinding penahan tanah dengan beban lalu lintas dan beban gempa bisa dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. *Total Displacement* dengan Beban Lalu Lintas dan Beban Gempa

KESIMPULAN

Dari hasil analisa perilaku gerakan massa tanah pada dinding penahan tanah proyek RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 menggunakan metode elemen hingga dengan program PLAXIS v8.2 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah RDMP Balikpapan sta. 0+027 - 0+051 sebelum diberi beban didapatkan dari dua perhitungan, yaitu perhitungan manual dan perhitungan menggunakan program PLAXIS v8.2. Pada perhitungan manual didapatkan nilai angka aman terhadap pergeseran, penggulingan dan daya dukung ijin tanah memenuhi syarat keamanan. Nilai angka aman terhadap pergeseran adalah 4,05 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5. Nilai angka aman terhadap penggulingan adalah 5,45 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5. Angka aman terhadap kapasitas daya dukung ijin tanah adalah 8,43 t/m^2 tidak melebihi tegangan yang diizinkan sebesar 12,51 t/m^2. Pada perhitungan menggunakan program PLAXIS v8.2 didapatkan nilai angka aman sebesar 3,783 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5.
2. Perilaku deformasi yang terjadi pada massa tanah dinding penahan tanah RDMP Balikpapan Sta. 0+027 - 0+051 sesudah diberi beban lalu lintas dan beban gempa. Nilai *effective stresses* dengan beban lalu lintas dengan gempa adalah -100,92 kN/m^2 dengan angka aman 2,453 lebih besar dari yang disyaratkan 1,5 dan *total displacement* sebesar 0,00184 m lebih kecil dari batas pergerakan longsor yang ditoleransi kan 0,2-0,4 m.

SARAN

Pada saat menganalisa dinding penahan tanah dengan menggunakan program PLAXIS hal yang harus diperhatikan adalah parameter-parameter yang menjadi *input* untuk permodelan yang akan dianalisa dan tahapan-tahapan permodelan agar kesalahan dalam pengerjaan bisa lebih di minimalisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh kawan-kawan akademika Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin yang telah mendukung kegiatan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan Proyek RDMP yang telah membantu memberikan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini dan juga kepada semua mahasiswa/i yang terlibat aktif dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Arif dan A. Widodo. "Analisa Balik Kelongsoran (Studi Kasus di Jember)", *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 16.2 (2012): 130-147

[2] Bowles, J.E. *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2*. Erlangga, Jakarta (1986)

[3] M. Endaryanti. dan Marpaung. "Analisis Perkuatan Lereng dengan Menggunakan Dinding Penahan Tanah di Skyland Jayapura Selatan". *Jurnal Teknik Volume VIII*, (2019): 22-35

[4] R. Fitri. "Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Safety Factor Lereng dengan Perkuatan Bored Pile Menggunakan Program PLAXIS 8.2, Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta (2016)

[5] H.C. Hardiyatmo. *Analisis dan Perancangan Fondasi I Edisi Ketiga*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta (2014)

[6] H.C. Hardiyatmo. *Mekanika Tanah I Edisi Ketiga*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta (2003)

[7] H.C. Hardiyatmo. *Mekanika Tanah II Edisi Kelima*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta (2010)

[8] M. Kalalo. "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara)", *Jurnal Sipil Statik*, 5.5 (2017): 285-294

[9] Kementerian Pekerjaan Umum. *Peta Zonasi Gempa Indonesia 2010*. Balitbang PU, Jakarta (2010)

[10] B. Look. *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Table*. UK Taylor and Francis Group, London (2007)

[11] N. Nanda. "Studi Stabilitas Lereng Jalan Tarusan Painan Pesisir Selatan dan Penanggulangannya", *Jurnal Universitas Putra Indonesia*, 1.2 (2019): 110-121

[12] A.A. Noor. "Pengaruh Beban Kendaraan Sebagai Beban Terbagi Rata terhadap Deformasi Geogrid sebagai Perkuatan Embankment", *Dinamika Rekayasa*, 8.1 (2012): 31-35

[13] O.F. Nur dan A. Hakam. "Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) Akibat Beban Dinamis dengan Simulasi Numerik", *Jurnal Teknik Sipil Universitas Andalas*, 6.2 (2010): 41-54

[14] PT. Wijaya Karya. *Data Penyelidikan Tanah (Soil Investigation)*. Balikpapan (2019)

[15] Rahardjo, Salim dan Widjaja. *Manual Kestabilan Lereng*. Geotechnical Engineering Center Universitas Katolik Parahyangan, Bandung (2002)

[16] Sosrodarsono dan Nakazawa. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Pradnya Paramita, Jakarta (2002)

[17] M.K. Wardani, F.T. Nuciferani dan M.F.N. Aulady. "Perencanaan Dinding Penahan Tanah untuk Menanggulangi Kelongsoran pada Kompleks Peternakan Ayam di Kecamatan Kandangan, Kediri, Jawa Timur", *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 2.2 (2018): 87-93

[18] N.A. Wibowo. "Pengaruh Kondisi Ekstrim Terhadap Stabilitas Internal dan

Eksternal Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program PLAXIS 8.2", Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta (2016)

[19] D. Yulianto. "Analisis Dinding Penahan Tanah dan Stabilitas Lereng dengan Struktur Counter Weight Menggunakan Program PLAXIS 8.5". Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta (2013)

P-78

PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN BAHASA INGGRIS DI POLITEKNIK NEGERI BALIKPAPAN DENGAN *COMMUNICATIVE APPROACH*

THE APPLICATION OF ENGLISH LEARNING METHODS IN STATE POLYTECHNICS OF BALIKPAPAN WITH COMMUNICATIVE APPROACH

Lilik Damayanti[1*], Abdul Gofur[2]
[1,2]*Politeknik Negeri Balikpapan, Jalan Soekarno Hatta Km. 8, Balikpapan*

[*]*E-mail: lilik.damayanti@poltekba.ac.id*

Diterima 17-10-2020	Diperbaiki 25-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Saat ini masih banyak metode pengajaran berpusat pada tenaga pengajar atau dosen (lecturer centre learning) pada metode ini sistem belajar-mengajar kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk berbahasa Inggris secara aktif. Berdasarkan hasil evaluasi pembelajaran bahasa Inggris di Poltekba, diketahui bahwa kemampuan berbahasa Inggris sebagian besar mahasiswa masih tergolong rendah yang ditunjukkan dengan nilai akhir mahasiswa di setiap semester yaitu lebih dari 60% mahasiswa yang mendapatkan nilai ≤ B. Maka penting bagi peneliti untuk mengetahui bagaimana seharusnya metode pembelajaran bahasa inggris yang tepat di Politeknik Negeri Balikpapan, sehingga pencapaian nilai akhir mahasiswa dan skor kemampuan bahasa inggris dapat meningkat secara signifikan dan membawa dampak terhadap meningkatnya persentasi lulusan Poltekba yang diterima di perusahaan asing. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan bahasa inggris mahasiswa Poltekba khususnya Communication skill dengan merancang suatu bentuk metode Communicative Approach yaitu metode yang dapat digunakan di semua kelas pembelajaran bahasa Inggris dengan berpusat pada Student Centre Learning sehingga lebih menekankan pada keaktifan mahasiswa dalam berbicara dan memproduksi kosakata.

Kata kunci : Kemampuan Bahasa Inggris, Communication Skill, Communicative Approach, Student Centre Learning

ABSTRACT

Nowadays, there are still many teaching methods centered on lecturers (lecturer center learning). In this method the teaching and learning system does not provide opportunities for students to speak English actively. Based on the results of the evaluation of learning English at Poltekba, it is known that the English proficiency of most students is still low as indicated by the final score of students in each semester, which is more than 60% of students got score ≤ B. Therefore it is important for researchers to know how the method should be applied to learn English at Balikpapan State Polytechnic, so that the final score of student and their English language proficiency can increase significantly and have an impact on increasing the percentage of Poltekba graduates who are accepted in foreign companies. The purpose of this study was to improve the English language skills of Poltekba students especially on communication skill by designing a form of the Communicative approach method, which is a method that can be used in all English learning classes with a student center learning so that it emphasizes student activeness through speaking and produce vocabularies.

.

Keywords : English Proficiency, Communication Skill, Communicative Approach, Student Centre Learning

PENDAHULUAN

Bahasa Inggris sebagai bahasa kedua dan bahasa komunikasi internasional menjadi bahasa yang wajib dipelajari mulai dari jenjang sekolah dasar sampai pendidikan tinggi. Saat ini, dengan semakin meningkatnya ekonomi global dan budaya kerja, bahasa Inggris menjadi salah satu syarat untuk bersaing di level Internasional dan menjadi syarat suatu perusahaan dalam mencari tenaga kerja yang kompeten.

Bahasa Inggris sebagai bahasa kedua menekankan pengembangan kemampuan komunikatif, yaitu kemampuan untuk tidak saja menghasilkan kalimat-kalimat yang gramatikal, namun juga menggunakan kalimat-kalimat tersebut untuk berkomunikasi [1].

Apabila kemampuan berkomunikasi dianggap sebagai tujuan akhir pembelajaran, maka mestinya tidak hanya dipandang sebagai produk, tetapi juga sebagai proses. Berbekal konsep tersebut maka Bahasa Inggris menjadi sangat penting untuk diajarkan kepada mahasiswa tidak hanya secara konsep atau materi tetapi juga harus dipraktekkan yaitu dengan memproduksi kosakata sehingga meningkatkan kemampuan berkomunikasi [2].

Saat ini masih banyak metode pengajaran berpusat pada tenaga pengajar atau dosen *(lecturer centre learning)* pada metode ini sistem belajar-mengajar kurang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk berbahasa Inggris secara aktif. Dalam program perkuliahan bahasa Inggris reguler, pembelajaran bahasa inggris seperti *reading, writing*, s*peaking,* dan *listening* sangat tidak mungkin untuk dilaksanakan karena keterbatasan waktu dalam 1 kali tatap muka (100 menit).

Deckert [3] mengemukakan bahwa berdasarkan pada keterpusatan siswa, *Communicative Language Teaching (CLT)* membutuhkan peran guru yang *low profile*, pekerjaan pasangan yang konstan atau penyelesaian masalah kelompok kecil, siswa menanggapi teks otentik, pertukaran yang diperluas pada topik yang serbaguna, dan penerapan empat keterampilan dasar, yaitu berbicara, mendengarkan, membaca, dan menulis.

Apa yang terjadi saat ini yaitu banyak siswa masih takut tidak bisa berbahasa Inggris. Rasa takut akan melakukan kesalahan lebih kuat dari keinginan mereka untuk berbicara, hanya siswa yang cerdas yang akan banyak berbicara di kelas. Ini artinya hanya siswa yang pandai akan mendapatkan lebih banyak kesempatan untuk berpartisipasi dalam kelas. Masalah ini terjadi bukan hanya karena ketidakmampuan mereka dalam merangkai kalimat tetapi karena kurangnya kosakata dan ide [4].

Dapat disimpulkan bahwa dalam metode pendekatan komunikatif juga perlu ditekankan bagaimana fungsi dari seorang pengajar selama proses pembelajaran itu berlangsung, karena inti dari pembelajaran tersebut adalah untuk membantu siswa memperoleh pengalaman yang mereka butuhkan sehingga mereka dapat berinteraksi secara verbal dan saling bertatap muka dengan cara bertukar informasi, mempertahankan pendapat, atau pemecahan masalah. Metode ini merupakan bentuk belajar mengajar yang mengunggulkan adanya interaksi antara dosen dengan mahasiswa dan mahasiswa dengan mahasiswa [5].

Berbagai upaya telah dilakukan di Politeknik Negeri (Poltekba) untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam berbahasa Inggris, di antaranya melalui mata kuliah Bahasa Inggris yang diberikan antara 3 sampai 5 semester dengan memberikan 4 keterampilan sekaligus berupa *reading, writing, speaking* dan *listening*, pelaksanaan tes simulasi TOEFL/TOEIC maksimal 3 kali disetiap semester, dan pemberian tips dan trik penguasaan Bahasa Inggris untuk mahasiswa.

Namun demikian, upaya tersebut belum cukup memberikan hasil yang positif bagi mahasiswa. Berdasarkan hasil evaluasi pembelajaran bahasa Inggris di Poltekba, diketahui bahwa kemampuan berbahasa Inggris sebagian besar mahasiswa masih tergolong rendah yang ditunjukkan dengan nilai akhir mahasiswa di setiap semester yaitu lebih dari 60% mahasiswa yang mendapatkan nilai ≤ B. Sama halnya dengan nilai akhir mata kuliah bahasa inggris, pemerolehan skor TOEFL/TOEIC juga masih sangat rendah atau belum mencapai standar yang ditetepkan yaitu nilai ≤ 450, sehingga berpengaruh pada tingkat persentasi mahasiswa yang diterima di perusahaan asing, karena nilai TOEFL/TOEIC menjadi salah satu syarat bagi pelamar kerja saat ini.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka penting bagi peneliti untuk mengetahui bagaimana seharusnya metode pembelajaran bahasa Inggris yang tepat di Politeknik Negeri Balikpapan, sehingga pencapaian nilai akhir mahasiswa dan skor kemampuan Bahasa Inggris dapat meningkat secara signifikan dan membawa dampak terhadap meningkatnya

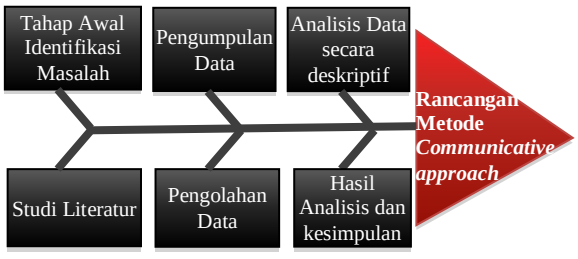
persentasi lulusan Poltekba yang diterima di perusahaan asing. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian ini juga dapat dijadikan dasar bagi dosen Bahasa Inggris untuk lebih memaksimalkan pengajaran dikelas dengan memberikan metode yang tepat sehingga materi yang diberikan dapat diterima dengan baik oleh mahasiswa.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif karena fokus pada bagaimana merancang metode pembelajaran yang efektif dengan menggunakan metode *Communicative approach*, sehingga peneliti akan merancang metode tersebut berdasarkan sumber data yang telah diperoleh yaitu berupa Silabus dan SAP yang sudah ada di Politeknik Negeri Balikpapan sebagai sumber data primer dan juga beberapa referensi terkait penelitian serupa seperti jurnal, buku, dan karya ilmiah lainnya.

Data akan dianalisis setelah proses pengumpulan data. Analisis akan difokuskan pada bagaimana merancang suatu bentuk metode pembelajaran bahasa inggris yang tepat untuk mahasiswa poltekba, karena berdasarkan nilai akhir mahasiswa dan skor kemampuan Bahasa Inggris selama ini masih sangat jauh dari target Institusi dan Dunia Indsutri. Dalam proses analisa, data akan dianalisis melalui langkah-langkah berikut: (1) mengidentifikasi silabus dan sap mata kuliah bahasa inggris, (2) mengklasifikasi materi pembelajaran, (3) merancang metode pembelajaran.

Gambar 1 berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan oleh penulis dalam melakukan penelitian:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan akhir dari kurikulum CLT adalah untuk mengembangkan kompetensi komunikatif siswa dan mempersiapkan mereka untuk menggunakan L2 di dunia luar. CLT harus secara konstan mencerminkan sisi komunikatif bahasa dan dengan menekankan [6]:

a. Peserta didik mempelajari suatu bahasa dengan menggunakannya untuk berkomunikasi.
b. Komunikasi otentik dan bermakna harus menjadi tujuan kegiatan kelas.
c. Kefasihan merupakan dimensi komunikasi yang penting.
d. Komunikasi melibatkan integrasi keterampilan bahasa yang berbeda.
e. Learning adalah proses konstruksi kreatif dan melibatkan *trial and error*.

Berikut adalah bagaimana rancangan metode pembelajaran Bahasa Inggris di Politeknik Negeri Balikpapan dengan menggunakan metode *Communicative approach* yang dibuat dalam 3 bagian, yaitu *Lesson Plan (part 1), Objective of the study (Part2),* dan *Teaching and Learning Process (Part 3).*

Tabel 1. *Lesson plan*

Lesson	English 1
Semester	First semester
Theme	Healthy life
Content	Fatty food
Duration	100 minutes

Seperti yang terlihat pada Tabel 1 di atas, rencana pembelajaran mencakup nama mata kuliah, semester, topik atau tema yang diajarkan dalam satu kali tatap muka, kemudian isi atau *supporting sentences* yang mendukung topik tersebut, serta lama waktu tatap muka. *Lesson plan* ini dibuat dengan mengacu pada silabus setiap mata kuliah Bahasa Inggris.

Tabel 2. *Objectives of the study*

Objectives	• to be able to ask questions • to be able to answer the questions • to be able to set cause and effect relations while speaking • to make comparisons while reading • to use pre-listening instructions in understanding what is said • to be able to answer pre-reading, while reading, and post-reading questions • to be able to set cause and effect relations while writing • to be able to provide examples from his own life and experiences while

	writing • to be able to build meaningful sentences • to be able to write relevant statements
Grammar Topics	Conditionals, Present tense
Teaching and Learning Techniques	• Brain Storming • Questions-answer • Pair-work • Discussion
Materials used by the teacher and students	• Reading text • Dictionary • Worksheet related to the text

Pada Tabel 2 *Objective of the study* dibuat berdasarkan tujuan dari setiap topik yang dibuat per tatap muka. Pada bagian ini terdapat tujuan atau sasaran yang akan dicapai oleh setiap peserta didik setelah mengikuti perkuliahan, juga bagaimana membuat teknik yang tepat dalam proses belajar mengajar sehingga sasaran yang ingin dicapai dalam setiap tatap muka bisa terpenuhi. Selama ini metode yang dipakai dalam setiap kelas Bahasa Inggris khususnya di semester awal masih berpusat pada *Lecturer centre learning* dikarenakan kurangnya teknik *brain storming, questions-answer, pair work,* dan *discussion.* Selain itu topik yang diangkat dalam setiap tatap muka dibuat sebagai satu topik yang menarik sehingga tata bahasa atau *grammar* yang disajikan dalam satu topik akan lebih mudah difahami. Intinya pada proses pembejalaran, siswa tidak terlalu terbebani dengan pola kalimat atau struktur bahasa, tetapi lebih menekankan pada produksi kata (*enlarge vocabularies)*

Tabel 3. *Teaching and Learning Process*

Teacher	**Students**	**Purpose**
A. Introduction (10 minutes) *T elicits the words* healthy *and* unhealthy. *T asks S:* Do you eat healthy food? *If not*, why not? *T elicits answers from S.* *A student may answer:* I eat too much candy and chocolate. *T uses the opportunity to elicit/ teach the word* fat, *as in* candy and chocolate are fats.	Listen S call out the answer to the question. (I eat too much fruit, etc.)	Arouse interest
(T=teacher S=students)		
B. Presentation (30 minutes) *Activity A* T check answer orally, encouraging discussion. T corrects major errors. *Activity B* T checks answer orally, explaining where necessary, encourages discussion. Example: *I eat a lot of fatty foods. I don't eat enough fruits*	S read the health quiz, using their dictionaries where necessary. S discuss the questions and put a tick or cross beside each sentence. S work in pairs. S answer the questions	Work in pairs and answer the question in the health quiz. Discuss the answer with the class. Check answer orally. Correct the errors. Receive feedback Reading for general understanding. Check reading comprehension
C. Main Activity/Practice (30 minutes) *Activity C* T elicits the word *lifestyle.* T checks answers orally, explaining where necessary. T corrects major errors. *Activity D* T checks understanding. T Checks answer orally, encouraging discussion for each question T could then ask students to write their answers. T writes new words on the board in sentences.	In pairs, S read the two texts and complete the chart. S use their dictionaries where necessary. S read the questions. S discuss the question in pairs. S answer the questions S write their advice to their friends.	Giving advice about one's health

D. Conclusion (15 minutes) Activity E T elicits a few sentences from students, for example: *You shouldn't smoke. You should eat more vegetables.* T walks round and checks S sentences	S write a short paragraph about their own lifestyle, using the texts in Activity C as a model.
E. Assesment/ Evaluation (15 minutes) T asks S to write a short paragraph about their own lifestyle	

Setelah menentukan tujuan atau sasaran dari pembelajaran, maka tahapan selanjutnya yang ditunjukkan pada Tabel 3 yaitu *Teaching and Learning Process* merupakan tahapan pengimplementasian metode *communicative approach* kedalam pola pembelajaran di kelas. Setiap kegiatan mulai dari *introduction, presentation, main activity/practice, conclusion, assesment/evaluation* disusun dalam jangka waktu terbatas. Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa fokus dari metode ini adalah komunikasi yang diciptakan antar siswa satu ke siswa lainnya, keaktifan siswa bisa terlihat dengan penerapan metode ini, sehingga kecenderungan siswa yang pasif bisa lebih di minimalisir.

Dapat disimpulkan pula bahwa kegiatan selama pembelajaran dirancang secara deduktif, dimana siswa pada awalnya membaca atau dihadapkan pada suatu konteks dan kemudian diminta untuk membuat pernyataan serupa yang sesuai dengan konteks tersebut. Rancangan pembelajaran seperti ini menunjukkan bagaimana pengaplikasian kelas *CLT* secara umum selama proses pembelajaran di kelas Bahasa Inggris.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa pengajaran Bahasa Inggris dengan metode *Communicative Approach* adalah pengajaran Bahasa Inggris untuk tujuan komunikasi dan bagaimana siswa memproduksi kosakata berdasarkan konteks, sehingga lebih menekankan pada keaktifan siswa dikelas. Dengan demikian, teknik yang digunakan untuk pengajaran Bahasa Inggris didasarkan pada cara yang komunikatif dan sumber data yang otentik. oleh karena itu, tujuan pengajaran Bahasa Inggris dan target akhir dari penerapan metode ini yaitu siswa dapat mengekspresikan diri mereka dengan berkomunikasi secara lancar dalam Bahasa Inggris, terlepas dari bentuk pengucapan (*pronounciation*) mereka. Target dalam setiap pembelajaran ditetapkan agar penutur dapat mereproduksi bahasa tersebut tanpa mengacu pada bahasa ibunya (L1) baik secara mental maupun budaya.

SARAN

Untuk mencapai tujuan suatu pengajaran Bahasa Inggris yang berbasis *Student Learning Centre*, seluruh kerangka pengajaran Bahasa Inggris harus dapat menggabungkan pendekatan dan metode yang lebih bervariatif dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik, yaitu dengan memanfaatkan kelebihan dan menghindari kelemahan dari suatu sistem atau metode yang seringkali dipakai pada saat proses pembelajaran. Pendekatan komunikatif untuk pembelajaran Bahasa Inggris kedepannya harus lebih menekankan pada materi yang bersifat *English for Specific Purposes*, sehingga kebutuhan peserta didik untuk dapat menguasai Bahasa Inggris untuk kebutuhan industri bisa tercapai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Institusi dan P3M Politeknik Negeri Balikpapan yang sudah memberikan dorongan baik secara moral maupun materil demi terlaksananya kegiatan penelitian ini, sehingga kami dapat melaksanakan penelitian ini dengan lancar dan mencapai hasil yang maksimal. Kami berharap semoga kegiatan penelitian ini bisa membawa manfaat yang luas untuk peningkatan IPTEKS.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Richard, Jack C. "Curriculum Development in Language Teaching", *Cambridge University Press*, Cambridge (2001)

[2] Waluyo, Kunardi, Joko, N. "Kemampuan Guru Mengimplementasikan Pendekatan Komunikatif dalam Pengejaran Bahasa

Inggris di SMA dan SMK Kota Surakarta", *Jurnal Penelitian Pedagogia*, (2010): 87-97

[3] Glenn Deckert. "The communicative approach: addressing frequent failure", *English teaching Forum*, (2004)

[4] Sagala, Syaiful. "Konsep dan Makna Pembelajaran", *Alfabeta*, Bandung (2003)

[5] Herman, hudojo. "Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika, Commom Textbook". *Imstep Jica*, (2003)

[6] William Littlewood. "Communicative Language Teaching", *Cambridge University Press*, Cambridge, (1981)

P-79

KAJIAN LITERATUR MENUJU EKONOMI SIRKULAR UNTUK PISANG DAN PRODUK OLAHANNYA

LITERATURE REVIEW TOWARDS CIRCULAR ECONOMY FOR BANANA AND ITS PROCESSED PRODUCTS

Wara Widyarini Endah Saptaningtyas[1*], Titik Nurwidayati[2]
[1,2]Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda, Jl MT Haryono/Banggeris No.1, Samarinda

[*]E-mail: wara.widyarini@gmail.com

Diterima 19-10-2020	Diperbaiki 22-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pisang merupakan tanaman yang tumbuh di daerah tropis dan di Indonesia tersebar di 32 provinsi. Pemanfaatan pisang mulai dari pisang segar sampai dengan olahan bunga (jantung), daging, kulit, daun, batang,and bonggol pisang. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan mengkaji literatur. Artikel ini mengkaji berbagi literatur tentang penelitian olahan pisang dengan tujuan untuk mengetahui potensi penerapan ekonomi sirkular di industri olahan pisang. Hasil literatur menunjukkan bahwa industri olahan pisang potensial untuk mengadopsi pendekatan ekonomi sirkular.

Kata kunci : ekonomi sirkular, olahan product pisang, pisang

ABSTRACT

Banana is a plant that grows in tropical areas and in Indonesia is spread over 32 provinces. Utilization of bananas starts from fresh bananas to processed flowers (heart), meat, skin, leaves, stems, and bananas. The methodology used in this research is descriptive qualitative by reviewing the literature. This article examines the sharing of literature on banana processing research with the aim of investigating the potential applications of the circular economy in the banana processing industry. The literature shows that the banana processing industry has the potential to adopt a circular economy approach

Keywords : circular economy, banana processed product, banana

PENDAHULUAN

Pisang merupakan tanaman yang tumbuh di daerah tropis. Di Indonesia produksi pisang tersebar di 32 provinsi dan meningkat setiap tahun . Produksi pisang pada tahun 2019 sekitar 7, 28 juta ton [1] meningkat sekitar 0,22% dari tahun 2018. Sumbangan produksi pisang terbesar berasal dari provinsi Jawa Timur dengan produksi 21,17 juta ton, Jawa Barat 12,20 juta ton, dan Lampung 12,10 juta ton [1].

Pisang merupakan salah satu sumber pangan yang bergizi bagi masyarakat dan mudah untuk didapatkan . Pemanfaatan pisang sendiri tidak hanya terbatas pada olahan daging buah akan tetapi sampai dengan akar. Untuk meningkatkan potensi pisang maka serangkaian penelitian olahan dan pengembangan produk pisang telah dilakukan. Kandungan pisang antara lain antioksidan, karbohidrat, serat, sodium, potassium,betakaroten, Vitamin A, Vitamin B1, dan Vitamin C serta Vitamin E.Kadar kandungan pisang ini bisa berbeda-beda tergantung jenis pisang.Jenis pisang yang tumbuh di Indonesia sendiri memiliki berbagai spesies. Menurut [2] kandungan pisang baik pada daging maupun kulitnya memiliki pengaruh positif terhadap industri pangan.

Pada artikel ini kami membahas berbagai jenis olahan berbasis pisang dalam rangka untuk mengetahui potensi penerapan

ekonomi sirkular sehingga dapat meningkatkan nilai tambah dan nilai ekonomis industri pisang yang dapat mengurangi limbah industri mencapai *zero waste* industri. Ekonomi sirkular sendiri adalah suatu sistem industri yang memiliki sifat regeneratif dan restoratif dimana siklus akhir produk "ditiadakan" dengan menerapkan sistem dan bisnis model baru, dan merancang produk berbasis penggunaan energi terbarukan, menghilangkan penggunaan bahan kimia dan beracun serta meminimalisir limbah.

METODOLOGI

Metodologi penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan teknik kajian literatur. Literatur yang didapat menggunakan *database googlescholar*. Tujuan kajian literatur dalam penelitian ini untuk menganalisis olahan pisang baik dari hasil penelitian dan implementasi industri dibandingkan dengan pohon industri pisang apakah dapat dikembangkan menggunakan pendekatan ekonomi sirkular.

Literatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah literatur yang dipublikasikan dalam sepuluh tahun terakhir. Kata kunci pencarian adalah olahan pisang dan pengembangan produk pisang. Kajian literatur ini bertujuan untuk mendapatkan persepsi potensi penerapan ekonomi sirkular untuk mengurangi limbah industri mencapai *zero waste* industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri buah pisang secara umum ada dua yaitu buah segar dan olahan pisang. Olahan pisang ini memanfatkan bagian buah, kulit, batang, daun, akar(bonggol) dan jantung pisang. Pohon industri pisang [3] menunjukkan bahwa seluruh bagian dari pohon pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri mulai dari industri pangan, farmasi sampai dengan tekstil.

Buah Segar Pisang

Buah segar pisang memiliki pangsa ekspor yang cukup besar, pada tahun 2019 ekspor pisang segar sebesar 11.345 ton sedangkan konsumsi pisang rumah tangga di Indonesia sebesar 1, 85 juta ton [1]. Tingginya pangsa pasar buah segar ini menuntut mutu buah pisang yang baik. Penelitian terkait mutu buah pisang segar antara lainlama simpan [4], tingkat kematangan (Harefa & Pato, 2017), nilai kandungan [5],[6].

Mutu buah segar pisang yang baik membuka celah untuk pengembangan industri olahan pisang tidak hanya terbatas pada pasar buah segar.

Bunga atau Jantung Pisang

Bunga atau jantung pisang secara tradisional di beberapa daerah telah dimanfaatkan sebagai bahan baku lauk. Bunga atau jantung pisang ini mengandung protein, lemak, karbohidrat, energi, zat besi, vitamin A, B1, C, fosfor dan air. Dengan kandungan tersebut jantung pisang memiliki manfaat untuk melancarkan air susu ibu (ASI) menurut [7] dan [8]. Selain itu dengan kandungan yang dimiliki maka bunga atau jantung pisang cocok sebagai pengganti sumber protein hewani, penelitian olahan produk pangan pengganti protein hewani antara lain bakso [9], abon ikan [10], abon sapi [11], dan dendeng [12].

Daging Pisang

Daging buah pisang memiliki kandungan antara lain karbohidrat, serat, vitamin C, vitamin B. Penelitian dan olahan industri buah pisang telah dilakukan secara bertahun-tahun. Penelitian olahan pisang antara lain tepung [13],[14],[15], sosis buah [16], *flake*[17], *nugget*[18], *snack bar*[19], [20], *puree*[21], *fruit leather*[22], [23], [24], sari buah [25], selai [26], es krim [27],[28], yogurt [13],[29], keripik [30], [31], tapai [32], dan biskuit [33].

Selain penelitian di atas, untuk meningkatkan daya saing industri olahan daging buah pisang maka banyak dilakukan kajian dan penelitian terkait strategi dan pengembangan mutu produk. Penelitian pengembangan mutu dan strategi ini akan meningkatkan efisiensi produksi. Penelitian terkait antara lain pengenalan industri olahan pisang [34], analisis kelayakan industri keripik[35], analisis pendapatan dan nilai tambah[36][37], analisis peramalan penjualan [38], strategi perancangan mutu [39], dan sistem produksi [40].

Kulit Pisang

Olahan kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan dan bahan baku industri. Penelitian terkait pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan pangan antara lain sebagai tepung [41], *brownies*[42], permen [43], kripik [44], kerupuk [45], [46], nata de banana [47]. Selain sebagai bahan pangan, penelitian olahan kulit pisang juga sebagai bahan baku industri

lainnya seperti anti bakteri [48], *plester patch*[49], semir sepatu [50], dan bahan baku tekstil [51]. Kulit pisang juga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi [52], *bioethanol*[53].

Industri olahan kulit pisang saat ini menjadi industri yang terpisah dari industri olahan daging pisang walaupun rantai pasok industrinya terhubung dengan industri olahan daging pisang. Hal ini menyebabkan *life cycle* produk yang terlalu panjang dengan nilai *life cycle assessment* (LCA) produk olahan kulit pisang menjadi tinggi sehingga dampak negatif terhadap lingkungan akan meningkat.

Daun Pisang

Secara tradisional daun pisang sudah dimanfaatkan sebagai alat pembungkus makanan.Penelitian tentang potensi pemanfaatan daun pisang sebagai bahan baku industri pangan seperti minuman fungsional [54], zat anti *bronwing* pada sayuran [55], kemasan aktif [56] sedangkan pada bidang farmasi pembuatan ekstrak *ethyl asetat* (Mastuti dan handayani, 2014,[57], obat luka[58] (putra et alm 2017), obat diabetes [59],[60], gel ekstrak [61],*hand sanitizer*[62]. Penelitian pemanfatan daun pisang lainnya yang berpotensi menjadi industri antara lain *spray* anti air[63], pupuk organik [64], briket [65].

Batang

Potensi batang pisang tahun 2019 terbesar di provinsi Jawa Barat sebesar 20, 45 juta rumpun pisang [1]memiliki sehingga berpotensi menjadi bahan baku industri. Penelitian pemanfaatan batang pisang antara lain dendeng [66],*pulp*[67], bahan baku tas [68][69]*wallpaper*[70], beton [71], *antiacne* [72], *handsanitizer*[73], antifungi [74]. Hal ini menunjukkan bahwa batang pisang dapat dimanfaatkan di industri makanan, farmasi, konstruksi dan kreatif.

Akar/Bonggol

Bonggol memiliki kandungan karbohidrat dan anti bakteri sehingga dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan, farmasi dan energi. Penelitian pemanfaatan bonggol untuk industri makanan antara lain tepung[75],granul [76], mie[77], [78]sedang untuk bahan baku farmasi antara lain anti jerawat [79], anti bakteri [80], juga produk lainnya antara lain bahan baku pupuk cair organik[81], plastik *biodegradable*[82] dan *bioethanol*[83].

Identifikasi Potensi Penerapan Ekonomi Sirkular Industri Pisang dan Produk Olahannya

Literatur di atas menunjukkan potensi olahan pisang di bidang pangan, farmasi, tekstil, energi, pertanian dan juga kontruksi. Penerapan ekonomi sirkular pada industri olahan pisang dapat diadopsi oleh semua bidang olahan di atas. Langkah penerapan ekonomi sirkular antara lain pembuatan sistem dan model bisnis ekonomi sirkular dan bagaimana hubungan antar bidang yang dapat saling terkait dan terhubung.

Pada saat ini ekonomi sirkular pada industri olahan pisang belum terbentuk, namun ada beberapa aliran yang mulai terbentuk khususnya di bidang olahan pangan. Untuk itu diperlukan model sirkular ekonomi sehingga memudahkan industri guna mengadopsi konsep di dalam proses bisnis mereka dan menjalin rantai pasok yang baik antar entitas bisnis baik di dalam satu bidang industri maupun lintas bidang.

KESIMPULAN

Kajian pustaka menunjukkan bahwa pisang dan industri olahannya memiliki potensi yang sangat besar di dalam penerapan ekonomi sirkular sehingga diharapkan industri pisang dan olahannya menjadi industri yang *zero waste.*

SARAN

Perlunya penelitian lanjutan terutama pembuatan model bisnis dan sistem industri olahan pisang berbasis sirkular ekonomi, selain itu juga penelitian terkait efisiensi dan efektifitas proses produksi olahan pisang sehingga nilai tambah produk meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini dapat digunakan oleh penulis untuk mengucapkan terima kasih pada orang-orang atau institusi yang telah membantu penelitian terkait.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BPS, *Statistik Holtikultura 2019*. Jakarta: BPS-RI, 2020.

[2] A. Amini Khoozani, J. Birch, and A. E.-D. A. Bekhit, “Production, Application and Health Effects of Banana Pulp and Peel Flour in The Food Industry,” *J. Food Sci. Technol.*, vol. 56, no. 2, pp. 548–559, 2019, doi: 10.1007/s13197-018-03562-z.

[3] D. Pertanian, "Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis," Jakarta, 2005.

[4] R. Nurfazizah, S. Susanto, and W. D. Widodo, "Karakterisasi dan Daya Simpan Empat Aksesi Buah Pisang Tanduk (Musa .sp AAB)," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 7, no. 3, pp. 303–311, 2019.

[5] D. N. Rahmawati, "Pengaruh Konsentrasi Strater Acebacter aceti Dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Asam Asetat (Vinegar) Pisang Klutuk (Musa Balbisiana Colla)," Universitas Pasundan, 2019.

[6] C. W. K. Wekti and F. Khanifa, "Kadar Vitamin C Pada Buah Pisang Raja (Musa paradisiaca L.) Sebelum dan Sesudah Penambhana Kalsium Karbida (CaC2)," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.

[7] Riani, "Pengaruh KOnsumsi Rebusan Jantung PIsang Terhadap Ekskresi ASI Pada Ibu Menyusui Di Desa Ranah Wilayah Kerja Puskesmas Kampar Tahun 2016," *J. Ners Univ. Pahlawan Tuanku Tambusai*, vol. 1, no. 1, pp. 117–124, 2017.

[8] U. Noviana, "Pengaruh Konsumsi Jantung Pisang Terhadap Produksi Asi Pada Ibu Nifas," *J. Ilm. Obs. J. Ilm. Ilmu Kebidanan Kandung. P-ISSN 1979-3340 e-ISSN 2685-7987*, vol. 11, no. 1, pp. 10–18, 2019, doi: 10.36089/job.v11i1.24.

[9] T. Alawiyah, I. Picauly, G. T. S. Oematan, and M. R. Pellokila, "Uji Organoleptik Produk Olahan Bakso Kombinasi Jantung Pisang, Kacang Merah (Phaseolus Vulgaris) Dan Uni Jalar (Ipomea batatas L)," *J. Pazih*, vol. 9, no. 1, pp. 941–947, 2019.

[10] A. M. Ismail and D. E. Putra, "Inovasi Pembuatan Abon Ikan Cakalang dengan Penambahan Jantung Pisang," *Agritech J. Fak. Pertan. Univ. Muhammadiyah Purwokerto*, vol. 19, no. 1, pp. 45–54, 2017.

[11] R. Fiannisa, "Pengaruh Subsitusi Jantung Pisang Terhadap Kualtas Abon Daging Sapi," Universitas Negeri Padang, 2017.

[12] W. Sartika and E. Heriyanto, "Analisis Value Added Dendeng Daging Jantung Pisang (Musa Paradisiaca) KWT Kebersamaan Di Kabupaten Padang Pariaman," in *Prosiding SEMNAS PERSEPSI III Manado*, 2018, pp. 506–512.

[13] Y. Rosalina, L. Susanti, D. Silsia, and R. Setiawan, "Karakteristik Tepung Pisang dari Bahan Baku Pisang Lokal Bengkulu," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 7, no. 3, pp. 153–160, 2018, doi: 10.21776/ub.industria.2018.007.03.3.

[14] Widaningrum, S. L. Suryaatmadja, N. Richana, and Suliantari, "Penambahan Tepung Pisang Uli Modifikasi Kaya Pati Resisten Pada Pembuatan Yogurt Sinbiotik," *J. Pascapanen*, vol. 10, no. 1, pp. 38–47, 2013.

[15] I. Y. Pratiwi and O. Krisbianto, "Kandungan Gizi, Beta Karoten dan Antioksidan pada Tepung Pisang Tongka Langit (Musa troglodytarum L.)," *agriTECH*, vol. 39, no. 1, p. 48, 2019, doi: 10.22146/agritech.32335.

[16] N. Hairiyah and Jubaidah, "Penentuan Formulasi dan Umur Simpan Sosis Buah Dengan Penambahan Tepung Tapioka," *J. Teknol. Agro-Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 14–21, 2016.

[17] S. Winarti, S. HP, and E. Estrada, "Sifat Fisiko-Kimia Flake Kepok dengan Subsitusi Tepung Casava," *J. Rekapangan*, vol. 11, no. 2, pp. 1–10, 2016.

[18] S. C. Siagian, M. Nugraheni, and M. A. Hasibuan, "Pemberdayaan Ibu Rumah Tangga Pada Inovasi Pengolahan Nugget Pisang Untuk Meningkatkan Ekonomi Di Desa Sipispis Empowerment of Housewives in Banana Nugget Processing Innovation to Improve Economy in Sipispis Village Berdasarkan data Badan Pusat Statistik," 2019.

[19] Desiliani, N. Harun, and S. Fitriani, "Pemanfaatan Tepung Pisang Kepok dan Buah Nangka Kering dalam Pembuatan Snack Bar," *J. Teknol. Pangan*, vol. 13,

no. 1, pp. 1–11, 2019, doi: 10.33005/jtp.v13i1.1503.

[20] N. N. Afiifah and M. Srimiati, "Analisis Proksimat Snack Bar dengan Substitusi Tepung Pisang Kepok (Musa paradisiaca linn)," *J. Ilm. Kesehat.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–42, 2020, doi: 10.36590/jika.v2i1.46.

[21] A. Astari, "Subtitusi Puree Pisang pada Pembuatan Banana Muffin dan Tepung Pisang pada Pembuatan Banana Cheese Stick," Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.

[22] A. D. Marzelly, S. Yuwanti, and T. Lindriati, "Karakteristik Fisik, Kimia, Dan Ssensoris Fruit Leather Pisang Ambon (Musa paradisiaca S.) Dengan Penambahan Gula Dan Karagenan," *J. Agroteknologi*, vol. 11, no. 02, p. 172, 2018, doi: 10.19184/j-agt.v11i02.6526.

[23] K. Jannah, A. Dwiani, and S. Rahman, "Pembuatan Fruit Leather Ddengan Campuran Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus) Dan Buah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca)," *Pro Food*, vol. 5, no. 1, p. 414, 2019, doi: 10.29303/profood.v5i1.92.

[24] Y. Panigoro, Z. Antuli, and M. Limonu, "Karakterisasi Fisikokimia dan Sensori Fruit Leather Hasil Formulasi Mangga Arum manis (Mangifera indica L . var arum manis) dan Pisang Goroho (Musa acuminate sp.) Physicochemical and Sensory Characterization of Fruit Leather from the Formulation of Sw," pp. 1–10.

[25] V. N. Lawalata and G. Tetelepta, "Daya Terima Minuman Sari Buah Pisang Tongka Langit dengan Perlakuan Lama Blansing," *AGRITEKNO, J. Teknol. Pertan.*, vol. 8, no. 1, pp. 24–28, 2019, doi: 10.30598/jagritekno.2018.8.1.24.

[26] P. M. Manik, V. S. Johan, and Rahmayuni, "Pemanfaatan Buah Pisang Masak Sehari Dan Kelopak Bunga Rosella Dalam Pembuatan Selai," *JOM Faperta*, vol. 4, no. I, pp. 1–14, 2017.

[27] Hasanuddin, K. H. Dewi, and I. Fitri, "Pengaruh Proses Pembuatan Es Krim Terhadap Mutu Es Krim Berbahan Baku Pisang," *J. AgroIndustri*, vol. 1, pp. 1–7, 2011.

[28] H. C. D. Tuhumury, S. J. Nendissa, and M. Rumra, "Kajian Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Es Krim Pisang Tongka Langit," *AGRITEKNO, J. Teknol. Pertan.*, vol. 5, no. 2, p. 46, 2016, doi: 10.30598/jagritekno.2016.5.2.46.

[29] D. Aprilia, S. Hermalia, R. Rahayu, and I. D. Destiana, "Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Pisang sebagai Prebiotik Alami dan Pektin terhadap Karakteristik Cocogurt," in *10th Industrial Research Workshop and National Seminar Proceeding*, 2019, pp. 41–46.

[30] M. R. Wahyunitisari and W. Renowati, "Pengembangan Produksi UKM Keripik Pisang Di Desa Kramat Sukoharjo Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember Jawa Timur," *J. ABM Mengabdi*, vol. 6, no. 2, pp. 63–70, 2019.

[31] I. T. Iswan, "Strategi Pengembangan Produktivitas dan Pemasaran Keripik Pisang 'Banachip,'" Universitas Hasanuddin, 2013.

[32] N. Syahputra, G. Priyanto, and A. Wijaya, "Pengaruh Pasca Pemanasadan dan Penyinaran Ultraviolet Terhadap Penyimpanan Tapai Pisang," *BIOnatural*, vol. 5, no. 2, pp. 1–18, 2018.

[33] N. Musita, "Kajian Fisikokimia dan Organoleptik Biskuit Coklat Pisang Batu," in *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*, 2019, pp. 149–157.

[34] Y. Cahyana, M. Herlina, and D. Kurniati, "Introduksi Produk Olahan Berbasis Pisang Pada Unit Usaha Pengolahan Pangan Di Desa Cileunyi Kulon Kabupaten Bandung," *Dharmakarya J. Apl. Ipteks untuk Masy.*, vol. 8, no. 3, p. 194, 2019, doi: 10.24198/dharmakarya.v8i3.19807.

[35] A. R. Wardhani, P. Suwandono, Silviana, and A. R. Fadhillah, "Analisis Kelayakan Bisnis Pada UKM Kripik Pisang Ramesta di Tulungagung," *J. Masy. Merdeka*, vol. 2, no. 1, pp. 32–36, 2019.

[36] A. Agustin, A. Y. Isyanto, and B. Setia, "Analisis Biaya Pendapatan dan R/C Agroindustri Keripik Pisang," *J. Ilm. Mahasisfa Agroinfo Galuh*, vol. 7, no. 1, pp. 28–33, 2020.

[37] D. Nurpalasari, "Analisis Pendapatan dan Nilai Tambah Agroindustri Pisang Menjadi Keripik Pisang dan Sale Pisang," Univeristas Siliwangi, 2020.

[38] S. Wardah and I. Iskandar, "Analisis Peramalam Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus (Studi Kasus : Home Industry Arwana Food Tembilahan)," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 3, p. 135, 2016, doi: 10.14710/jati.11.3.135-142.

[39] B. H. P and D. I. Susilowati, "Strategi Perancangan Mutu Ripe Banana Chip (RBC) Berbasis Harapan Konsumen," pp. 76–84.

[40] Y. Andriana, "Rancang Bangun Sistem Produksi Agroindustri Energy Bar Berbasis Pisang (Musa paradisiaca(," Institut Pertanian Bogor, 2013.

[41] T. Aryani, I. A. U. Mu'awanah, and A. B. Widyantara, "Karakteristik Fisik, Kandungan Gizi Tepung Kulit Pisang dan Perbandingannya terhadap Syarat Mutu Tepung Terigu," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, p. 45, 2018, doi: 10.30595/jrst.v2i2.3094.

[42] O. G. Hidiarti and M. Srimiati, "Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang Kepok (Musa paradisiaca linn) dalam Pembuatan Brownies," *J. Ilm. Kesehat.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–39, 2019, doi: 10.36590/jika.v1i1.5.

[43] A. Afriandi, L. Lahming, and S. Yanto, "Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Linn) Dengan Variasi Buah Naga Menjadi Permen Fungsional," *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 1, no. 1, p. 119, 2018, doi: 10.26858/jptp.v1i1.6225.

[44] D. Wakano, E. Samson, and L. D. Tetelepta, "Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Bahan Olahan Kripik Dan Kue Donat Di Desa Batu Merah Kota Ambon," *J. Biol. Sci. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 9–22, 2016.

[45] D. O. Chandra, "Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Kerupuk Kulit Pisang Barangan (Musa acuminata L.) Yang Diperkaya Daging Ikan Lele *Clarias sp.)," Universitas Tanjungpura, 2018.

[46] M. M. A. Aziz, A. Roosenani, and A. I. Yuliana, "Kajian Pengaruh Kombinasi Limbah Kulit Buah Pisang Raja Nangka (Musa paradisiaca L.) dan Tepung Tapioka pada Proses Pembuatan Kerupuk Kulit Buah Pisang terhadap Uji Organoleptik," *AgrosaintifikaJurnal Ilmu-ilmu Pertan.*, vol. 2, no. 1, pp. 75–80, 2019.

[47] S. Aprianto, "Pengaruh Konsentrasi Bakteri Dan PH Pada Proses Fermentasi Kulit Pisang Menjadi Nata De Banana Peel," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.

[48] N. Ariani and Norjannah, "Daya Hambat Ekstrak Etanol Kulit Buah Pisang Kepok Mentah (Musa paradisiaca forma typica) Terhadap Pertumbuhan Escherichia coli Secara In Vitro," *J. Ilm. Ibnu Sina*, vol. 2, no. 2, pp. 296–303, 2017.

[49] S. Syakri, "Formulasi dan Evaluasi Sediaan Plester Patch dari Ekstrak Etanol Limbah Kulit Buah Pisang Kepok (Musa acuminata)," *JF FIK UINAM*, vol. 7, no. 1, pp. 9–16.

[50] A. Haslindah, A. Andrie, and D. P. Efendi, "Pengembangan Produk Semir Sepatu Dengan Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L.)," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 14, no. 01, pp. 1998–2001, 2019, doi: 10.47398/iltek.v14i01.356.

[51] E. Rossol, "The Viability of Banana Fiber-based Textiles in the Fashion Industry," Kent State University, 2019.

[52] Y. K. Adi, M. R. Kirom, and A. R. I. Utami, "Analisis Pengaruh Rasio Volume Lumpur Sawah dan Limbah Kulit Pisang Sebagai Substrat Terhadap Produksi Energi Listrik Pada MFC," in *The 11th University Research Colloqium 2020*, 2020, pp. 133–139.

[53] G. O. Donuata, F. K. Y. Serangmo, and I. Gauru, "Pembuatan Bioethanol Skala LaboratoriumSebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Pengembangan Energi Terbarukan Dari Bahan Baku Serbuk Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formatypica)," *JTM - J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 47–52, 2019.

[54] Alsuhendra and Ridawati, "Pembuatan Minuman dari Ekstrak Daun Pisang Batu (Musa balbisiana Call) Dengan Penambahan Ferro Sulfat," *J. Mat. Sains, dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 102–110, 2019.

[55] Y. Yuningsih, "Potensi Ekstrak Air Daun Pisang Kepok (Musa paradisiaca var.bluggoe L.) Sebagai Bahan Anti Browning Umbi Kentang (Solanum tuberosum L.)," Universitas Lampung, 2019.

[56] S. N. Rahmadhia, U. Santoso, and Supriyadi, "Ekstrak Daun Pisang Klutuk (Musa balbisiana Colla) sebagai Bahan Tambahan pada Pembuatan Kemasan Aktif berbasis Methyl Cellulose," *CHEMICA*, vol. 6, no. 1, pp. 7–14, 2019.

[57] V. I. Palupi, "Ekstraksi Epigallocatechin gallate (EGCG) Daun Pisang Batu (Musa Balbisiana Colla) Dengan Teknik Kavitasi," Universitas Brawijaya, 2019.

[58] D. A. C. Putra, H. Lutfiyati, and P. Pribadi, "Effectiveness of banana leaves extract (Musa paradisiaca L.) for wound healing," *Pharmaciana*, vol. 7, no. 2, p. 177, 2017, doi: 10.12928/pharmaciana.v7i2.6251.

[59] As. Burhan, B. Hardianti, and Mujilah, "Uji Aktivitas Hipoglikemik Ekstrak Daun Pisang Kepok Kering Terhadap Mencit Jantan," *Media Kesehat. Politek. Kesehat. Makassar*, vol. XIV, no. 1, pp. 66–80, 2019.

[60] R. Febryanto, Hajrah, and L. Rijai, "Potensi Ekstrak Daun Pisang (Musa textilis Née) Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah," in *Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian Ke-4*, 2016, pp. 282–288.

[61] O. Nilna, L. Nisa, A. Verdani, L. Hermadi, H. Khoiriyah, and N. Purwojati, "Uji Stabilitas Pada Gel Ekstrak Daun Pisang (Gelek Usang)," in *University Research Colloquium*, 2017, pp. 223–228.

[62] N. L. Fadhilah, "Potensi Pelepah Daun Pisang Kepok Sebagai Hand Sanitizer Alami," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, pp. 1–8, 2017, [Online]. Available: http://eprints.ums.ac.id/49693/25/NASKAH PUBLIKASI.pdf.

[63] A. Ramadhan, D. Wardana, R. A. Fadhilah, and Eddiyanto, "Potensi Kandunagn Zat Lilin Daun Pisang Sebagai Spray Anti Air," *Sains dan Terap. Kim.*, vol. 14, no. 1, pp. 17–28, 2020.

[64] E. U. Fauziah, "Kualitas Pupuk Organik Berbahan Dasar Feses Sapi dan Daun Pisang Kering Yang Difermentasikan Dengan Dekomposer Komersial EM4," Universitas Brawijaya, 2018.

[65] Alfajriamdi, F. Hamzah, and F. H. Hamzah, "Perbedaan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Daun Pisang Kering," *JOM Faperta UR*, vol. 4, no. 1, pp. 2014–2016, 2017.

[66] R. A. Nugraha, "Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentasi Tapioka Terhadap Karakteristik Dendeng Batang Pisang," Universitas Pasundan, 2019.

[67] S. Bahri, "Pembuatan Pulp dari Batang Pisang," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 4, no. 2, p. 36, 2015, doi: 10.29103/jtku.v4i2.72.

[68] A. Kumar, B. P. Singh, R. K. Jain, and A. K. Sharma, "Banana Fibre (Musa sapientum): "A Suitable Raw Material for Handmade Paper Industry via Enzymatic Refining "," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 2, no. 10, pp. 1338–1350, 2013, [Online]. Available: www.ijert.org.

[69] N. N. Septyani and Musdalifah, "Tingkat Kesukaan Terhadap Tas Berbahan Dasar Pelepah Pisang," *TEKNOBUGA J. Teknol. Busana dan Boga*, vol. 7, no. 2, pp. 145–149, 2019.

[70] Nirmala, "Pemanfaatan Pelepah Pisang Untuk Pembuatan Wallpaper Dengan

Desain Penelitian Eksperimen," in *Prosiding IENACO 2020*, 2020, pp. 295–300.

[71] N. Riani, "Cara Pembuatan Beton Menggunakan Serat Pisang Batu," *Focus Tek. Sipil UPMI*, vol. 1, no. 2, pp. 62–69, 2020.

[72] F. X. S. Wibowo and E. Prasetyaningrum, "Pemanfaatan Ekstrak Batang Tanaman Pisang (Musa paradisiacal) Sebagai Obat Antiacne Dalam Sediaan Gel Antiacne," *J. Ilmu Farm. Farm. Klin.*, vol. 12, no. 1, pp. 38–46, 2015.

[73] A. Asngad, A. B. R, and N. Nopitasari, "Kualitas Gel Pembersih Tangan (Handsanitizer) dari Ekstrak Batang Pisang dengan Penambahan Alkohol, Triklosan dan Gliserin yang Berbeda Dosisnya," *Bioeksperimen J. Penelit. Biol.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–70, 2018, doi: 10.23917/bioeksperimen.v4i2.6888.

[74] M. L. Apriasari, "Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol dan Metanol Batang Pisang Mauli 100%," *Stomatognatic*, vol. 12, no. 1, pp. 26–29, 2015.

[75] W. P. Lestari, "Pengaruh Pemanfaatan Tepung Bonggol Pisang Dalam Pakan Terhadap Penampilan Produksi Ayam Pedaging," Universitas Brawijaya, 2018.

[76] S. Apriyanti and R. F. Balfas, "Uji Kerapuhan Granul Pati Bonggol Pisang Dengan Metode Granulasi Basah," *J. Pharm. UMUS*, vol. 01, no. 1, pp. 12–17, 2019.

[77] G. Sumardana, H. Syam, and A. Sukainah, "Substitusi Tepung Bonggol Pisang Pada Mie Basah Dengan Penambahan Kulit Buah Naga (Hylocereus undatus)," *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 3, p. 145, 2018, doi: 10.26858/jptp.v3i0.5714.

[78] N. A. Ulfa, "Pemberdayaan Usaha Mikro Bonggol Pisang Di Desa Tanjungsari Kec. Jogorogo Kabupaten Ngawi Dalam Memenuhi Permintaan Pasar (Studi Kasus Pada Dinas Koperasi, UMKM, dan Perindustrian Kabupaten Ngawi)," Universitas 17 Agustus 1945, 2020.

[79] A. R. Putri, S. L. Maharani, S. Nurrohim, and N. Hidayah, "Efektivitas Pemberian Salep Bonggol Pisang Ambon Terhadap Jerawat Pada Remaja," *J. Borneo Holist. Heal.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2019.

[80] R. Azizah and A. N. Antarti, "Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Dan Getah Pelepah Serta Bonggol Pisang Kepok Kuning (Musa paradisiaca Linn.) Terhadap Bakteri Pseudomonas aeruginosa dan Klebsiella pneumoniae Dengan Metode Difusi Agar," *JPSCR J. Pharm. Sci. Clin. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 29–38, 2019, doi: 10.20961/jpscr.v4i1.26544.

[81] R. N. U. R. Cahyono, "Pemanfaatan Daun Kelor dan Bonggol Pisang Sebagai Pupuk Organik Cair (Amaranthus sp .)," Univeristas Muhammadiyah Surakarta, 2016.

[82] A. Asngad, R. Amelia, and N. Aeni, "Pemanfaatan Kombinasi Kulit Kacang Dengan Bonggol Pisang Dan Biji Nangka Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Penambahan Gliserol," *Bioeksperimen J. Penelit. Biol.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–19, 2018, doi: 10.23917/bioeksperimen.v4i1.5924.

[83] I. W. Warsa, F. Septiyani, and C. Lisna, "Bioetanol Dari Bonggol Pohon Pisang," *J. Tek. Kim.*, vol. 8, no. 1, pp. 37–40, 2013.

P-80

KAJIAN FAKTOR DAN VARIABEL RISIKO KETERLAMBATAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI PEMBANGUNAN MENARA TELEKOMUNIKASI PT.XYZ

STUDY OF FACTORS AND VARIABLES RISK OF DELAY CONSTRUCTION DEVELOPMENT OF TELECOMMUNICATION TOWER PT. XYZ

Manlian A. Ronald Simanjuntak[1*], Hermanto[2*],
[1,2]*Program Studi Magister Teknik Sipil Universtitas Pelita Harapan, Tangerang*

**E-mail: manlian.adventus@gmail.com ; hermanto1998@gmail.com*

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 18-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Sektor telekomunikasi saat ini menjadi sektor yang vital terutama dalam kondisi Pademi Covid-19 karena menjadi penunjang untuk kegiatan bekerja dan belajar dari rumah, hal ini mendorong pertumbuhan penyediaan infrastuktur telekomunikasi berupa menara telekomunikasi yang akan digunakan oleh provider telekomunikasi. PT. XYZ sebagai salah satu penyedia menara telekomunikasi dalam perencanaan manajemen proyek memastikan untuk dapat menyediakan infrastruktur yang tepat waktu sesuai dengan yang sudah direncanakan tanpa melupakan aspek kualitas maupun biaya.

Agar proyek dapat selesai tepat waktu, diperlukan manajemen risiko dengan melakukan identifikasi faktor risiko dan variabel dengan menggunakan knowledge base PMBOK dan disini penulis hanya membatasi pada faktor risiko yang menyebabkan keterlambatan pembangunan konstruksi. Penulisan ini mengkaji faktor risiko dan variabel dari berbagai kajian yang relevan dan juga rekomendasi yang pernah dibuat oleh para peneliti sebelumnya agar bisa mengurangi keterlambatan pelaksaan konstruksi.

***Kata kunci**: Faktor Risiko, Keterlambatan Proyek, Mitigasi Risiko, Menara Telekomunikasi*

ABSTRACT

The telecommunications sector is currently a vital sector, especially in the condition of Pademi Covid-19 because it supports work and study activities from home, this encourages the growth of telecommunications infrastructure provision in the form of telecommunications towers that will be used by telecommunications providers. PT. XYZ as one of the telecommunication tower providers in project management planning ensures to be able to provide infrastructure on time as planned without forgetting the quality and cost aspects.

In order for the project to be completed on time, risk management is needed by identifying risk factors and variables using the PMBOK knowledge base and here the authors only limit the risk factors that cause construction delays in construction. This writing examines risk factors and variables from various relevant studies as well as recommendations made by previous researchers in order to reduce delays in construction.

***Keywords:** Risk Factors, Project Delay, Risk Mitigation, Telecommunication Tower*

PENDAHULUAN

Sektor Telekomunikasi pada saat ini menjadi kebutuhan yang vital terutama pada kondisi Pandemi *Covid-19* karena menjadi penunjang kegiatan bekerja dan belajar dari rumah oleh masyarakat, kondisi ini turut mendorong pertumbuhan perusahaan penyedia menara telekomunikasi dalam menyediakan menara telekomunikasi yang dipergunakan oleh operator telekomunikasi untuk pemasangan antenna pemancar.

Pada kondisi terjadinya *traffic* telekomunasi tinggi di area tertentu, kebutuhan menara telekomunikasi oleh *provider* telekomunikasi sangat tinggi, sehingga jika ada keterlambatan konstruksi menara telekomunikasi ini artinya ada potensi *profit loss* yang dialami provider telekomunikasi dan juga tentunya perusahaan penyedia menara telekomunikasi.

Pertumbuhan industri penyedia menara telekomunikasi ini menimbulkan persaingan yang sangat kompetitif di antara pelaku industri di bidang ini, dimana berlomba-lomba menghasilkan produk yang berkualitas dan penyediaan infrastruktur yang tepat waktu sesuai kebutuhan *provider* telekomunikasi.

Proyek konstruksi dimana salah satunya menara telekomunikasi tidak pernah lepas dari sasaran dan kendala proyek yaitu biaya, mutu, dan waktu. Ketiga kendala tersebut dapat didefinisikan sebagai suatu hal yang seharusnya bisa dicapai sehingga tercapai tujuan tepat biaya, tepat mutu, dan tepat waktu. Untuk mencapai keberhasilan dari ketiga hal tersebut perlu adanya manajemen proyek yang baik. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi menara telekomunikasi selalu terdapat risiko-risiko yang terjadi sehingga menghambat tercapainya sasaran proyek konstruksi yang tepat biaya, tepat mutu, dan tepat waktu.

Proyek yang mengalami kendala keterlambatan pada proses konstruksi nya berarti telah terjadinya risiko dan tidak diantisipasi dengan baik yang akhirnya berdampak pada sasaran waktu penyelesaian proyek ini. Upaya dalam menghindari keterlambatan proses pembangunan menara telekomunikasi ini adalah dengan melakukan manajemen resiko seperti identifikasi faktor-faktor risiko yang dapat mempengaruhi keterlambatan proses konstruksi, analisis risiko dan pengendalian risiko yang bisa dilakukan.

Di dalam buku *Project Risk Management Handbook* [1] Keterlambatan penyelesaian proyek disebabkan oleh banyak faktor baik itu internal maupun eksternal yang muncul sejak tahap awal pelaksanaan proyek, yaitu tahap desain, proses pengadaan, pelaksanaan hingga serah terima.

Menurut Purnomo [2] Keterlambatan proyek konstruksi berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak.

Permasalahan yang akan di kaji pada penelitian ini:

1. Apa *knowledge base* dalam bidang Manajemen Konstruksi yang dikaji dalam penelitian ini?
2. Apa saja faktor dan variabel risiko keterlambatan pelaksanaan konstruksi yang dikaji pada penelitian ini?
3. Bagaimana rekomendasi dari hasil kajian penelitian yang relevan terhadap faktor yang diteliti dalam penelitian ini?

Penulis ingin membatasi permasalahan yang akan di kaji dalam penulisan ini:

1. Faktor dan variable risiko yang dikaji disini hanya yang menyebabkan keterlambatan pembangunan proyek menara telekomunikasi di PT. XYZ
2. Penelitian ini hanya mengidentifikasi faktor dan variable risiko keterlambatan proyek dengan basis pengetahuan manajemen risiko dan hasil kajian sebelumnya.

Maksud dan tujuan dari penulisan ini adalah:

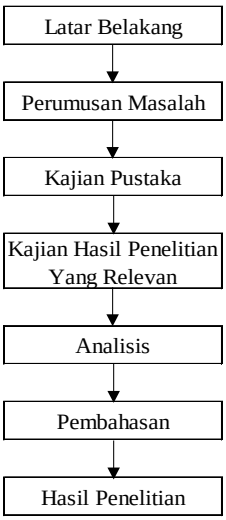
1. Memahami manajemen risiko dalam proyek konstruksi.
2. Dapat mengidentifikasi faktor risiko dan variabel keterlambatan konstruksi menara telekomunikasi
3. Untuk mengetahui tindakan penanganan risiko sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya

METODOLOGI

Penelitian ini dengan metode kualitatif dimana penelitian berangkat dari data dan menggunakan teori yang ada atau kajian dari referensi sebelumnya yang relevan dengan topik ini dan dijabarkan dengan lebih mendalam.

Metode penulisan ini dimulai dengan melakukan latar belakang penulisan, perumusan masalah, kajian Pustaka, kajian hasil penelitian yang relevan, analis, pembahasan dan hasil penelitian.

Bagan alir penelitian sebagai berikut:



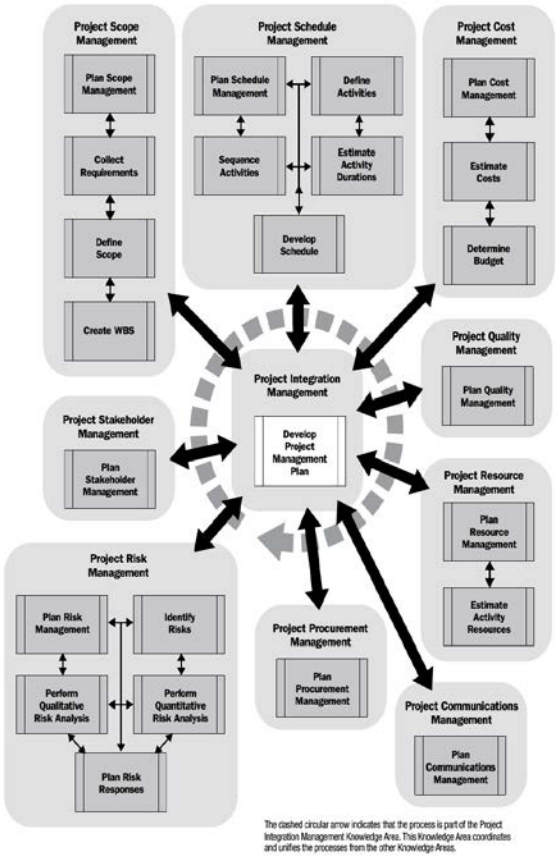
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Manajemen Risiko Proyek

Menurut *The Australian Standard/New Zealand Standard for Risk Management* [3] Risiko didefinisikan sebagai suatu kemungkinan dari suatu kejadian yang akan mempengaruhi suatu tujuan.

Pada *Project Management Body of Knowledge PMBOK* [4] mencantumkan Manajemen Risiko Proyek sebagai salah satu dari 9 (Sembilan) komponen perencanaan manajemen proyek seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Komponen Proses Perencanaan Proyek, Sumber [4]

Tahapan dalam manajemen risiko berdasarkan *Project Management Body of Knowledge PMBOK* [4] membaginya ke dalam tujuh tahapan antara lain:

1. Perencanaan Manajemen Risiko
2. Identifikasi Risiko
3. Pelaksanaan Analisis Risiko Kualitatif
4. Pelaksanaan Analisis Risiko Kuantitatif
5. Perencanaan Tanggapan Risiko
6. Pelaksanaan Tanggapan Risiko
7. Pemantauan Dan Pengendalian Risiko



Gambar 3. Tahapan Manajemen Risiko Project
Sumber [4]

Sasaran dari Manajemen Risiko Proyek adalah meningkatkan probabilitas dan/atau dampak risiko positif serta mengurangi kemungkinan dan/atau dampak risiko negatif, guna mengoptimalkan peluang keberhasilan proyek.

Pengelolaan risiko pada proyek harus dilakukan secara terus menerus (*iterative*) untuk mengendalikan risiko yang mungkin timbul seiring pelaksanaan proyek agar sasaran dari proyek terkait biaya, waktu dan mutu dapat dicapai. Frekuensi pengulangan dapat ditetapkan secara spesifik di setiap proyek karena siklus akan sangat bervariasi pada setiap kasus (proyek).

Identifikasi risiko sebagai tahap awal dalam manajemen resiko dilakukan dengan mengumpulkan informasi tentang faktor risiko dan variabel dimana pada penelitian ini difokuskan pada faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan pada proses pelaksanaan konstruksi sebuah proyek salah satunya konstruksi menara telekomunikasi.

Faktor dan Variabel Risiko Keterlambatan Proyek

Risiko dalam suatu proyek salah satunya proyek konstruksi menara telekomunikasi memiliki banyak jenis dan tidak semua risiko perlu diprediksi dan diselesaikan karena jika harus memprediksi kesemuanya akan memerlukan waktu yang lama. Untuk itu pihak yang terkait di dalam suatu proyek perlu memberikan prioritas pada risiko-risiko yang mungkin akan berpengaruh dalam suatu proyek konstruksi, dalam hal ini yang berkaitan dengan pengaruh keterlambatan.

Resiko penuh dengan ketidakpastian, tetapi hal ini dapat dilakukan pendekatan dengan menganalisa kemungkinan terjadinya risiko, mengetahui akibat jika terjadinya risiko tersebut dan menentukan besaran pengaruh faktor risiko yang terjadi.

Menurut Ferry Wantouw dan Robert J.M [5], sebuah risiko mungkin terjadi dan mungkin juga tidak terjadi, dan tidak akan bisa diketahui sampai risiko tersebut terjadi.

Menurut Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, I G. Putu Joni [6] ada sebelas faktor penyebab keterlambatan dari sebuah proyek yaitu:

Tabel.1 Faktor & Variabel Penyebab Keterlambatan Proyek, Sumber [6]

I	**Tenaga Kerja *(labors)***
1	Keahlian pekerja
2	Kedisiplinan pekerja
3	Motivasi kerja pekerja
4	Jumlah pekerja yang kurang memadai /sesuai dengan aktifitas pekerjaan yang ada
5	Nasionalisme pekerja
6	Penggantian pekerja baru
7	Komunikasi antara pekerja dan kepala tukang/mandor
II	**Bahan (*material*)**
1	Pengiriman barang yang terlambat
2	Kekurangan bahan konstruksi
3	Kualitas bahan yang kurang baik
4	Kerusakan bahan di tempat penyimpanan
5	Perubahan material pada bentuk, fungsi, dan spesifikasi
6	Kelangkaan karena bahan yang khusus
7	Ketidaktepatan waktu pemesanan
III	**Peralatan Kerja (*equipment*)**

	1	Keterlambatan pengiriman/ penyediaan peralatan kerja
	2	Kerusakan peralatan kerja
	3	Ketersediaan peralatan kerja yang memadai/ sesuai kebutuhan
	4	Produktifitas peralatan kerja
	5	Kemampuan mandor atau operator yang kurang dalam mengoperasikan peralatan kerja
IV	**Karakteristik Tempat (*site characteristic)***	
	1	Keadaan permukaan dan dibawah permukaan tanah
	2	Penglihatan atau tanggapan lingkungan sekitar
	3	Karakteristik fisik bangunan sekitar lokasi proyek
	4	Kondisi tempat penyimpanan bahan
	5	Akses ke lokasi proyek
	6	Kebutuhan ruang kerja
	7	Lokasi proyek
V	**Keuangan (*financing*)**	
	1	Tidak adanya uang insentif (bonus) untuk kontraktor, apabila waktu penyelesaian proyek lebih cepat
	2	Harga bahan
	3	Kesulitan pendanaan di kontraktor
	4	Terhambat nya pembayaran oleh pemilik
VI	**Situasi (*environment*)**	
	1	Intensitas curah hujan
	2	Faktor sosial dan budaya
	3	Terjadinya hal-hal tak terduga seperti kebakaran, banjir, cuaca amat buruk, longsor
VII	**Perubahan (*change*)**	
	1	Perubahan desain oleh pemilik
	2	Kesalahan desain yang dibuat oleh perencana
	3	Kekeliruan dalam penyelidikan tanah
VIII	**Lingkup dan Kontrak/ Dokumen Pekerjaan (c*ontract document*)**	
	1	Gambar perencanaan dan spesifikasi yang salah / tidak lengkap
	2	Perubahan ruang lingkup pekerjaan (*scope of works*) pada waktu pelaksanaan
	3	Keterlambatan pemilik dalam membuat keputusan untuk hal-hal yang dibutuhkan keputusan pemilik.
	4	Seringnya pekerjaan tambah
	5	Permintaan perubahan atas pekerjaan yang telah selesai
	6	Ketidaksepahaman dalam pembuatan gambar kerja antara perencana dan kontraktor
IX	**Perencanaan dan Penjadwalan (*planning and scheduling*)**	
	1	Tidak lengkapnya identifikasi jenis pekerjaan
	2	Rencana urutan kerja yang tidak tersusun dengan baik/ terpadu
	3	Penentuan durasi waktu kerja yang tidak seksama
	4	Rencana kerja pemilik yang sering berubah-ubah
	5	Metode konstruksi/ pelaksanaan kerja yang salah atau tidak tepat
X	**Sistem Inspeksi, Kontrol dan Evaluasi *(inspection,control&evaluation)***	
	1	Perbedaan jadwal subkontraktor dalam penyelesaian proyek
	2	Pengajuan contoh bahan oleh kontraktor yang tidak terjadwal
	3	Proses persetujuan contoh bahan dengan waktu yang lama oleh pemilik
	4	Keterlambatan proses pemeriksaan dan uji bahan
	5	Kegagalan kontraktor melaksanakan pekerjaan
	6	Hasil pekerjaan banyak yang harus diperbaiki/ diulang karena cacat/tidak benar
	7	Proses dan tata cara evaluasi kemajuan pekerjaan yang lama dan lewat jadwal yang disepakati
XI	**Manajerial (*managerial*)**	
	1	Pengalaman manajer lapangan
	2	Komunikasi antara perwakilan pemilik dan kontraktor
	3	Komunikasi antara perencana dan kontraktor

Rekomendasi Dari Hasil Kajian Sebelumnya Yang Relevan

Dari hasil kajian sebelumnya yang relevan, para peneliti melakukan analisa faktor dan variabel risiko yang paling signifikan mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi, dan dalam kajiannya tersebut para peneliti membuatkan rekomendasi pada faktor dan variabel risiko terkait seperti pada tabel sepeti ini :

Tabel.2 Kajian dan Rekomendasi Yang Relevan

Faktor & Variabel	Kajian & Rekomendasi Yang Relevan
I	**Faktor Tenaga Kerja (*labors*)**
1	Keahlian tenaga kerja Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, I G. Putu Joni [6] Mempersiapkan tenaga kerja, alat kerja dan bahan yang memadai sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilaksanankan I Gusti Agung Istri Mas Pertiwi, Wayan Sri Kristinayanti, I Gede Made Oka Aryawan [7] Pengelola proyek melakukan pendekatan prilaku dengan menciptakan dan menerapkan kondisi kerja yang aman, melakukan pendidikan dan pelatihan mengenai metode dan prosedur yang benar
2	Kedisiplinan tenaga kerja Totok Widianto & Mifatahul Huda [8] Melaksanakan proses *monitoring*/ pemantauan dan pelaporan hasil pelaksanaan pekerjaan, serta mengubah metode atau cara kerja bagi pekerja. Melakukan peningkatan disiplin kerja.
VI	**Faktor Situasi (*environment*)**
6	Ketidaksepahaman antara pembuatan gambar kerja antara perencana dan kontraktor Havea Pertiwi [9] Memilih mitra dengan mencocokkan kualifikasi dengan kontrak.
IX	**Faktor Perencanaan dan Penjadwalan (*planning and scheduling*)**
4	Rencana kerja pemilik yang sering berubah-ubah Ferry Wantouw, Robert J. M. [5] Melakukan koordinasi awal dengan *Owner* / Pemilik Proyek dan pihak pemerintah setempat (sebagai pihak pemberi izin)

KESIMPULAN

Sangat penting di dalam manajemen proyek melakukan proses manajemen risiko dengan ber basis pengetahuan yang sudah ada, salah satunya basis *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*

Dari kajian sebelumnya, ada 11 (sebelas) faktor dengan total 57 (lima puluh tujuh) variable risiko yang dapat menyebabkan keterlambatan proyek konstruksi.

Sangat penting untuk memperhatikan rekomendasi mitigasi risiko dari kajian sebelumnya yang relevan untuk menghindari terjadinya keterlambatan proyek.

SARAN

Untuk melengkapi penelitian ini, saran dari penulis agar bisa melakukan manajemen risiko keterlambatan konstruksi pembangunan menara telekomunikasi ke tahap yang lebih lanjut seperti pelaksanaan analisis risiko kualitatif, pelaksanaan analisis risiko kuantitatif, perencanaan tanggapan risiko, pelaksanaan tanggapan risiko, dan pemantauan dan pengendalian risiko.

Perlunya dilakukan kajian referensi lebih lanjut atau wawancara dengan pakar untuk mengetahui faktor risiko yang relevan dengan pekerjaan pembangunan menara telekomunikasi atau risiko lain yang belum tercantum pada penulisan diatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penulisan ini:

1. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
2. Dosen pembimbing dan teman - teman mahasiswa pada program studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
3. PT. XYZ yang telah memberikan data-data proyek terkait penelitian ini.
4. Para pakar yang telah memberikan masukan kepada penulis.
5. Panitia Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT) tahun 2020 Politeknik Negeri Balikpapan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Office of Statewide Project Management Improvement (OSPMI). *Project Risk Management Handbook*, Sacramento, California (2007)

[2] Purnomo, Hendrita Abraham Angga. "Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Wilayah Surabaya", *Rekayasa Teknik Sipil Vol 3* (2011): 55-63

[3] Australian Standard / New Zealand Standard. *Risk Management,* Sydney, Australia (1999)

[4] Project Management Institute, Inc. *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK) 6th Edition*, Pennsylvania, USA (2017)

[5] Ferry Wantouw, Robert J. M. Mandagi. "Manajemen Risiko Proyek Pembangunan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kv Lopana-Teling". *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.4*, Manado (2014): 239-256

[6] Dhian C. Nur Astina, Ida Ayu Rai Widhiawati, I G. Putu Joni. "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Konstruksi Di Kabupaten Tabanan". *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil Vol.1*, Denpasar (2012): 1-6

[7] I Gusti Agung Istri Mas Pertiwi, Wayan Sri Kristinayanti, I Gede Made Oka Aryawan. "Manajemen Risiko Proyek Pembangunan Underpass Gatot Subroto Denpasar". *Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis Vol. 4*, Denpasar (2016):1-6

[8] Totok Widianto, Miftahul Huda. "Analisa Risiko Proyek Pembangunan Universitas Ciputra Tahap 4". *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Vol. 7*, Surabaya (2019):17-24

[9] Havea Pratiwi. "Implementasi Manajemen Risiko Berdasarkan Pmbok Untuk Mencegah Keterlambatan Proyek Area Jawa Timur (Studi Kasus: Pt. Telkom)". *Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis Vol 4*, Surabaya (2017): 96-108

P-81

ANALISIS FAKTOR DAN VARIABEL PENGGUNAAN APLIKASI *"X MOBILE"* YANG EFEKTIF DI PERUSAHAAN KONTRAKTOR PT. XYZ

FACTORS AND VARIABLES ANALYSIS OF USING EFFECTIVE "X MOBILE" APPLICATION IN CONTRACTOR COMPANY PT. XYZ R

Manlian Ronald A. Simanjuntak[1*], Mindo Lestari Nainggolan[2]
[1,2]Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang

**E-mail: manlian.adventus@gmail.com, mindolestari@gmail.com*

Diterima 02-10-2020	Diperbaiki 19-10-2020	Disetujui 19-10-2020

ABSTRAK

Kemajuan pertumbuhan ekonomi dan industri yang terjadi sekarang ini tidak terlepas dari pengaruh kemajuan teknologi. Perusahaan harus mempunyai strategi , antara lain adalah dengan menciptakan sebuah inovasi untuk mengimplementasikan management mutu melalui teknologi digital dalam hal memonitor ketidaksesuaian yang terjadi di proyek. PT. XYZ merupakan perusahaan konstruksi yang telah berhasil mengimplementasikan management mutu dengan penggunaan teknologi digital melalui aplikasi "X Mobile". Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui tingkat efektifitas penggunaan aplikasi "X Mobile" yang sudah digunakan dan dijalankan di lingkup area proyek terhadap Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2015, untuk mengetahui apa saja faktor dan variabel penggunaan aplikasi "X Mobile" yang efektif di perusahaan kontraktor PT. XYZ dan untuk mengetahui hasil analisis penggunaan aplikasi "X Mobile" yang efektif di perusahaan kontraktor PT. XYZ terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan yang dikaji dalam penelitian ini. Metodologi penelitian yang dilakukan dalam menganalisis efektivitas penggunaan aplikasi "X Mobile" adalah penggabungan dari PDCA dan Eight Steps. Hasil penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah efektivitas penggunaan aplikasi "X Mobile" di lingkup area proyek menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi "X Mobile" di proyek sudah 70% efektif sehingga berdasarkan hasil tersebut aplikasi "X Mobile" dapat digunakan sebagai acuan pembuatan aplikasi baru yang dapat digunakan untuk pelaksanaan Internal Audit yang efisiensi dan efektif dalam me monitoring dan menganalisa penyebab (PICA) terhadap suatu temuan.

Kata kunci : ISO 9001:2015, Manajemen Mutu, PDCA, Eight Steps, PICA

ABSTRACT

The current progress of economic and industrial growth cannot be separated from the influence of technological advances. Companies must have a strategy, including by creating an innovation to implement quality management through digital technology in terms of monitoring discrepancies that occur in projects. PT. XYZ is a construction company that has successfully implemented quality management using digital technology through the "X Mobile" application. The research objective to be achieved is to determine the level of effectiveness of using the "X Mobile" application that has been used and implemented in the scope of the project area of the ISO 9001: 2015 Quality Management System, to find out what are the factors and variables of the use of the "X Mobile" application that is effective in contractor company PT. XYZ and to determine the results of the analysis of the effective use of the "X Mobile" application at the contractor company PT. XYZ against various relevant research results examined in this study. The research methodology used in analyzing the effectiveness of using the "X Mobile" application is a combination of PDCA and Eight Steps. The expected result of this research is the effectiveness of using the "X Mobile" application in the scope of the project area. It shows that the use of the "X Mobile" application in the project is 70% effective so that based on these results the "X Mobile" application can be used as a reference for making new applications. can be used for the efficient and effective implementation of Internal Audit in monitoring and analyzing the causes (PICA) of a finding.

Keywords: ISO 9001:2015, Quality Management, PDCA, Eight Steps, PICA

PENDAHULUAN

Kemajuan pertumbuhan ekonomi dan industri yang terjadi sekarang ini tidak terlepas dari pengaruh kemajuan teknologi. Era teknologi yang saat ini dijalankan adalah pemberdayaan peran integrasi digital pada sektor industri yang selanjutnya dikenal sebagai Era Industri 4.0. Era industry 4.0 atau revolusi industri ke empat (IR 4.0) adalah era industri transisi [1]. Bagi berbagai perusahaan, termasuk perusahaan konstruksi, era revolusi industri 4.0 merupakan fenomena yang mutlak dan tidak bisa dihindari. Perusahaan harus mempunyai strategi yang mampu melakukan transformasi dan inovasi untuk menghadapinya. Ini agar perusahaan dan bisnis yang telah dibangun tidak tergilas oleh zaman dan terhambat perkembangannya [2]. Ada banyak strategi yang bisa dilakukan perusahaan, termasuk perusahaan konstruksi, di era revolusi industry 4.0, antara lain adalah dengan menciptakan sebuah inovasi untuk mengimplementasikan management mutu melalui teknologi digital dalam hal memonitor ketidaksesuaian yang terjadi di proyek.

Manajemen Mutu atau lebih dikenal sebagai Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2015 diartikan sebagai sistem manajemen yang melibatkan seluruh anggota organisasi atau perusahaan dengan tujuan yang sama yakni mengangkat kualitas sebagai strategi usaha yang bertujuan kepada pencapaian kepuasan customer. Dan teknologi sekarang ini telah menjadi sebuah acuan dalam kemajuan suatu perusahaan. Karena dengan menggunakan teknologi, apa yang dikerjakan di dalam perusahaan akan menjadi lebih mudah, efektif dan efisien. Penggunaan teknologi dalam suatu perusahaan dapat menjadi alat bantu dalam upaya meningkatkan produktivitas dan kualitas pekerjaan.

PT. XYZ merupakan perusahaan konstruksi yang telah berhasil mengimplementasikan management mutu dengan penggunaan teknologi digital melalui aplikasi *"X Mobile"*. *"X Mobile"* diciptakan karena seiring dengan berkembang pesatnya PT XYZ, yang ditandai dengan bertambahnya project yang sedang dikerjakan sehingga memberi dampak pada proses kontrol dan monitoring terhadap NCR yang berada di project tidak termonitor secara sistem, pelaporan temuan NCR saat ini masih dilakukan secara manual sehingga record terhadap progress perbaikan yang sudah dilakukan tidak termonitor dan proses hasil temuan NCR lebih cepat pelaporannya dilakukan oleh pihak eksternal dari pada pihak internal. Hingga saat ini penggunaan aplikasi *"X Mobile"* hanya digunakan di lingkup area proyek.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat efektifitas penggunaan aplikasi *"X Mobile"* yang sudah digunakan dan dijalankan di lingkup area proyek terhadap Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:201, mengetahui apa saja faktor-faktor dan variabel-variabel penggunaan aplikasi *"X Mobile"* yang efektif di perusahaan kontraktor PT. XYZ, bagaimana hasil analisis penggunaan aplikasi *"X Mobile"* yang efektif di perusahaan kontraktor PT. XYZ terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan yang dikaji dalam penelitian ini dan untuk mengetahui akurasi hasil temuan NCR dan *Real-time* monitoring berdasarkan SLA *(Service Level Agreement)* yang sudah dicapai melalui penggunaan aplikasi *"X Mobile"* ini. Dengan harapan dokumen NCR dapat digunakan sebagai dokumen audit Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2015 dan pada akhirnya aplikasi dapat menjadi rekomendasi untuk menciptakan aplikasi cerdas lainnya untuk pelaksanaan Internal Audit yang efisiensi.

Menurut Standar Internasional ISO 9001:2015, Sistem Manajemen Mutu [3], Sistem manajemen mutu merupakan sekumpulan prosedur yang terdokumentasi serta praktik-praktik standar untuk manajemen sistem yang bertujuan menjamin kesesuaian dari suatu proses dan produk [4]. Sistem manajemen mutu memberikan gambaran organisasi dalam memastikan output yang tidak sesuai dengan persyaratan, diidentifikasi dan dikendalikan untuk mencegah penggunaan atau pengiriman yang tidak disengaja serta organisasi harus menyimpan informasi ter dokumentasi. Menurut Gaspers, 2001, beberapa karakteristik umum manajemen mutu antara lain [5]:

1) Sistem manajemen mutu berfokus pada konsistensi dari proses kerja. Hal ini sering mencakup beberapa tingkat dokumentasi terhadap standar-standar kerja.
2) Sistem manajemen mutu berlandaskan pada pencegahan terhadap kesalahan-kesalahan yang akan timbul.
3) Sistem manajemen mutu mencakup elemen elemen seperti tujuan (objectives), pelanggan (customer), hasil-hasil (output), proses (processes), masukan (input), pemasok (suppliers), pengukuran umpan balik serta

umpan maju (measurements for feedback and feedforward)

Sedangkan menurut PMBOK (2017), manajemen mutu proyek merupakan proses gabungan dari peraturan organisasi seperti perencanaan, penataan dan pengendalian persyaratan mutu dengan tujuan untuk menemukan sasaran pelanggan, manajemen mutu proyek juga mendorong proses peningkatan yang berkelanjutan. Tahap-tahapan poses dari manajemen mutu proyek terdiri dari perencanaan mutu (Quality Plan), penjaminan mutu (quality assurance) dan pengendalian mutu (Quality Control) [6].

Aplikasi ini juga membahas mengenai *Total Quality Management* (TQM) dan *Service Level Agreement* (SLA). TQM terdiri dari *Quality Assurance (QA)* dan *Quality Improvement (QI)* dimana QA adalah aktivitas perusahaan menghasilkan bukti ter dokumentasi terkait kualitas, sedangkan QI selalu dihubungkan dengan program berbagai level manajemen untuk mencapai keterampilan teknik dan material yang lebih baik dalam usaha meningkatkan metode operasi dan pengendalian secara terus menerus. [7]

Perjanjian Tingkat Layanan (SLA) adalah kontrak antara Penyedia Layanan atau antara Penyedia Layanan dan Pelanggan yang menentukan, biasanya dalam istilah yang dapat diukur, layanan apa yang akan diberikan oleh Penyedia Layanan dan hukuman apa yang akan dibayarkan oleh Penyedia Layanan jika ia tidak dapat memenuhi tujuan yang telah dijanjikan [8]

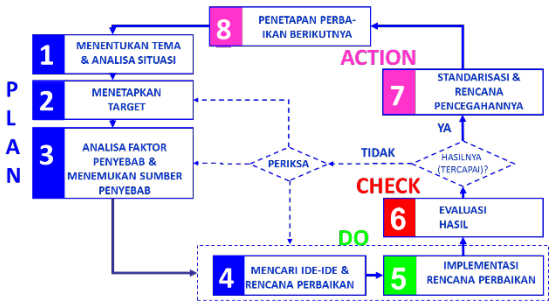
Siklus yang digunakan dalam metodologi penelitian ini adalah PDCA. PDCA kepanjangan dari *Plan-Do-Check-Act* adalah model proses *improvement* sebuah siklus hidup (*cycle*) yang dikemukakan oleh Damming (disebut juga Deming Wheel) yang sebelumnya dikenalkan oleh Shewhart. Model PDCA digunakan dalam proses penekanan penilaian keberlanjutan terhadap efektifitas proses dan hasil yang sasaran yang ditetapkan. [9]

METODOLOGI

Berdasarkan teori dasar yang digunakan pada penelitian ini, berikut ini adalah hipotesis awal yang dapat digunakan:

1. NCR di proyek berpengaruh atau memiliki hubungan yang positif terhadap progress pekerjaan dalam sebuah proyek.
2. Penggunaan *"X Mobile"* efektif digunakan di proyek dalam me monitoring dan menganalisa penyebab (PICA) terhadap suatu pekerjaan.
3. *"X Mobile"* diintegrasikan penggunaannya sebagai acuan pembuatan aplikasi baru yang dapat digunakan untuk pelaksanaan Internal Audit yang efisiensi acuan untuk pelaksanaan Internal Audit di seluruh lini kerja perusahaan secara efisien dan dapat memiliki hubungan yang positif dan efektif dalam me-monitoring dan menganalisa penyebab (PICA) terhadap suatu pekerjaan.

Metodologi penelitian yang akan digunakan oleh peneliti untuk mengetahui tujuan-tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah penggabungan dari PDCA dan Eight Steps. Berikut ini merupakan bagan dari metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini :



Gambar 1. Metodologi PDCA
(Sumber: Dok. Internal PT. XYZ)

PDCA adalah tools yang paling sederhana, jika kita ingin melakukan improvement. Secara umum, tools PDCA efektif dipakai untuk problem-problem yang sudah terjadi, problem nya jelas, lingkupnya sederhana, dan tidak banyak berpengaruh terhadap bisnis proses yang lebih jauh.

Eight Steps, atau 8 langkah adalah langkah-langkah yang harus dilewati dalam rangkaian melakukan improvement. Kenapa harus mengikuti langkah-langkahnya dengan urut? Karena dalam proses improvement, harus bisa diukur, jelas urutan dan data-datanya, sehingga terbangun struktur improvement yang jelas dan terukur. Langkah-langkah dalam 8 steps antara lain *):

1. Menentukan Tema Improvement & Analisa Situasi;
2. Menentukan Target;
3. Mengidentifikasi akar-akar penyebab, dan akar penyebab utama;
4. Merencanakan rencana perbaikan;
5. Implementasi dari perbaikan;
6. Evaluasi Hasil perbaikan;
7. Standarisasi;

8. Menemukan project improvement berikutnya.

Di langkah 2, 3, 4, 5 dan 6, biasanya dipakai salah satu atau beberapa dari 7 tools di atas. Jadi, 8 langkah ini adalah langkah standar dalam melakukan improvement yang terstruktur. 8 Steps ini populer di istilah TQM (Total Quality Management), yang merupakan sistem manajemen kualitas, dimana semua level karyawan terlibat untuk melakukan perbaikan secara berkesinambungan, untuk kepuasan pelanggan.

Secara umum, eight steps sudah menekankan kepada perbaikan di proses, dan improvement yang terstruktur. Walaupun TQM sangat menekankan kepada kebutuhan / kepuasan customer, namun dalam aplikasinya, proses improvement tidak banyak dimulai dari kebutuhan konsumen (Voice of Customer), namun lebih sering dimulai dari permasalahan internal (Internal Bisnis / Proses).

Sedangkan metodologi penelitian yang dilakukan untuk mengetahui apakah penggunaan *"X Mobile"* dapat dijadikan acuan untuk pelaksanaan Internal Audit di seluruh lini kerja perusahaan yang efisien dan juga efektif dalam me monitoring dan menganalisa penyebab (PICA) terhadap suatu pekerjaan adalah menggunakan metode simulasi dan eksperimen.

- Eksperimen

Penelitian eksperimental merupakan bentuk penelitian percobaan yang berusaha untuk mengisolasi dan melakukan kontrol setiap kondisi-kondisi yang relevan dengan situasi yang diteliti kemudian melakukan pengamatan terhadap efek atau pengaruh ketika kondisi-kondisi tersebut dimanipulasi. Dengan kata lain, perubahan atau manipulasi dilakukan terhadap variabel bebas dan pengaruhnya diamati pada variabel terikat. Menurut Emzir (2008:96-103) desain penelitian eksperimen dibagi menjadi empat bentuk yakni, pre-experimental design, true experimental design, quasy experimental design dan factorial design.

- Simulasi

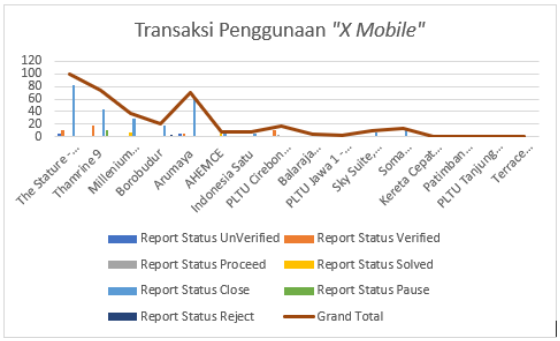
Penelitian simulasi merupakan bentuk penelitian yang bertujuan untuk mencari gambaran melalui sebuah sistem berskala kecil atau sederhana (model) dimana di dalam model tersebut akan dilakukan manipulasi atau control untuk melihat pengaruhnya. Penelitian ini mirip dengan penelitian eksperimental, perbedaannya adalah di dalam penelitian ini membutuhkan lingkungan yang benar-benar serupa dengan keadaan atau sistem yang asli.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tingkat efektifitas penggunaan aplikasi *"X Mobile"*

Penggunaan aplikasi *"X Mobile"* yang dicover saat ini, hanya meliputi proses yang ada di project saja dengan mekanisme yang dapat diakses melalui desktop atau mobile. *"X Mobile" adalah* aplikasi QC Mobile yang diciptakan untuk mempermudah proses kontrol dan monitoring terhadap temuan dan progress dari NCR yang dilaporkan dari setiap proyek yang ada di perusahaan kontraktor PT. XYZ. Dan *summary* dari hasil pelaporan NCR yang di laporkan dari setiap proyek di rekap setiap 2 minggu sekali.

Summary dari penggunaan *"X Mobile"* dapat dilihat dari rekapitulasi data dibawah ini:

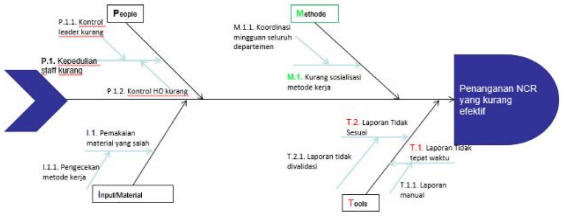


Gambar 2: Transaksi Penggunaan *"X Mobile"*
(Sumber: Dok. Internal PT. XYZ)

Tingkat efektifitas penggunaan aplikasi *"X Mobile"* dapat dilihat dari gambar diatas, bahwa status temuan NCR yang dilaporkan dari tiap-tiap proyek yang ada di perusahaan kontraktor PT. XYZ hampir semua laporan temuan NCR tersebut sudah *"CLOSE"*. Seperti terlihat di gambar ada 4 lokasi proyek yang memiliki laporan temuan NCR terbanyak dengan status *"CLOSE"*.

2. Faktor dan variabel penggunaan aplikasi *"X Mobile"* yang efektif.

Dibawah ini adalah faktor dan variabel penggunaan aplikasi *"X Mobile":*



Gambar 3: Faktor dan Variabel Penggunaan Aplikasi "X Mobile"
(Sumber: Dok. Internal PT. XYZ)

3. Hasil analisis penggunaan aplikasi *"X Mobile"*.

   Hasil analisis yang didapat adalah NCR di proyek berpengaruh atau memiliki hubungan yang positif terhadap progress pekerjaan dalam sebuah proyek sehingga penggunaan aplikasi *"X Mobile"* dapat efektif digunakan di proyek dalam me monitoring dan menganalisa penyebab (PICA) terhadap suatu pekerjaan. Dan diharapkan ke depannya penggunaan aplikasi *"X Mobile"* di proyek dapat digunakan oleh perusahaan kontraktor PT. XYZ sebagai acuan pembuatan aplikasi baru untuk pelaksanaan Internal Audit yang efisiensi dan efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian kali ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagaimana berikut:

1. Tingkat efektifitas penggunaan aplikasi *"X Mobile"* dapat dilihat dari status temuan NCR yang dilaporkan dari tiap-tiap proyek yang ada di perusahaan kontraktor PT. XYZ hampir semua laporan temuan NCR tersebut sudah *"CLOSE"*. Seperti terdapat di 4 lokasi proyek yang memiliki laporan temuan NCR terbanyak dengan status *"CLOSE"*.
2. Faktor – faktor dan variabel penggunaan aplikasi *"X Mobile"* yang diteliti dalam penelitian ini meliputi:
   - Faktor Utama: Penanganan NCR yang kurang efektif
   - Variabel:
     a. Method: Kurang sosialisasi metode kerja
     b. People: Kepedulian staff kurang
     c. Input/Material : Pemakaian material yang salah
     d. Tools : Laporan Tidak tepat waktu dan Laporan Tidak Sesuai
3. Hasil analisis yang didapat adalah NCR di proyek berpengaruh atau memiliki hubungan yang positif terhadap progress pekerjaan dalam sebuah proyek sehingga penggunaan aplikasi *"X Mobile"* dapat efektif digunakan di proyek dalam me monitoring dan menganalisa penyebab (PICA) terhadap suatu pekerjaan. Dan diharapkan ke depannya penggunaan aplikasi *"X Mobile"* di proyek dapat digunakan oleh perusahaan kontraktor PT. XYZ sebagai acuan pembuatan aplikasi baru untuk pelaksanaan Internal Audit yang efisiensi dan efektif.

SARAN

Penggunaan aplikasi *"X Mobile"* di lingkup proyek perusahaan kontraktor PT. XYZ dapat menciptakan sebuah inovasi aplikasi terbaru untuk pelaksanaan Internal Audit di seluruh lini kerja perusahaan secara efisien dengan terlebih dahulu dilakukan eksperimen dan simulasi di lingkup area PT. XYZ dan juga bisa dilakukan inovasi lebih lanjut terhadap aplikasi *"X Mobile"* tersebut agar dapat lebih *user friendly* dalam penggunaannya dalam lingkup area PT. XYZ.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
2. Dosen Pembimbing dan teman-teman Mahasiswa pada program studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
3. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. dan H. W. Murti, "KAJIAN INDUSTRI 4.0 UNTUK PENERAPANNYA DI INDONESIA," *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, vol. 03, no. 01, 2019.

[2] Desra, "6 Strategi Perusahaan Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0," Jurnal Enterpreneur, 31 May 2019. [Online]. Available: https://www.jurnal.id/id/. [Diakses 06 Okt 2020].

[3] "ISO 9001:2015 Sistem Penjaminan Mutu".

[4] S. L. R. J. M. M. William Ridson Wartuny, "MODEL PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN MUTU BERBASIS ISO 9001:2015 PADA KONTRAKTOR DI PROPINSI PAPUA BARAT," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. 8, pp. 579-588, 2018.

[5] V. Gaspersz, Manajemen kualitas:penerapan konsep-konsep kualitas dalam manajemen bisnis total, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1997.

[6] G. S. P. M. Institute., A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) / Project Management Institute; sixth edition, Project Management Institute, Project Management Institute, Inc. Newtown Square , 2017.

[7] T. M. d. R. N. Z, TQM Manajemen Kualitas Total dalam Perspektif Teknik Industri, Jakarta: Indeks Penerbit, 2010.

[8] B. Ghosh, "Incident Management & Service Level Agreement: An Optimistic Approach," *(IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies*, vol. IV, no. 3, pp. 461-466, 2013.

[9] D. P. a. K. K. P. M. Sokovic, ""Quality Improvement Methodologies -PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS,"," *J. Achievments Mater. Manuf. Eng.*, vol. 43, no. 01, p. 476–483, 2010.

P-82

ANALISIS FAKTOR STANDARISASI DOKUMEN UNTUK PEMILIHAN JASA KONSTRUKSI DALAM PELAKSANAAN KONSTRUKSI DI PROVINSI BANTEN

ANALYSIS OF DOCUMENT STANDARDIZATION FACTORS FOR SELECTING CONSTRUCTION SERVICES IN CONSTRUCTION IMPLEMENTATION IN BANTEN PROVINCE

Manlian A. Ronald Simanjuntak[1*], Nobalazi Gulo[2*],
[1,2] Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang

[*]E-mail: nobalmts@gmail.com

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Kerusakan dini pada konstuksi sangat perlu untuk diperhatikan karena keterkaitan dalam hal kualitas mutu pekerjaan yang sering terjadi pada proses konstruksi, ketidak tepatan implementasi standar dokumen dengan pelaksanaan standar mutu. perusahaan jasa dibidang konstruksi diharuskan agar mampu memberikan suatu hasil produksi yang sesuai standar mutu. Instansi yang berwenang dalam proyek konstruksi mewajibkan kontraktor pemenang lelang dalam tender diharuskan mempunyai standar spesifikasi mutu proyek. Tujuan dari penelitian ini mengetahui pengaruh standarisasi dokumen pengadaan jasa konstruksi dalam pelaksanaan jasa konstruksi, Mengidentifikasi apa saja faktor dan variabel penting yang mempengaruhi dalam Jasa Konstruksi Terhadap Kinerja Mutu. Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah analisis kualitatif, dengan melakukan studi literatur dari berbagai buku dan kajian penelitian yang relevan di proyek provinsi banten. Dalam penelitian yang dilakukan, adalah Memberikan rekomendasi dari faktor-faktor yang mempengaruhi standarisasi dokumen pengadaan jasa konstruksi dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi. Hasil penelitian ini berguna untuk para pihak yang terlibat dalam Standarisasi Dokumen Pengadaan Jasa Konstruksi dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi di Daerah Provinsi Banten.

Kata Kunci : Standarisasi, Dokumen, Kinerja mutu, Jasa Konstruksi

ABSTRACT

Early damage to construction is very necessary to pay attention to because of the relationship in terms of quality of work that often occurs in the construction process, inaccurate implementation of document standards with implementation of quality standards. Service companies in the construction sector are required to be able to provide a production result in accordance with quality standards. The authorized agency in the construction project requires the winning contractor in the tender to have a standard project quality specification. The purpose of this study is to determine the effect of standardization of construction service procurement documents in the implementation of construction services, to identify what are the important factors and variables that affect the quality performance of construction services. The research method used in this writing is qualitative analysis, by conducting literature studies from various books and research studies that are relevant to the Banten province project. In the research conducted, is to provide recommendations of the factors that affect the standardization of construction service procurement documents in the implementation of construction services. The results of this study are useful for parties involved in Standardization of Construction Services Procurement Documents in the implementation of Construction Services in Banten Province.

Keywords : Standardization, Documents, Quality Performance, Construction Services

PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan konstruksi diperlukan standar dalam proses pekerjaan dimana standar dokumen merupakan prosedure kerja yang harus dilaksanakan untuk barang dan jasa yang tertuang dalam metode kerja, sehingga kesepakatan dalam menjalankan komitmen dilakukan melalui koordinasi di suatu instansi yang berkepentingan. Tujuannya adalah menentukan aturan main atau procedure kerja yang harmonis antara pemilik, pelaksana dan pengguna jasa, hal ini merupakan standar umum yang kegiatannya tertuang dalam pembuatan suatu produk dan standarisasinya di legalkan secara nasional atau internasional oleh badan standarisasi. [1]

Pada dasarnya pemerintah selalu menganggarkan dana untuk pembangunan gedung dan infrastruktur di seluruh Indonesia baik dengan menggunakan Anggaran Pembelajaan Daerah (APBD) maupun Anggaran Pembelajaan Nasional (APBN), Demikian pula halnya dengan pembangunan di Provinsi Banten yang umumnya ada penurunan kualitas mutu di pekerjaan yang semestinya masih masuk di fase perawatan, sehingga belum masuk ke rencana *design* awal. Ini terjadi karena ada beberapa factor yang tidak dilaksanakan sesuai procedure sehingga menyebabkan penurunan dalam hal kualitas bangunan. [2]

Banyak pernyataan mengenai penyebab kerusakan pembangunan hanya didasarkan dari Isu yang berkembang misalnya karena pengaruh alam dan beban kendaraan yang melebihi beban rencana. Kerusakan dini diakibatkan karena cacat konstruksi yang di hasilkan karena tidak memenuhi syarat mutu dalam proses konstruksi dan ketidak tepatan implementasi standar dokumen dengan pelaksanaan stadar mutu. Oleh sebab itu, perusahaan jasa dibidang konstruksi diharuskan agar mampu memberikan suatu hasil produksi yang sesuai standar mutu. Instansi yang berwenang dalam proyek konstruksi mewajibkan kontraktor yang menang dalam tender diharuskan mempunyai sebuah sistem yang akan dapat menjamin untuk setiap urutan aktivitas proyek dapat dikerjakan mengikuti standar spesifikasi mutu proyek. [3]

Permasalahan Penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pengertian Standarisasi Dokumen Pengadaan Jasa Konstruksi dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi di Provinsi Banten?
2. Apa faktor dan variabel standarisasi Dokumen Pengadaan Jasa Konstruksi dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi di Provinsi Banten ?
3. Bagaimana hasil kajian faktor dan variabel standarisasi Dokumen Pengadaan Jasa Konstruksi dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi di Provinsi Banten terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan ?

Tujuan Penelitian yang diangkat dalam Seberapa berapa besar penerapan faktor – faktor system manajemen mutu dalam proses pengadaan jasa konstruksi di daerah Provinsi Banten penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui Pengaruh standarisasi dokumen pengadaan jasa konstruksi dalam pelaksanaan jasa konstruksi di daerah Provinsi Banten.
2. Mengetahui dan mengidentifikasi faktor – faktor dan variabel penting yang mempengaruhi dalam standarisasi Dokumen Pengadaan Jasa Konstruksi dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi di Provinsi Banten.
3. Mengetahui hasil kajian faktor dan variabel standarisasi Dokumen Pengadaan Jasa Konstruksi dalam pelaksanaan Jasa Konstruksi di Provinsi Banten terhadap berbagai hasil penelitian yang relevan.

Dalam penelitian ini, digunakan metode study literature dengan analisis kualitatif untuk menentukan variabel-variabel yang signifikan dalam menentukan tingkat akurasi faktor pengaruh Standarisasi Dokumen Untuk Pemilihan Jasa Konstruksi Terhadap Kinerja Mutu Dalam Pelaksanaan Konstruksi di Daerah Provinsi Banten

Rancangan menurut Standar Manajemen Mutu SNI ISO 9001: 2015 dari dasar manajemen mutu merupakan standard yang memberikan kemampuan untuk organisasi dalam menghadapi suatu tantangan terhadap lingkungan. Konteks yang terjadi adalah dimana organisasi mempunyai tempat yang saat ini diposisikan oleh suatu perubahan signifikan, globalisasi pangsa pasar, dan munculnya berbagai pengetahuan sebagai sarana dari sumber daya yang utama. Dampak dari manajemen mutu ini sangat luas cakupannya lebih dari kepuasan terhadap pelanggan, yang juga bisa berdampak langsung kepada reputasi dalam organisasi. [4]

Standarisasi ini memberikan pengartian penjelasan yang mendasar bahwa mengenai dasar untuk sebuah produk dan pemahaman tentang manajemen mutu yang dapat dijelaskan dalam hal berikut: [4]

1. Perusahaan atau badan usaha yang akan mencapai kesuksesan secara terus-menerus

dengan menerapkan prosedure sistem manajemen mutu;
2. Pelanggan yang akan mempercayai kemampuan dalam perusahaan yang menyediakan suatu produk dan jasa yang secara konsisten terus -menerus sesuai dengan persyaratannya;
3. Organisasi yang dalam kegiatannya mencari keyakinan untuk rantai pasokan yang mana persyaratan suatu produk dan jasa dapat segera dipenuhi;
4. organisasi dan pihak yang selalu berkepentingan yang mempunyai keinginan dalam meningkatkan komunikasi dengan melalui suatu pemahaman yang sama untuk istilah yang akan digunakan dalam eksekusi manajemen mutu;
5. organisasi yang dalam aktifitasnya melakukan sebuah penilaian dalam kesesuaian terhadap persyaratan SNI ISO 9001;
6. penyediaan dalam peningkatan pelatihan, penilaian, atau pendamping dalam bidang manajemen mutu;
7. pengembangan terhadap standard yang terkait.

Menurut Standar Manajemen Mutu PMBOK6-2017 Manajemen Kualitas Proyek merupakan cakupan dari proses dalam memasukan suatu kebijakan mengenai kualitas dari organisasi yang terkait perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian dalam persyaratan produk kualitas yang di hasilkan pada proyek dan persyaratan mengenai kualitas produk adalah untuk mendapatkan tujuan dari pengguna kepentingan. Manajemen kualitas proyek dapat juga memberikan dukungan suatu kegiatan dalam meningkatkan proses yang berkelanjutan yang dikerjakan dengan menggunakan nama dari organisasi dalam pelaksanaannya. Mengenai Proses tatanan dalam Manajemen Kualitas Proyek adalah: [5]

1. Rencana Manajemen Mutu - Proses identifikasi mengenai persyaratan dalam kualitas dan / atau standar yang digunakan proyek dan proses penyerahannya, mendokumentasikan kegiatan dalam kepatuhan yang menjalankan prosedur persyaratan kualitas dan / atau standar.
2. Mengelola Kualitas - Proses dalam menerjemahkan rencana bagian dari manajemen kualitas menjadi suatu kegiatan kualitas agar dijalankan dengan cara menggabungkan mitigasi kualitas organisasi untuk proyek.
3. Kontrol Kualitas - Proses monitoring dan pendataan dari hasil kegiatan dalam pelaksanaan manajemen kualitas yang digunakan dalam menilai kinerja dan memastikan output hasil kegiatan proyek berjalan sesuai prosedur ,langkah-langkah benar kesesuaiannya, dan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.



Gambar 1. Manajemen Kualitas Proyek [5]

Di dalam Tuelah 2014 Tahapan konstruksi proyek diartikan merupakan suatu kegiatan usaha yang menjalankan pekerjaan pada suatu tempat sehigga pembangunan proyek konstruksi dapat diwujudkan. Dalam hal ini proses tahapan yang menjadikan dasar pelaksanaan proyek adalah sebagai berikut: [6]

1. Tahap perencanaan
   Merupakan proses kegiatan dalam merencanakan aktifitas pekerjaan yang kegiatannya dimulai dari perencanaan feasibility stuby dari fase inisiasi sampai dengan tahapan akhir yang di dalamnya terdapat tenaga ahli yang professional dan prosedur yang sudah di sepakati bersama.
2. Tahap perancangan
   Dalam tahapan ini rancangan merupahan hasil dari perencanaan yang di dalamnya tertuang rencana pekerjaan pelaksanaan dalan hal biaya, mutu dan waktu
3. Tahap pelelangan
   Pada tahapan ini pelelangan adalah hasil dari rancangan yang digunakan dalam penunjukan tim pelaksanaan yang akan melaksanakan kegiatan pada proyek konstruksi. Kegiatan yang termasuk dalam hal ini adalah pra-kualifikasi dan dokumen kontrak.
4. Tahap pelaksanaan
   Tahap konstruksi adalah mewujudkan bangunan yang dibutuhkan oleh pemilik proyek yang sudah dirancang oleh konsultan

perencana terhadap spesifikasi biaya, waktu yang sudah disetujui, serta dengan mutu yang sudah di tetapkan. Kegiatan yang dilaksanakan adalah merencanakan, berkoordinasi dalam kegiatan pengendalian lapangan.

5. Tahap sesudah pelaksanaan
   Bertujuan dalam tahapan ini adalah kegiatan untuk menjamin agar bangunan yang telah selesai sesuai dengan dokumen kontrak dan semua fasilitas bekerja sebagaimana mestinya.

Menurut Perda No 4 Tahun 2011 pasal 10 bahwa balai yang ada didalam pasal 8 huruf b tentang pelaksanaan pembinaan jasa konstruksi meliputi: [7]

a. Penyusunan kegiatan perencanaan dan kegiatan pembinaan jasa kontruksi;
b. Kegiatan pengawasan terhadap penyedia jasa konstruksi yang dilakukan pada pekerjaan konstruksi pemerintah dan non pemerintah;
c. mengkoordinasikan penyelenggaraan Pembinaan Jasa Konstruksi yang meliputi Pengaturan, Pemberdayaan, dan Pengawasan lintas Kabupaten/Kota;
d. mengkoordinasikan Pengawasan di bidang Jasa Konstruksi yang dibiayai oleh Pemerintah dan non Pemerintah;
e. memonitoring dan mengevaluasi IUJK yang telah di keluarkan oleh Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota;
f. melakukan pemantauan dan pemberian advis/bantuan teknik dalam pelaksanaan penyelenggaraan pekerjaan konstruksi;
g. melakukan kegiatan penilaian pbobot pekerjaan pada instansi konstruksi Pemerintah dan non Pemerintah.

Kajian hasil penelitian melalui jurnal – jurnal yang relevan ini mengangkat hasil penelitian dalam 10 tahun terakhir.

Kajian hasil penelitian ini berdasarkan topik penelitian diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Daftar Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Metode Analisis	Hasil
Dessy Triana, Wahyu Oktri Widyarto, 2012	RELEVANSI KUALIFIKASI KONTRAKTOR BIDANG TEKNIK SIPIL TERHADAP KUALITAS PEKERJAAN PROYEK KONSTRUKSI DI PROVINSI BANTEN	Studi literature deskriptif kuantitatif	Berdasarkan analisis yang telah dilakukan mengenai korelasi antara kualifikasi kontraktor dengan kualitas pekerjaan proyek konstruksi, maka Terdapat adanya hubungan yang kuat terhadap kualifikasi kontraktor dengan mutu kualitas pekerjaan pada proyek konstruksi
Andi Maddeppungeng, Rahman Abdullah, Kaswan 2015	ANALISIS INTEGRASI SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM) TERHADAP KINERJA DAN DAYA SAING PADA INDUSTRI KONSTRUKSI (STUDI KASUS KONTRAKTOR – KONTRAKTOR DI DAERAH BANTEN DAN DKI JAKARTA)	Analisis Faktor dengan menggunakan Analisis Multivariant	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat yang lebih tinggi dari Manajemen *Supply Chain* SCM di dapatkan pola peningkatan kinerja perusahaan dan peningkatan dalam hal daya saing perusahaan.
Andi Maddeppunggeng, Rahman Abdullah, Mustika T.F, 2016	PENGARUH PENGALAMAN KERJA DAN GAYA KEPEMIMPINAN TERHADAP KINERJA SUMBER DAYA MANUSIA (SDM) KONSTRUKSI	*Structual Equation Modeling* (SEM) dan menggunakan *software* IBM SPSS AMOS 21	Berdasarkan hasil estimasi didapatkan hubungan yang cukup signifikan antara variabel Pengalaman Kerja dengan Kinerja SDM Konstruksi sebesar 0,473 (sedang). Hubungan antara variabel Gaya Kepemimpinan terhadap Kinerja SDM Konstruksi sebesar 0,972 (sangat kuat).Sedangkan hubungan antara variabel Pengalaman kerja dan Gaya Kepemimpinan terhadap Kinerja SDM Konstruksi yang cukup signifikan dengan nilai 0,549 (sedang).
Andi Maddeppungeng, Irma Suryani, Oktaviana Kiki Amarilis 2018	PENGARUH RANTAI PASOK TERHADAP KINERJA KONTRAKTOR DI PROVINSI BANTEN DAN DKI JAKARTA	metode survey dengan penyebaran kuisioner kepada responden	Hasil penelitian menunjukkan terdapat 24 indikator rantai pasok yang mempengaruhi pekerjaan kontraktor di Provinsi Banten dan DKI Jakarta. Koordinasi informasi dan material sangat signifikan positif terhadap pola pekerjaan kontraktor, yang mana aliran informasi mempunyai pengaruh yang kuat sebesar (0,725) dari pada pola kerja kontraktor yang dapat dibandingkan dengan material sebesar (0,471). pada aliran biaya/finansial tidak mempengaruhi kinerja kontraktor.
Andi Maddeppungeng, Dwi Esti Intari, Nuzulan Nur Fauziah 2020	EVALUASI KEPUASAN PELANGGAN TERHADAP KINERJA MANAJEMEN PROYEK KONTRAKTOR BESAR (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN KLM DI PROVINSI BANTEN)	customer satisfaction index (CSI), metode analisis gap, dan metode importance performance analysis (IPA)	Hasil analisis kesenjangan, nilai total skor gap tertinggi terdapat pada variabel ketepatan waktu penyelesaian proyek (S2) sebesar 84 artinya adanya ketidak puasan dalam hal kinerja yang mana kepentingan pemilik lebih dominan mendapatkan nilai yang baik Pada metode IPA, keterkaitan antara kondisi yang sebenarnya di lapangan menjadi prioritas utama dalam hal pencapaian kepuasan pelanggan.

Sumber : Hasil olahan Peneliti

METODOLOGI

Penelitian yang dikerjakan dalam penulisan ini adalah Studi literature deskriptif yang bertujuan dalam mendeskripsikan atau memberikan ilustrasi dalam peristiwa atau hubungan antar peristiwa yang diteliti.
metodologi dari penelitian ini, untuk menjelaskan dan menentukan penggunaan metode yang akan digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian.

Metodologi dalam penelitian ini yang dilakukan adalah dengan kajian dalam melakukan deskripsi tentang studi literatur dari buku maupun jurnal penelitian yang sudah dilaksanakan dalam 10 tahun terakhir yang relevan. Dari studi tersebut diperoleh faktor-faktor dan variabel Standarisasi Dokumen Untuk Pemilihan Jasa Konstruksi Terhadap Kinerja Mutu Dalam Pelaksanaan Konstruksi. Pada masing-masing faktor yang berpengaruh memiliki beberapa variabel. dan hasil penelitian.

Proses Penelitian seperti Diagram Alir di bawah ini:



Gambar 2. Alur Penelitian Hasil olahan Peneliti

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari Indentifikasi dari jurnal dan prosiding dengan melakukan kajian didapatkan beberapa faktor dan variabel yang akan digunakan untuk penelitian selanjutnya dalam menjawab permasalahan dalam penelitian ini.

Dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan studi literatur dan kajian pustaka dapat menjawab permasalahan penelitian yang pertama menurut data pada buku tentang standarisasi dokumen untuk pemilihan jasa konstruksi terhadap kinerja mutu dalam pelaksanaan konstruksi serta literatur – literatur yang didapatkan pada data-data pustaka yang mana dapat terlihat bahwa variabel sangat tepat dalam penelitian standarisasi dokumen dalam pemilihan jasa Konstruksi dalam pelaksanaan konstruksi ini karena banyak terjadi peserta tender yang tidak memenuhi syarat dan pekerjaan yang tidak sesuai kualitas yang terjadi di dalam pekerjaan konstruksi yang mana sangat berhubungan dengan kinerja mutu dalam pelaksanaannya.

Di dalam ketentuan umum di sebutkan bahwa Dokumen yang berisi tentang syarat-syarat mengenai jasa konstruksi dalam hal pengadaan Pengadaan yang berkesinambungan adalah merupakan penyedia barang/jasa yang mempunyai tujuan dalam mencapai nilai pemanfaatan yang menguntungkan secara ekonomis di dalam pelaksanaannya dilakukan di daerah yang di nikmati oleh masyarakat luas sehingga dampaknya sangat berguna dalam kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat. Dalam pelaksanaan perubahan yang terjadi tidak mempunyai dampak negative terhadap ekosistem yang sudah ada sebelum dilakukannya perubahan sehingga siklusnya tidak terganggu dari penggunaannya pada kegiatan konstruksi. [8]

Untuk menjawab permasalahan yang kedua pada penelitian ini berdasarkan studi literatur dari berbagai hasil penelitian yang relevan diperoleh faktor pengaruh antara lain adalah Kualifikasi Kontraktor, Manajemen *Supply Chain* (SCM), Pengalaman Kerja Terhadap Sumber daya Manusia, Aliran Informasi, Kinerja manajemen proyek, Kinerja penerapan SMM ISO 9001, Tanggung Jawab Manajemen, Calon Penyedia Jasa Melakukan pendaftaran LELANG, dan Penyusunan Spesifikasi Teknis.

Masing-masing faktor memiliki variabel-variabel bebas (tidak terikat) yang mempengaruhi variabel terikat yaitu Faktor Standarisasi Dokumen Untuk Pemilihan Jasa Konstruksi terhadap Mutu kualitas pekerjaan (variabel terikat). Variabel-variabel tersebut diperoleh berdasarkan literature berupa buku maupun jurnal. Untuk lebih jelasnya faktor-faktor dan variabel-variabel dapat dilihat melalui Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Faktor dan Variabel Penelitian

Faktor	Variabel	Sumber
Kualifikasi Kontraktor	1. Memiliki Jumlah modal yang cukup, 2. Memiliki sumber daya peralatan yang memadai, 3. Memiliki sumber daya manusia yang berkualitas, 4. Mengalaman perusahaan dalam menangani proyek konstruksi.	Dessy Triana, Wahyu Oktri Widyarto, 2012 [9]

Faktor	Variabel	Sumber
Manajemen Supply Chain (SCM)	1. Lalu lintas dalam Pengiriman Material 2. Mempunyai schedule dalam Pembelian Material 3. Kurangnya waktu dalam pengadaan material 4. Membuat catatan pada data material yang keluar dan masuk gudang 5. Pendistribusian yang tersistem pada material 6. Memiliki Modal yang cukup untuk keperluan proyek konstruksi 7. Lancar dalam tagihan pembayaran oleh pihak *owner* *8.* Eskalasi harga yang tidak sama terhadap BQ (*Bill of Quantity*) 9. Pembiayaan proyek yang positif 10. Kebijakan pemerintah di sektor keuangan/perbankkan 11. Penetapan harga dan kesepakatan pembayaran 12. Lamanya arus koordinasi dalam pengambilan keputusan 13. Mempunyai data yang detail terhadap gambar kerja 14. Adanya koordinasi yang baik dari owner dan kontraktor 15. Terjadi mis informasi dalam mengkomunikasikan hal pengadaan dan perubahan terhadap harga material 16. Terjadi mis Komunikasi selama dalam pelaksanaan proyek	Andi Maddeppungeng, Rahman Abdullah, Kaswan, 2015 [10]
Pengalaman Kerja Terhadap Sumber daya Manusia	1. Mengambil keputusan tanpa ragu 2. Mengurangi kegiatan yang berupa Kesalahan kerja 3. Mempunyai kepercaya diri yang tinggi 4. mempunyai standar pekerjaan yang baik 5. selalu mempunyai kesiapan dalam menghadapi kesulitan untuk Solusi 6. Cepat tanggap pada semua tindakan	Andi Maddepunggeng, Rahman Abdullah, Mustika T.F, 2016, [11]
Aliran Informasi	1. Memperbaiki rencana pada pekerjaan 2. Mempunyai data lengkap terkait detail desain proyek 3. Mendata kendala selama kegiatan pelaksanaan proyek 4. Selalu berkoordinasi dengan pihak pemilik 5. Adanya Ketersesuaian pada data yang dipakai 6. Mempunyai akses koordinasi dalam menentukan suatu keputusan	Andi Maddeppungeng, Irma Suryani, Oktaviana Kiki Amarilis, 2018, [12]
Kinerja manajemen proyek	1. Memiliki kegiatan perencanaan (penjadwalan) yang real 2. Penyelesaian proyek tepat waktu 3. Cepat tanggap dalam hal mengambil keputusan terkait (biaya, mutu, waktu, konflik, dsb) yang terjadi pada saat pelaksanaan 4. Memanajemen risiko yang akan terjadi selama masa konstruksi 5. Memiliki alat kerja yang canggih dan modern dalam penggunaannya 6. Memiliki Jaminan kualitas dalam pekerjaan sesuai standart dari perusahaan konstruksi 7. Memonitoring kegiatan proyek dilakukan secara teratur/ terjadwal 8. Adanya *quality* produk selama masa konstruksi	Andi Maddeppungeng, Dwi Esti Intari, Nuzulan Nur Fauziah,2020, [13]
Kinerja penerapan SMM ISO 9001	1. Cepat dalam respon terhadap ketersediaan permintaan pemilik proyek, 2. Tepat waktu dalam penyelesaian pekerjaan proyek 3. Kecepatan dalam menyelesaikan *defect* pada saat proses serah terima hasil pekerjaan. *(Close Out)*	Henny Yunita, Anton Soekiman, 2017, [3]
Tanggung Jawab Manajemen	1. Ketepatan memilih *supplier* dan subkontraktor, 2. Waktu pengajuan *shop drawing*, 3. Mengerjakan administrasi secara tertip dan konsisten 4. Menerapkan prosedur dalam pekerjaan dan menjalankan instruksi kerja, displin dan patuh terhadap jadwal proyek yang sudah di sepakati 5. Rencana pekerjaan yang realistis, 6. Frekuensi pengerjaan ulang, 7. Pengawasan dalam hal monitoring pekerjaan terhadap mutu proyek 8. Cepat dalam menangani permasalahan di lapangan.	Henny Yunita, Anton Soekiman, 2017, [3]
Calon Penyedia Jasa Melakukan pendaftaran LELANG	1. Keuntungan penyedia jasa/ perusahaan, 2. Hukum dan peraturan, 3. keberuntungan.	Syafran Noferi, Andreas Wibowo, 2017, [14]
Penyusunan Spesifikasi Teknis	1. Terdini dari aspek barang/jasa; 2. Memiliki Suku cadang; 3. Merupakan bagian sistem yang sudah standart; 4. Merupakan produk Barang/jasa untuk produk elektronik; atau barang/jasa pada proses Tender Cepat. 5. Semua produk di hasilkan dalam negeri; 6. Menggunakan produk bersertifikat SNI; 7. Memaksimalkan penggunaan produk industri hijau.	PP No 16 Tahun 2018 [15]

Sumber: Hasil Olahan Peneliti

Kajian faktor dan variabel standarisasi Dokumen Pengadaan Jasa Konstruksi terhadap hasil penelitian yang relevan

Setelah mempelajari studi literatur terdahulu, dalam kajian standarisasi dokumen pengadaan jasa konstruksi dalam pelaksanaan jasa konstruksi di provinsi banten terhadap hasil penelitian yang relevan maka penjelasan terhadap faktor dan variabel tersebut dalam mencapai sasaran dan standar adalah :

1. Kualifikasi kontraktor

Pengelolan sumber daya kontraktor sangat berpengaruh penting dalam pengkualifikasian kontraktor sebagai pelaksana proyek konstruksi terutama dalam hal kualitas pekerjaan termasuk kompetensi yang dimiliki oleh perusahaan kontraktor tersebut, yang mana pengkualifikasiannyan terdiri dari kecil, menengah dan besar. Dalam hal ini dapat di ketahui bagaimana kontraktor tersebut dalam menangani risiko dan penggunaan teknologi yang di gunakan dalam menjalankan proyek konstruksi tersebut [9]. Faktor-faktor penilaian pengadaan adalah sebagai berikut: 1) penilaian administrasi 2) penilaian keuangan 3) penilaian pengalaman 4) penilaian kemampuan teknis. [8]

2. *Supply Chain Management* (SCM).

Pengaruh SCM *(supply chain management)* dalam kostruksi yang dilakukan dalam kinerja yang sangat berpengaruh dalam perusahaan dan daya saing pada perusahaan di Provinsi Banten dan DKI Jakarta dapat disimpulkan sebagai berikut: [10]

a) Hasil analisis pengaruh SCM (*supply chain management*) Terhadap Daya Saing Perusahaan, Dari hasil analisis di dapatkan bahwa dari daya saing dapat di artikan bahwa hal itu sangat berpengaruh dalam fakta dilapangan artinya ada korelasi yang baik antara daya saing dengan data kongkrit yang terjadi dalam pelaksanaannya.
b) Hasil analisis pengaruh SCM (*supply chain management*) Terhadap Kinerja Perusahaan, Kinerja perusahaan sangat penting dalam menentukan produk yang berkualitas, sehingga sangat perlu diperhatikan dan dalam hal ini sangat menentukan dalam penelitian ini.
c) Hasil analisis pengaruh hubungan kinerja perusahaan terhadap daya saing industri konstruksi, dalam hal ini daya saing akan meningkat terkait kinerja perusahaan karena terdapat hubungan yang dinamis, sehingga mempengaruhi kualitas perusahaan yang akan bersaing dalam prakualifikasi ataupun paska-kualifikasi.

3. Pengaruh Pengalaman Kerja Terhadap Kinerja Sumber Daya Manusia (SDM).

Dalam penelitian terdahulu Variabel Pengalaman Kerja mempengaruhi Kinerja SDM Konstruksi adalah Mengetahui standar pekerjaan (X4). Mengenai hasil analisis yang dilakukan pada pengaruh terhadap *skill* pada pekerjaan terhadap Kinerja SDM Konstruksi sebesar 0,473 (cukup berpengaruh) di sebabkan dengan adanya cukup dalam pengalaman kerja yang dimiliki, sehingga pekerja dapat mengerti apa yang menjadi standar pada pekerjaan yang dilakukan pada perusahaan / proyek konstruksi yang dapat meningkatkan SDM pekerja pada perusahaan [11]

4. Aliran Informasi

Dalam pembahasan mengenai aliran informasi adalah perbandingan mengenai semakin tinggi dalam pengelolaan koordinasi aliran informasi dan material semakin tinggi kinerja kontraktor. Support terhadap material yang keterkaitannya dalam hal kelancarannya dilakukan secara baik akan dapat meningkatkan pola kinerja. Jadi dalam hal ini dapat diketahui bahwa aliran informasi sangat penting dalam kinerja kontraktor. [12]

5. Kinerja Manajemen Proyek

Dalam hal ini tingkat kepuasan pelanggan terletak pada pengaruh manajemen yang digunakan dimana identifikasi tingkat kepuasan pelanggan yang dilakukan dalam pekerjaan manajemen proyek konstruksi dengan metode *customer satisfaction index* diperoleh nilai 68,64%, nilai tersebut terletak pada rentang CSI 66,66% - 83.33%, hal ini yang menunjukan bahwa pemilik atau owner merasa puas terhadap manajemen proyek yang di lakukan oleh kontraktor besar pada proyek pembangunan Bendungan KLM. [13]

6. Kinerja penerapan SMM ISO 9001

Pada penerapannya secara keseluruhan dalam penerapan kepatuhan menjalankan SMM ISO 9001:2008 di perusahan jasa konstruksi pada lingkup pekerjaan sudah dikatakan baik dan pengguna jasa konstruksi sudah merasa puas. Kondisi ini dibuktikan dengan *Customer Satisfaction Index* sebesar 72.05%, yang mana nilai ini berada dalam rentang nilai CSI antara 68%<CSI≤83% yang masuk ke dalam kategori penilaian puas. [3]

7. Tanggung Jawab Manajemen

Dalam hal ini dapat diketahui bahwa fungsi yang dilakukan dalam variabel tanggung jawab manajemen (klausul 5) yang merupakan klausul dengan kinerja yang memuaskan terlihat dari data penyebaran indikatornya terdapat dalam kuadran B dan kuadran D, yang artinya semua klausul memiliki pola kinerja yang baik yang dapat di suguhkan dari presepsi yang tentunya hal ini pemilik sebagai penilai atau pengguna jasa. [3]

8. Calon Penyedia Jasa Melakukan pendaftaran Lelang

Pada prinsipnya *E Procurement* yang menyediakan Pengadaan Barang dan Jasa adalah dapat secara efesien, efektif, transparan, terbuka, bersaing, adil dan akuntabel. Adapun hal ini sering terjadi kejadian dengan ditemukannya beberapa permasalahan dalam penyediaan proses pengadaan barang dan jasa. Salah satunya adalah masih terdapat penyedia jasa yang mengerjakan pendaftaran lelang pada tender pekerjaan akan tetapi hanya beberapa yang berlanjut sampai dengan akhir proses pada memasukkan penawaran. [14]

9. Penyusunan Spesifikasi Teknis

Dalam penyusunan spesifikasi teknis adalah dengan Tata Cara Penyusunan Regulasi Teknis yang Baik (*Good Regulatory Practice*) yang mana hal ini sangat berperan penting dalam meningkatkan mutu perusahaan sebagai penyedia badang dan jasa adalah proses, sistem, dan metode untuk meningkatkan kualitas regulasi sehingga dapat di terima dalam persaingan bebas nasional ataupun internasional.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis kualitatif dari studi literatur dari buku – buku, dokumen proyek dan berbagai jurnal penelitian ilmiah yang relevan dapat diambil kesimpulan : a)Dokumen yang berisi tentang syarat-syarat mengenai jasa konstruksi dalam hal pengadaan Pengadaan yang berkelanjutan adalah merupakan pengadaan barang/jasa yang mempunyai tujuan untuk mencapai nilai yang manfaat dan menguntungkan secara ekonomis yang mana peruntukannya bukan hanya daerah sebagai penggunanya tetapi dapat juga dinikmati oleh masyarakat, serta signifikan akan dapat mengurangi dampak negatif terhadap perubahan lingkungan dalam semua keseluruhan siklus dari penggunaannya yang terjadi pada kegiatan konstruksi. b) Pengaruh faktor standarisasi dokumen untuk pemilihan jasa konstruksi terhadap kinerja mutu dalam pelaksanaan konstruksi di daerah provinsi banten meliputi Kualifikasi Kontraktor, Manajemen Supply Chain (SCM), Pengalaman Kerja Terhadap Sumber daya Manusia, Aliran Informasi, Kinerja manajemen proyek, Kinerja penerapan SMM ISO 9001, Tanggung Jawab Manajemen, Risiko Politik, Calon Penyedia Jasa Melakukan pendaftaran LELANG, dan Penyusunan Spesifikasi Teknis. c) Dapat diidentifikasi faktor – faktor dan variabel yang berpengaruh terhadap faktor standarisasi dokumen untuk pemilihan jasa konstruksi terhadap kinerja mutu yang terjadi di daerah provinsi banten yaitu 9 faktor dan 58 variabel.

SARAN

Melihat hasil penelitian yang telah dilakukan, maka untuk mengantisipasi keterlambatan pekerjaan proyek tersebut, disarankan hal – hal sebagai berikut :a)Provinsi Banten perlu menjalankan mitigasi standarisasi dokumen untuk pemilihan jasa konstruksi terhadap kinerja mutu dalam pelaksanaan konstruksi terkait Kualifikasi Kontraktor, Manajemen Supply Chain (SCM), Pengalaman Kerja Terhadap Sumber daya Manusia, Aliran Informasi, Kinerja manajemen proyek, Kinerja penerapan SMM ISO 9001, Tanggung Jawab Manajemen, Risiko Politik, Calon Penyedia Jasa Melakukan pendaftaran LELANG, dan Penyusunan Spesifikasi Teknis serta meminta pihak-pihak yang terlibat berkonsentrasi terhadap pengaruh standarisasi dokumen untuk pemilihan jasa konstruksi yang terjadi.b)Perlunya dilakukan Analisis kembali dengan menambahkan beberapa faktor-faktor lain yang mempengaruhi standarisasi dokumen untuk pemilihan jasa konstruksi terhadap kinerja mutu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada

1. Dinas Provinsi Banten yang telah memberikan data-data yang digunakan oleh penulisan dalam melakukan penelitian ini
2. Para Dosen dan teman-teman Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
3. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bambang Prasetya, "Tata Cara Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Secara Wajib," Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Peraturan Badan Standardisasi Nasional No 7 Tahun 2020, (2020).

[2] Sri Mulyani Indrawati, "Perubahan atas Peraturan Menteri Keuangan Nomor 78/pmk.02/2019 tentang Standar Biaya Masukan Tahun Anggaran 2020,"

Kementrian Keuangan, Jakarta, Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia 72/PMK.02/2020, (2020).

[3] Anton Soekiman Henny Yunita, "Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Jasa Konstruksi Terhadap Penerapan Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008 Di Perusahaan Jasa Konstruksi," *Jurnal Infrastruktur*, vol. 3, no. 1, pp. 1-1 p-ISSN 2527-497X, e-ISSN 2580-4448, Juni (2017).

[4] Cognoscenti Consulting Group, "Sistim Manajemen Mutu-Persyaratan," ISO 9001:2015 – For Training Only, Jakarta, Standart Internasional ISO 9001, (2015).

[5] Project Management Institute, "A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK)," Newtown Square, Pennsylvania, USA, 6th, Inc (2008).

[6] Jermias Tjakra, D.R.O. Walangitan Joel Daniel Paulus Tuelah, "Peranan Konsultan Manajemen Konstruksi Pada Tahap Pelaksanaan," *Tekno Sipil*, vol. 12, no. 61, pp. 47-54, Desember (2014).

[7] Sekertaris Daerah Provinsi Banten, "Pembinaan Jasa Konstruksi," Gubernur Banten, Serang, Peraturan Daerah Provinsi Banten No 4 Tahun 2011, (2011).

[8] Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, "Standar Dan Pedoman Pengadaan Jasa Konstruksi," Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia 07/PRT/M/2019, (2019).

[9] Wahyu Oktri Widyarto Dessy Triana, "Relevansi Kualifikasi Kontraktor Bidang Teknik Sipil Terhadap Kualitas Pekerjaan Proyek Konstruksi Di Provinsi Banten," *Jurnal Fondasi,Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 1, no. 1, pp. 182-190, (2013).

[10] Rahman Abdullah, Kaswan Andi Maddeppungeng, "Analisis Integrasi Supply Chain Management (SCM) Terhadap Kinerja Dan Daya Saing Pada Industri Konstruksi (Studi Kasus Kontraktor-Kontraktor Di Daerah Banten Dan DKI Jakarta," *Jurnal Fondasi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 4, no. 2, pp. 19-30, (2015).

[11] Rahman Abdullah, Mustika T.F Andi Maddepunggeng, "Pengaruh Pengalaman Kerja Dan Gaya Kepemimpinan Terhadap Kinerja Sumber Daya Manusia (SDM)," *Jurnal Konstruksia*, vol. 8, no. 1, pp. 99-108, Desembaer (2016).

[12] Irma Suryani, Oktaviana Kiki Amarilis Andi Maddeppungeng, "Pengaruh Rantai Pasok Terhadap Kinerja Kontraktor Di Provinsi Banten Dan DKI Jakarta," *Jurnal Konstruksia*, vol. 9, no. 2, pp. 75-87, Juli (2018).

[13] Dwi Esti Intari, Nuzulan Nur Fauziah Andi Maddeppungeng, "Evaluasi Kepuasan Pelanggan Terhadap Kinerja Manajemen Proyek Kontraktor Besar(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Bendungan KLM Di Provinsi Banten)," *Jurnal Konstruksia*, vol. 11, no. 2, pp. 59-72, Juli (2020).

[14] Andreas Wibowo Syafran Noferi, "Analisis Penyebab Calon Penyedia Jasa Melakukan Pendaftaran lelang Tetapi Tidak Melanjutkan Memasukkan Dokumen Penawaran Pada Pengadaan Jasa Konstruksi," *Jurnal Infrastrukture*, vol. 3, no. 1, pp. 40-48 p-ISSN 2527-497X, e-ISSN 2580-4448, Juni (2017).

[15] Joko Widodo, "Tentang Pengadaan Barang dan Jasa," Presiden Republik Indonesia, Jakarta, Peraturan Presiden Republik Indonesia 16 Tahun 2018, (2018).

P-83

KAJIAN FAKTOR DAN VARIABEL *CONSTRUCTION PUNCH-LIST* PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DI PROYEK ABC

ASSESSMENT OF FACTORS AND VARIABLES OF CONSTRUCTION PUNCHLIST ON LEVELED BUILDINGS IN ABC PROJECT

Manlian A. Ronald Simanjuntak[1*], Rudi Agus Susanto[2],
[1]*Program Studi Magister Teknik Sipil Universtitas Pelita Harapan, Tangerang*
[2]*Program Studi Magister Teknik Sipil Universtitas Pelita Harapan, Tangerang*

[*]*E-mail: manlian.adventus@gmail.com*
E-mail: rudiagusthaib@gmail.com

Diterima 07-10-2020	Diperbaiki 15-10-2020	Disetujui 17-10-2020

ABSTRAK

Proyek konstruksi dilaksanakan berdasarkan kontrak yang sudah di setujui dan mengikuti jadwal yang sudah ditentukan, tetapi dalam perjalanan proyek konstruksi tidaklah mudah terutama pada fase serah terima (close out) yang mana terjadi ketidak sesuaian product yang dihasilkan maka akan menimbulkan rework yang akan menjadi punch-list sehingga menyebabkan perulangan pada pekerjaan artinya ada penambahan waktu pelaksanaan untuk mengerjakan punch-list tersebut sehingga jadwal dan rencana bisa berubah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil kajian dari faktor dan variabel contruction punch-list kontraktor pada pelaksanaan gedung bertingkat terhadap hasil penelitian yang relevan pada bangunan gedung bertingkat di Proyek ABC. Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah kajian literature, dengan melakukan kajian pada studi literatur dari berbagai buku dan kajian penelitian yang relevan di proyek ABC. Hasil penelitian ini berguna untuk para pihak yang terlibat dalam contrustion punch-list waktu pelaksanaan pekerjaan kontraktor pada bangunan gedung bertingkat.

Kata kunci: contruction , punch-list, Kinerja waktu,Bangunan Gedung

ABSTRACT

The construction project is carried out based on a contract that has been approved and follows a predetermined schedule, but in the course of the construction project it is not easy, especially in the handover phase (close out) where a mismatch of the resulting product will cause a rework that will become a punch-list. so that it causes redundancy on the job, meaning that there is an additional execution time to work on the punch-list so that schedules and plans can change. The purpose of this study was to determine the results of the study of the factors and variables of the contractor punch-list construction on the implementation of the multi-storey building to the relevant research results in multi-storey buildings in the ABC Project. The research method used in this paper is literature review, by conducting a study of the literature from various books and research studies that are relevant to the ABC project. The results of this study are useful for the parties involved in the contrustion punch-list implementation time of the contractor's work in high-rise buildings.

Keywords: contruction, punch-list, time performance, building

PENDAHULUAN

Pada umumnya proyek konstruksi merupakan hasil dari kerjasama antara dua pihak terkait yang tertuang dalam sebuah bentuk yang nantinya akan di gunakan pada tujuan kemajuan pembangunan, proyek konstruksi yang baik adalah pekerjaan yang dilakukan sesuai jadwal yang sudah di tentukan secara sitematis. proyek konstruksi tidak lepas dari pekerjaan berulang yang memberikan dampak pada suatu pekerjaan tentunya sangat berpengaruh terhadap waktu pekerjaan dan produktifitas, dampak yang terjadi dapat terjadi langsung atau tidak langsung yang dapat juga

memberikan dampak psikis terhadap pelaku dalam pengerjaan item yang menjadi punch-*list* tersebut [1].

Proyek konstruksi merupakan suatu pelaksanaan proyek yang dikerjakan dengan sistem Manajemen proyek yang dilakukan dengan dimulai pada fase konstruksi inisiasi sampai dengan fase serah terima, proyek konstruksi dilaksanakan berdasarkan kontrak yang sudah di setujui dan mengikuti jadwal yang sudah ditentukan, tetapi dalam perjalanan proyek konstruksi tidaklah mudah terutama pada fase serah terima (*close out*) yang mana terjadi ketidak sesuaian *product* yang dihasilkan maka akan menimbulkan *rework* yang akan menjadi *punch-list* sehingga menyebabkan perulangan pada pekerjaan artinya ada penambahan waktu pelaksanaan untuk mengerjakan *punch-list* tersebut sehingga jadwal dan rencana bisa berubah. [2]

Punch-list merupakan ketidak sesuaian konstruksi sesuai spek teknis pada beberapa item struktur, arsitek dan *Mekanical/ electrical* (ME) yang tercatat pada list yang sudah dibuat untuk di setujui bersama pada saat *open defect* ataupun *close defect*, hal ini dapat terjadi jika proses pekerjaan konstruksi tidak sesuai dengan kesepakatan yang sudah di setujui pada spesifikasi teknis. [3]. *Punch-list* merupakan dokumen yang mencantumkan beberapa item pekerjaan pada masa periode tahap akhir yang tersisa pada masa sebelum proyek konstruksi dianggap selesai, dimana semua pekerjaan yang tidak berkenan dengan spek atau *bill of quantity* (BQ) di masukkan dalam daftar *punch-list*. Penggunaan *punch-list* dapat dikatakan terjadi pada saat *close out* proyek konstruksi sebelum serah terima kepada *owner*/pemilik. [4] , Maka dari itu penelitian ini dilakukan terkait *punch- list* yang terjadi di proyek konstruksi terhadap kinerja waktu pelaksanaan terhadap jadwal *close out* pada proyek bangunan gedung.

Permasalahan Penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

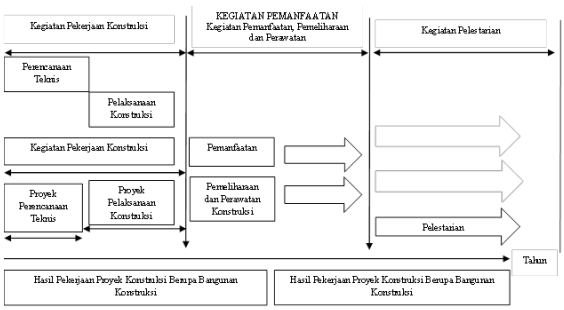
1. Apa peran penting kontraktor dalam pelaksanaan konstruksi pada bangunan gedung bertingkat?
2. Apa saja faktor dan variabel *contruction punchlist* yang dialami kontraktor pada pelaksanaan gedung bertingkat yang di teliti pada penelitian ini?
3. Bagaimana hasil analisis kajian faktor dan variabel *contruction punchlist* pada pelaksanaan gedung bertingkat terhadap hasil penelitian yang relevan dalam penelitian ini?

Tujuan Penelitian yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peran kegiatan penting kontraktor dalam menjalankan pelaksanaan konstruksi pada konstruksi bangunan gedung bertingkat.
2. Mengetahui faktor dan variabel penting yang menjadi refleksi pada *contrustion punch-list* yang dialami kontraktor pada pelaksanaan gedung bertingkat yang di teliti pada penelitian ini.
3. Mengetahui hasil penjelasan tentang kajian mengenai faktor dan variabel *contruction punch-list* pada pelaksanaan konstruksi gedung bertingkat terhadap hasil penelitian yang relevan dalam penelitian ini.

Dalam pembahasan mengenai *Construction punch-list* yang mana *Punc- list* merupakan ketidak sesuaian konstruksi sesuai spek teknis pada beberapa item struktur, arsitek dan *Mekanical/ electrical* yang tercatat dalam list *defect* dan sudah dibuat untuk di setujui bersama pada saat *open defect* ataupun *close defect*, hal ini dapat terjadi jika proses pekerjaan konstruksi tidak sesuai dengan kesepakatan yang sudah di setujui pada spesifikasi teknis. [3] Gambaran yang terjadi pada objek penelitian adalah pada proyek yang diteliti yaitu Kawasan proyek ABC yang merupakan bangunan *office* setinggi 42 lantai, berlokasi di Jakarta Selatan.

Mengenai Proses Konstruksi menurut Arsyad tahun 2017 Penyelenggaraan bangunan/ konstruksi adalah kegiatan pembangunan proyek konstruksi yang terdiri dari proses perencanaan teknis dan pelaksanaan konstruksi, kegiatan pemanfaatan, pelestarian dan pembongkaran. [5]



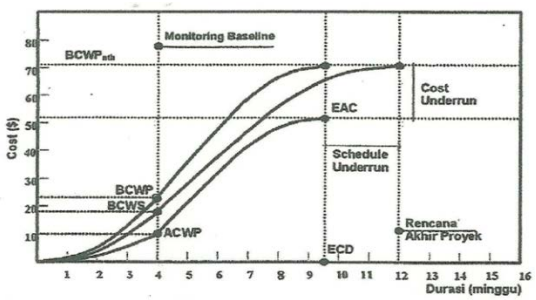
Gambar 1. Proses Konstruksi [5]

Dapat diketahui bahwa secara terstruktur didalam PMBOK adalah tahapan fase menurut PMI (*Project Management Institute*) adalah sebagai berikut: [6]

1. Tahap pekerjaan konseptual.
2. Tahap kerja pada fase perencanaan dan fase pengembangan (*planning and development*).
3. Tahap pada pekerjaan implementasi.
4. Tahap pada fase terminasi.

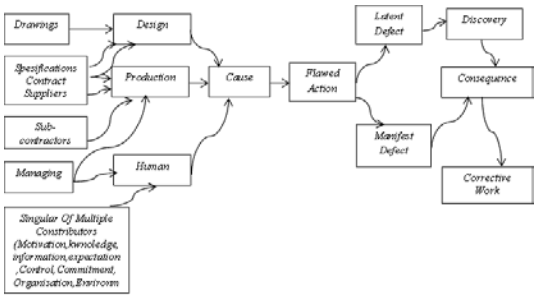
Di dalam Garnito 2012 pengukuran kinerja proyek dengan cara *Earned Value* atau Nilai Hasil, sebagaimana akan mendapatkan informasi indikator dalam bentuk kuantitatif, yang mana dapat diketahui informasi mengenai progress jadwal dan biaya proyek. Dalam Indikator tersebut akan menginformasikan bagaimana kemajuan proyek konstruksi dalam waktu tertentu serta akan dapat diperkirakan akan dapat memproyeksikan kemajuan proyek untuk pada periode selanjutnya. Indikatoruntuk hal tersebut adalah sebagai berikut: [7]

a. *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS), mendeskripsikan berapa gambaran mengenai besaran anggaran rencana untuk sampai pada suatu periode yang tertentu yang di korelasikan pada volume rencana proyek konstruksi pada saat pengerjaan.
b. *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP), mendeskripsikan berapa gambaran mengenai penganggaran dari suatu perencanaan proyek konstruksi pada suatu periode tertentu terhadap pekerjaan yang telah dikerjakan pada volume kerja aktual.
c. *Actual Cost of Work Performed* (ACWP), mendeskripsikan berapa gambaran mengenai anggaran pemakaian volume aktual yang dihabiskan pada pelaksanaan pekerjaan proyek dalam keadaan volume pekerjaan aktual.



Gambar 2. Grafik Kinerja Biaya dan Waktu [7]

Di dalam *Johnton* 2019 Cacat bangunan merupakan kejadian yang umum dalam proyek konstruksi di dunia dan sudah menjadi suatu bagian yang diterima dari proses pembangunan Masalahnya adalah bukan pada cacat konstruksi yang terjadi, hal ini tidak dapat dihindari. Konsentrasi yang menjadi focus dalam hal ini adalah terletak pada tingkat keparahan, dan dampak yang menjadikan cacat ini terhadap bangunan dan penghuninya. Beberapa standar yang dilakukan adalah pada penerapan kepatuhan dalam menjalankan konstruksi berbeda di antar Negara di dunia. Oleh sebab itu, apa yang menjadikan *defect* juga berbeda jika pengertiannya didefinisikan dalam pengartian penerapan yang memerlukan kesesuaian dengan pemakaian standar pada konstruksi. Hal ini dapat dideskripsikan pada gambar sebagai berikut pemikiran dalam jalur model. [8]



Gambar 3. Model jalur pengerjaan ulang [8].

Menurut kepmenperprawil No 332 tahun 2002 Yang dimaksud dengan bangunan gedung adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya untuk kegiatan hunian atau tinggal, kegiatan usaha, kegiatan sosial, kegiatan budaya, dan/atau kegiatan khusus. [9]

Proyek konstruksi merupakan suatu hubungan timbal balik antara pemilik dan pelaksana berdasar pada regulasi Peraturan Pemerintah Nomor 29 tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi. Hubungan kerja antara penyedia jasa konstruksi dengan pengelola proyek diatur sebagai berikut: [10]

a. Pengelola Proyek bertanggung jawab atas pembayaran semua prestasi pekerjaan yang telah dilaksanakan oleh penyedia jasa konstruksi berdasarkan perjanjian yang telah disepakati bersama;
b. Para ahli penyedia jasa kosntruksi bertanggung jawab atas hasil pekerjaan yang dilaksanakan terhitung dari serah terima pekerjaannya;
c. Kecuali ditentukan lain, maka pada dasarnya hubungan kerja antara Pemimpin Proyek/pemimpin Bagian Proyek dengan

pihak penyedia jasa konstruksi masing-masing : manajemen konstruksi/pengawas konstruksi, perencana konstruksi, dan pemborong, dilakukan secara kontraktual dalam bentuk Kontak *Lump sum/Lump sum Fixed Price Contract*/pasti dan mengikat;

d. Yang dimaksud dengan Kontrak Lump sum adalah suatu kontrak pengadaan barang/jasa atas penyelesaian seluruh pekerjaan dalam batas waktu tertentu dengan jumlah harga total penawaran yang pasti dan tetap.

Kajian hasil penelitian melalui jurnal – jurnal yang relevan ini mengangkat hasil penelitian dalam 10 tahun terakhir. kajian hasil penelitian ini berdasarkan topik penelitian diatas adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Metode Analisis	Hasil
Rahmatul Irfan, 2012	FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB PEKERJAAN ULANG (*REWORK*) PADA PEMBANGUNAN GEDUNG DI DINAS BINA MARGA DAN CIPTA KARYA UNSYIAH	Deskriptif Kuantitatif	• Diketahui item detail mengenai Rework • Salah satu penyebab utama *rework* adalah dari faktor manajerial. • Keterlambatan datangnya material yang menjadi penyebab *rework* berasal dari faktor sumber daya
Nana Sutrisna, 2013	ANALISIS *REWORK* PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI KABUPATEN BADUNG	Analisis Faktor dengan menggunakan Analisis Multivariant	• aspek *owner* (kurangnya komunikasi, kurang koordinasi, kurangnya alur informasi), • aspek *konsultan perencana* (minim informasi dalam lapangan, interaksi Komunikasi kurang, terjadi perbedaan gambar dengan dilapangan yang kurang sesuai), • aspek *konsultan manajemen konstruksi* (bolak balik informasi lapangantidak valid, Kurangnya koordinasi dalam komunikasi, tidak adanya control dalam pengawasan), • aspek *kontraktor mechanical electrical plumbing* (pengalaman staff MEP belum memenuhi standart, kompetensi tentang manajemen karakter bahan masih belum standart , terjadi kerja lembur yang berlebihan), • aspek *kontraktor* (Kurangnya kompetensi mandor, Kurangnya pengalaman mandor, Kurangnya pengalaman tenaga kerja, Kualitas tenaga kerja yang buruk, Kesalahan dalam menginterpretasikan spesifikasi), • aspek *operator* (Buruknya alur informasi, kurangnya komunikasi, Kurangnya koordinasi, Kurangnya pengalaman operator).
Riki Saputra 2016	ANALISIS KEGAGALAN KONSTRUKSI DARI PERSPEKTIF *SOCIO – ENGINEERING SYSTEM*	Metode Deskriptif Kuantitatif,	Penelitian ini menganalisis Kegagalan Konstruksi dari Perspektif *Socio – Engineering System*. Kegagalan konstruksi dilihat dari perspektif *socio engineering system* yang berpengaruh yaitu pada tahap perencanaan, dokumen perencanaan dan proses pengadaan. • Seperti persaingan yang tidak sehat ,korupsi, kolusi, nepotisme, (KKN) dan penyuapan agar memenangkan tender Pengadaan Barang dan Jasa (90,00 %), • Terjadinya persekongkolan dengan Owner untuk mengatur harga penawaran diluar prosedur pengadaan (80,00 %), • Keinginan Owner untuk meraih keuntungan yang tidak normal (Fee Proyek) dengan menekan imbalan jasa dari konsultan Perencana / Kontraktor diluar kontrak yang telah disepakati (76,7%).
Muhammad Rizal, 2018	EVALUASI PEKERJAAN ULANG (*REWORK*) PADA PROYEK KONSTRUKSI JALAN DI KOTA BANDA ACEH	Metode Deskriptif Kuantitatif,	Faktor-faktor terjadinya pekerjaan ulang pada proyek konstruksi jalan adalah: 1. Responden yang berpartisipasi dalam pengisian kuesioner 45 orang memiliki jabatan sebagai *general superintendent* dan 6 orang sebagai direktur perusahaan. 2. Analisis *frequency index* menunjukkan bahwa faktor dominan penyebab *rework* dengan interpretasi skor sering diantaranya: a) Kurangnya kontrol; b) Cuaca; c) Jadwal yang terlalu padat; d) Salah keputusan; dan e) Kurangnya informasi lapangan; 3. Dari 9 item pekerjaan konstruksi jalan, responden memberikan jawaban bahwa hanya 4 item pekerjaan saja yang sering mengalami *rework* diantaranya: a. pelebaran perkerasan dan bahu jalan, b. perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen, c. perkerasan aspal, dan d. pengembalian kondisi dan pekerjaan minor.
Erick Chundawan 2018	MODEL SUMBER DAN PENYEBAB *REWORK* PADA TAHAPAN PROYEK KONSTRUKSI	Studi literatur, dilanjutkan dengan *survey* dengan penyebaran kuisioner kepada kontraktor di Surabaya	Pada proyek konstruksi, *rework* sering terjadi pada tahapan *finishing*. Sumber *rework* yang harus diperhatikan : • Untuk tahapan pekerjaan *finishing* adalah adanya perubahan (*change*) dan diikuti dengan adanya kesalahan yang terjadi (*error*), • Akibat faktor kepemimpinan dan komunikasi. • Salah satu indikator utama dari penyebab *rework* yang memiliki intensitas tertinggi adalah kurangnya pengawasan di lapangan dan rencana kerja.

Sumber: Hasil olahan Peneliti

METODOLOGI

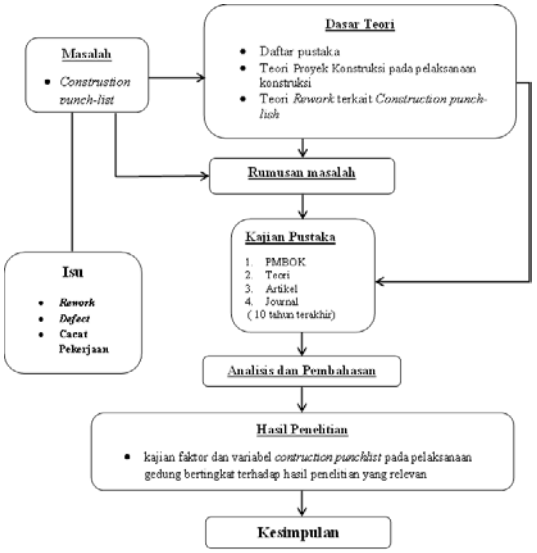
Penelitian yang dilakukan dalam penulisan ini adalah Studi literature deskriptif yang bertujuan untuk membuat deskripsi atau gambaran mengenai peristiwa atau hubungan antar peristiwa yang diteliti.

metodologi dari penelitian ini, untuk menjelaskan dan menentukan penggunaan metode yang akan digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian.

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan studi literatur dari buku maupun jurnal penelitian yang sudah dilaksanakan dalam 10 tahun terakhir yang relevan. Dari studi tersebut diperoleh faktor-faktor faktor-faktor dan variabel *contrustion punch-list* yang mempengaruhi pekerjaan

kontraktor pada bangunan gedung bertingkat. Pada masing-masing faktor yang berpengaruh memiliki beberapa variabel. dan hasil penelitian.

Proses Penelitian seperti Diagram Alir di bawah ini :



Gambar 4. Alur Penelitian Hasil olahan Peneliti

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek konstruksi merupakan suatu pelaksanaan proyek yang dikerjakan dengan sistem Manajemen proyek yang dilakukan dengan dimulai pada fase konstruksi inisiasi sampai dengan fase serah terima, Dalam penelitian ini variabel yang akan kaji adalah variabel *contruction punch-list* yang dialami kontraktor, Untuk di kajian pustaka mengapa *Construction Punch-list* merupakan faktor yang sangat penting untuk di kendalikan dalam bangunan gedung tinggi karena akan mengakibatkan penambahan waktu dalam proses siklus proyek konstruksi. Manajemen waktu sendiri adalah suatu cara untuk memanajemen waktu dan bagaimana menjadwalkan suatu pekerjaan konstruksi sesuai dengan rencana pelaksanaan yang sudah di tetapkan.

Hasil dari Indentifikasi dari jurnal dan *prosiding* dengan melakukan kajian didapatkan beberapa faktor dan variabel yang akan digunakan untuk penelitian selanjutnya dalam menjawab permasalahan dalam penelitian ini. Dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan studi literatur dan kajian pustaka dapat menjawab permasalahan penelitian yang pertama menurut data pada buku tentang *construction punch-list* kontraktor serta literatur – literatur yang didapatkan pada data-data sekunder yang mana dapat terlihat bahwa variabel sangat tepat dalam penelitian *construction punch-list* ini karena banyak terjadi *rework*, cacat kegagalan dan *defect* yang terjadi di dalam pekerjaan konstruksi yang mana sangat berhubungan dengan kinerja waktu atau dalam penjadwalan dalam bangunan gedung bertingkat.

Peranan pekerjaan kontraktor pada dunia konstruksi dapat secara nyata di gambarkan merupakan sebagai sumber daya yang terjadi pada proyek konstruksi yang mempunyai kemampuan teknis dan kapasitas dalam potensi untuk dapat dimanfaatkan dalam kegiatan konstruksi. Sumber daya proyek konstruksi mempunyai aspek yang terdiri dari beberapa jenis diantaranya biaya, waktu, sumber daya manusia, material, dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Dimana untuk mengoperasionalkan sumber daya tersebut memerlukan suatu sistem manajemen konstruksi yang benar. [2]

Untuk menjalankan manajemen proyek tersebut memerlukan Tahapan dalam proses pekerjaan kontraktor, yang menurut PMBOK terdapat beberapa aspek yang di gunakan dalam manajemen proyek dimana tahapan menurut PMI (*Project Management Institute*) adalah sebagai berikut: [6]

1. Tahap pekerjaan konseptual.
2. Tahap kerja pada fase perencanaan dan fase pengembangan (*planning and development*).
3. Tahap pada pekerjaan implementasi.
4. Tahap pada fase terminasi

Untuk menjawab permasalahan yang kedua pada penelitian ini berdasarkan studi literatur dari berbagai hasil penelitian yang relevan diperoleh faktor pengaruh antara lain adalah Desain dan Dokumentasi, *Manajerial*, Sumber daya, Pengawasan kontraktor, Persfektif *socio- engineering* system pada tahap perencanaan, Metode Kerja dan Lingkungan.

Masing-masing faktor memiliki variabel-variabel bebas (tidak terikat) yaitu pengaruh *construction punch-list* terhadap variabel terikat yaitu bangunan gedung tinggi. Variabel-variabel tersebut diperoleh berdasarkan literature berupa buku maupun jurnal. Untuk lebih jelasnya faktor-faktor dan variabel-variabel dapat dilihat melalui Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Faktor dan Variabel Penelitian

Faktor	Variabel	Sumber
Desain Beserta Dokumentasi	1. Kesalahan terletak pada desain, 2. Buruknya tingkat koordinasi pada dokumen dan perubahan pada desain, 3. Detail yang tidak jelas, 4. Kurangnya prngetahuan pada pemahaman tentang konstruksi (Constructability) 5. Kurangnya skill tentang pengetahuan teknologi bahan.	Jurnal " FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB PEKERJAAN ULANG (*REWORK*) PADA PEMBANGUNAN GEDUNG DI DINAS BINA MARGA DAN CIPTA KARYA UNSYIAH" oleh Rahmatul Irfan, Budi Aulia, Mubarak
Fungsi Manajerial	1. Kurangnya kerjasama pada teamwork, 2. Kurangnya pengawasan control pada pekerjaan 3. Jadwal pekerjaan yang terlalu sangat padat 4. Kurangnya pengetahuan tentang informasi untuk keperluan lapangan, 5. Buruknya jalur komunikasi informasi, 6. Pertimbangan presepsi yang kurang tepat di lapangan pada pengambilan keputusan 7. Kurangnya antisipasi pada kondisi cuaca terkait keadaan alam.	Jurnal " FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB PEKERJAAN ULANG (*REWORK*) PADA PEMBANGUNAN GEDUNG DI DINAS BINA MARGA DAN CIPTA KARYA UNSYIAH" oleh Rahmatul Irfan, Budi Aulia, Mubarak
Sumber Daya	1. Kurangnya skill pengalaman dalam pekerjaan, 2. Bekerja memakai tidak sesuai dengan prosedur pekerjaan 3. Kurangnya dalam pengetahuan pekerjaan 4. Jumlah jam kerja lembur yang over 5. Material yang terkirim tidak sesuai dengan pesanan 6. Material datang dalam kondisi terlambat, 7. Material yang di butuhkan tidak dalam posisi berada pada area yang sesuai pada waktu yang dibutuhkan, 8. Kurangnya peralatan yang di pakai 9. Peralatan tidak dalam keadaan kondisi yang prima	Jurnal " FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB PEKERJAAN ULANG (*REWORK*) PADA PEMBANGUNAN GEDUNG DI DINAS BINA MARGA DAN CIPTA KARYA UNSYIAH" oleh Rahmatul Irfan, Budi Aulia, Mubarak
Pengawasan Terhadap Kontraktor	1. Jadwal pekerjaan yang terlalu padat 2. Kurangnya pengontrolan pada pekerjaan 3. Kurangnya koordinasi komunikasi yang baik 4. Kurangnya informasi pekerjaan dilapangan 5. Kualitas pekerja yang buruk 6. Kurangnya skill pengalaman pada tenaga kerja 7. Kurangnya pelatihan kompetensi untuk mandor 8. Kurangnya pengalaman staff kontraktor 9. Kesalahan dalam menterjemahkan gambar	Jurnal "ANALISIS REWORK PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI KABUPATEN BADUNG" oleh Nana Sutrisna, I N. Arya Thanaya, I Gst. Ketut Sudipta
Persfektif *socio-engineering* system pada tahap perencanaan	1. Persaingan dalam konstruksi yang tidak sehat ,korupsi, kolusi, nepotisme, (KKN) 2. penyuapan agar supaya dapat memenangkan tender Pengadaan Barang dan Jasa 3. Adanya persekongkolan kerjasama dengan Owner dalam aturan harga penawaran yang diluar jalur prosedur pengadaan 4. Keinginan *Owner* dalam mendapatkan keuntungan yang tidak sesuai (*Fee* Proyek) dengan jalan memberikan tekanan pada imbalan jasa yang di dapatkan dari konsultan Perencana /Kontraktor diluar kontrak yang telah disepakati.	Jurnal ANALISIS KEGAGALAN KONSTRUKSI DARI PERSPEKTIF SOCIO – ENGINEERING SYSTEM oleh Riki Saputra, Akhmad Suraji, Abdul Hakam
Metode Kerja	1. Buruknya dalam prosedur pelaksanaan kerja 2. Proses perencanaan dalam produksi yang tidak melibatkan pakar tenaga ahli. 3. Kesalahan dalam pemakaian pengambilan suatu keputusan	Jurnal "EVALUASI PENGERJAAN ULANG (REWORK) PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI SEMARANG" oleh Ardhan Herdianto,

Faktor	Variabel	Sumber
		Ayunda Dewi Ratih Tanjungsari, Arif Hidayat), Jati Utomo Dwi Hatmoko)
Kondisi Lingkungan	1. Kondisi alam yang tidak sesuai dengan keadaan perkiraan 2. Adanya pengaruh gangguan lingkungan disekitar area kerja 3. Cuaca yang sangat ekstrim dan sulit di kendalikan	Jurnal "EVALUASI PENGERJAAN ULANG (REWORK) PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG DI SEMARANG" oleh Ardhan Herdianto, Ayunda Dewi Ratih Tanjungsari, Arif Hidayat, Jati Utomo Dwi Hatmoko

Sumber: Hasil olahan Peneliti

Kajian Faktor dan Variabel Penelitian terhadap penelitian terdahulu

Berdasarkan studi literatur yang sudah di lakukan untuk menjawab permasalahan penelitian ke tiga, maka kajian terhadap faktor dan variabel *contruction punchlist* pada pelaksanaan gedung bertingkat dapat di uraikan sebagai berikut:

1. Desain Beserta Dokumentasi

Di dalam jurnal " Faktor-Faktor Penyebab Pekerjaan Ulang (*REWORK*) Pada Pembangunan Gedung Di Dinas Bina Marga Dan Cipta Karya Unsyiah" [2], memberikan suatu deskripsi bahwa pemilik yang memiliki akses langsung dalam menjalankan proses desain proyek dimana keterlibatan Konsultan dan Pemilik Proyek sangat berperan penting dalam fase inisiasi. Proses ketidaksesuaian design dan adanya perubahan pada desain yang berkelanjutan pada proyek pembangunan Dinas Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Aceh terjadi pada saat pekerjaan konstruksi sudah terlaksana, maka pihak Kontraktor mengeksekusi kembali dengan cara pembongkaran dan mengulang pekerjaan pada item yang sama. Desain dan dokumentasi yang tidak dipahami dengan benar yang akan menjadi sebab tertundanya proyek konstruksi, sehingga terjadi *rework* mengakibatkan membengkaknya biaya dan waktu konstruksi.

2. Fungsi Manajerial

Di dalam jurnal "Faktor-Faktor Penyebab Pekerjaan Ulang (*REWORK*) Pada Pembangunan Gedung Di Dinas Bina Marga Dan Cipta Karya Unsyiah" [2], Dalam penelitian ini di dapatkan hasil persetujuan dari responden yang menempatkan faktor berkurangnya *teamwork* sebagai sarana dalam sebab *rework*. Kurangnya koordinasi dalam hal kerjasama antara pihak terkait dalam proyek yang terjadi sebagai akibat sistem *procurement* yang pada umumnya yang dipakai di Indonesia adalah sistem tradisional (desain-tender-bangun). Sistem tradisional ini telah berulang kali disebutkan sebagai salah satu penyebab utama buruknya koordinasi antara Konsultan dan Kontraktor.

3. Sumber Daya

Di dalam jurnal "Faktor-Faktor Penyebab Pekerjaan Ulang (*REWORK*) Pada Pembangunan Gedung Di Dinas Bina Marga Dan Cipta Karya Unsyiah" [2], dalam hal ini Tenaga kerja merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dari suatu pelaksanaan proyek. Tenaga kerja yang diperkerjakan pada proyek pembangunan gedung di Dinas Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Aceh adalah tenaga kerja dari pulau Jawa. Untuk menghindari rework yang diakibatkan oleh tenaga kerja, maka kontraktor mendatangkan tenaga kerja dari pulau Jawa untuk mencapai target pembangunan yang telah ditentukan. Perencanaan tenaga kerja proyek yang menyeluruh dan terperinci dan harus mengikuti jenis dan kapan keperluan tenaga dibutuhkan. Dengan mengetahui dari awal perencanaan tentang perkiraan jumlah tenaga kerja dan jadwal kebutuhannya, maka dapat dimulai kegiatan pengumpulan informasi perihal sumber penyediaan tenaga kerja baik.

4. Pengawasan Terhadap Kontraktor

Di dalam jurnal "Analisis Rework Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kabupaten Badung**"** [1]**,** Dapat dilihat dengan nilai eigen value dari hasil dari *factoring* pada aspek kontraktor diperoleh 5 kelompok faktor yaitu total variance pada kelompok faktor aspek kontraktor mendapatkan nilai sebesar (73,595%), artinya faktor-faktor penyebab terjadinya *rework* pada aspek kontraktor dapat dijelaskan sebesar 73,595% oleh kelompok faktor yang terbentuk. Maka mengenai hal aspek kontraktor yaitu kinerja kompetensi mandor, rendahnya pengalaman mandor, rendahnya perihal pengalaman tenaga kerja, tingkat kualitas tenaga kerja yang buruk, Kesalahan dalam mengartikan spesifikasi.

5. Persfektif *socio- engineering* system pada tahap perencanaan

Di dalam Jurnal "Analisis Kegagalan Konstruksi Dari Perspektif Socio – Enginering System" [11], Kegagalan konstruksi dilihat dari perspektif *socio engineering system* tahapan yang berpengaruh yaitu pada tahap perencanaan, dokumen perencanaan dan proses pengadaan. Sumber penyebab kegagalan kontruksi dari perspektif *Socio – Engineering System* dinilai yang sangat beresiko yakni persaingan yang tidak sehat ,korupsi, kolusi, nepotisme, (KKN) dan penyuapan agar memenangkan tender Pengadaan Barang dan Jasa dinilai (90,00%), Terjadinya persekongkolan dengan Owner untuk mengatur harga penawaran diluar prosedur pengadaan (80,00 %), Keinginan *Owner* untuk meraih keuntungan yang tidak normal (*Fee* Proyek) dengan menekan imbalan jasa dari konsultan Perencana / Kontraktor diluar kontrak yang telah disepakati (76,7%).

6. Metode Kerja

Di dalam jurnal "Evaluasi Pengerjaan Ulang (Rework) Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Semarang" [12], Metode kerja sangat penting dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang di jalankan kontraktor, hal ini sangat berpotensi besar dalam pekerjaan pelaksanaan, sesuai dengan variabel Pengawasan kontraktor yang di bahas pada jurnal dengan judul "Analisis Rework Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kabupaten Badung" [1], yang mana dalam penelitian ini dalam pengawasan kontraktor sangat dibutuhkan dalam pengawasan kontraktor.

7. Kondisi Lingkungan

Di dalam jurnal "Evaluasi Pengerjaan Ulang (Rework) Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Semarang" [12], Lingkungan sangat menentukan dalam pelaksanaan konstruksi, dimana factor lingkungan merupakan bagian dari factor pengawasan kontraktor yang merupakan bagian tersendiri yang merupakan factor penting dalam pengawasan kontraktor dalam jurnal "Analisis Rework Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kabupaten Badung" [1], sehingga hal ini terjadi keberlanjutan dari factor pengawasan kontraktor.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis kualitatif dari studi literatur dari buku – buku, dokumen proyek dan berbagai jurnal penelitian ilmiah yang relevan dapat diambil kesimpulan:

Peran kontraktor dalam konstruksi Sumber daya proyek konstruksi mempunyai aspek yang terdiri dari beberapa jenis diantaranya biaya, waktu, sumber daya manusia, material, dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Dimana untuk mengoperasionalkan sumber daya tersebut memerlukan suatu sistem manajemen konstruksi yang benar. Dimana tahapan menurut PMI (*Project Management Institute*) adalah sebagai berikut: [6]

a. Tahap pekerjaan konseptual.
b. Tahap kerja pada fase perencanaan dan fase pengembangan (*planning and development*).
c. Tahap pada pekerjaan implementasi.
d. Tahap pada fase terminasi.

Pengaruh *construction Punch-list* kontraktor yang terjadi pada bangunan gedung meliputi Desain beserta Dokumentasi, Fungsi Manajerial, Sumber daya, Pengawasan Terhadap kontraktor, Persfektif *socio-engineering* system pada tahap perencanaan, Poor Workmanship, Produktifitas Pekerja, Metode Kerja dan Kondisi Lingkungan.

Dapat diidentifikasi kajian untuk faktor – faktor dan variabel yang berpengaruh terhadap *construction Punc- list* kontraktor yang terjadi pada bangunan gedung yaitu terdapat 7 faktor dan 40 variabel.

SARAN

Melihat hasil penelitian yang telah dilakukan, maka untuk mengantisipasi keterlambatan pekerjaan proyek tersebut, disarankan hal – hal sebagai berikut:

Peran kontraktor harus di cermati dalam menjalankan manajemen konstruksi yang di jalankan terutama mengenai beberapa hal antara lain adalah biaya, waktu, sumber daya manusia, material, dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek.

PT. ABC perlu memikirkan strategi dalam menjalankan proyek konstruksi terkait *punch-lish* dengan penanganan yang lebih spesifik dalam penanggulangan dimana terjadinya hal tersebut terkait Desain dan Dokumentasi, Manajerial, Sumber daya, Pengawasan kontraktor, Persfektif *socio-engineering* system pada tahap perencanaan, Poor Workmanship, Produktifitas Pekerja, Metode Kerja dan Lingkungan serta meminta

pihak-pihak yang terlibat berkonsentrasi terhadap pengaruh yang terjadi.

Perlunya dilakukan Analisis kembali dengan tambahan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap *construction Punch list* kontraktor yang terjadi pada bangunan gedung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada

1. Ketua Program Studi, Para Dosen dan teman-teman Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
2. PT. ABC yang telah memberikan data-data yang digunakan oleh penulisan dalam melakukan penelitian ini
3. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I N. Arya Thanaya, I Gst. Ketut Sudipta, Nana Sutrisna and Nana Sutrisna, "Analisis Rework Pada Proyek Konstruksi Gedung di Kabupaten Badung," *Jurnal Spektran*, vol. 1, p. 8, juni 2013.

[2] Budi Aulia, Mubarak Rahmatul Irfan, "Faktor-faktor penyebab Pekerjaan ulang (Rework) Pada Pembangunan Gedung Di Dinas Bina Marga Dan Cipta Karya Unsyiah," *Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, vol. 1 no 1, pp. 85-96 ISSN 2302-0253, Agustus 2012.

[3] Marcel Macarulla et al., "Standardizing Housing Defects: Classification,Validation, and Benefits," *Journal Of Construction Engineering and Management @ ASCE*, vol. 138, no. 8, pp. 968-976 ISSN 0733-9364/(9), August 2013.

[4] Alex Benarroche, "The Punch List: A Contractor Guide to Finish the Job & Get Paid," *Levelset, https://www.levelset.com/blog/punch-list/*, february 2019.

[5] K. M. Arsyad, *Modul 03 Pemahaman Umum Pengawasan Konstruksi Pelatihan pengendalian Pengawasan Pekerjaan Konstruksi*, 3rd ed., Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi PUPR, Ed. Jakarta, Indonesia: Pusdiklatdadankonstruksi, 2017.

[6] Project Management Institute, *A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK)*. Newtown Square, Pennsylvania, USA, Inc (2008).

[7] Ari Satmoko Harno Garnito, "Pengukuran Kinerja Biaya Dan Waktu Proyek Untuk Mencapai Sasaran Mutu PRPN (Studi Kasus pada Program Penyempurnaan dan Uji Fungsi Perangkat Brakiterapi Dosis Sedang Kanker Servik)," *PRIMA Aplikasi dan rekayasa dalam bidang Iptek Nuklir*, vol. 9, no. 2, pp. 102-109 ISSN : 1411-0296, November 2012.

[8] sacha reid Nicole Johnston, "An Examining Of Building in Residential multi – Owned Properties," in *Associate Professor Edward Podolski (Deakin University)*, Melbourne Burwood Campus, 2019, pp. 1-62.

[9] Soenarno, "Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara," Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Indonesia, Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah NOMOR: 332/KPTS/M, 2002.

[10] Abdurrahman Wahid, "Penyelenggaraan Jasa Konstruksi," Presiden Republik Indonesia, Jakarta, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 29 , 2000.

[11] Akhmad Suraji2, Abdul Hakam3 Riki Saputra1, "Analisis Kegagalan Konstruksi Dari Prespektif Socio – Engineering System," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 1, pp. 59-67, februari 2016.

[12] Ayunda Dewi Ratih Tanjungsari, Arif Hidayat, Jati Utomo Dwi Hatmoko Ardhan Herdianto, "Evaluasi Pengerjaan Ulang (Rework) Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Semarang," *jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 93 – 106, 2015.

[13] Muhammad Isya, Sofyan M. Saleh Muhammad Rizal, "Evaluasi Pekerjaan Ulang (Rework) Pada Proyek Konstruksi Jalan Di Kota Banda Aceh," *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP)*, vol. 1, no. 2, pp. 102-112 E-ISSN:2615-1340; P-ISSN: 2620-7567, may 2018.

P-85

ANALISIS FAKTOR PENGENDALIAN SURPLUS MATERIAL PADA PROYEK KONSTRUKSI MINYAK DAN GAS (STUDI KASUS PROYEK KONSTRUKSI ANJUNGAN LEPAS PANTAI MINYAK & GAS PT XYZ)

ANALYSIS OF SURPLUS MATERIAL CONTROL FACTORS ON OIL AND GAS CONSTRUCTION PROJECT (CASE STUDY OF OIL AND GAS OFFFSHORE PLATFORM CONSTRUCTION PROJECT PT XYZ)

Manlian A. Ronald Simanjuntak[1*], Tirmizi Mahfud[2*],
[1,2]Program Studi Magister Teknik Sipil Universtitas Pelita Harapan, Tangerang

**E-mail : manlian.adventus@uph.edu ; tirmizimahfud0602@gmail.com*

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 22-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Pembangunan anjungan lepas pantai memiliki perbedaan secara umum dengan bangunan darat (land-base structure). Bangunan darat dalam proses pembangunannya dari tahap awal baik itu pondasi maupun tahap konstruksi bangunannya.
Dalam proyek pembangunan anjungan lepas pantai seringkali terjadi surplus material di beberapa Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) bahkan ada surplus material yang nilainya sangat besar (dalam ukuran jutaan USD). Seringkali material tersebut masih bagus namun ketika ditransfer ke proyek lain tidak mau dengan berbagai alasannya yang akhirnya barang tersebut disimpan dan dimaintain bahkan hingga puluhan tahun .
Beberpa hal yang menjadi penyebab surplus material di lapangan ditemukan beberapa penyebab sebagai berikut Tidak terjadinya integrasi antara MTO menggunakan sistem manual via excel dengan integrasi ke dalam sistem software, Dalam pembuatan MTO (Material Take Off) engineer memberikan jumlah spare material yang besa, data proyek yang ada relatif masih mentah Dalam merancang MTO tidak di cross check dengan rancangan tiga dimensi melalui sistem PDMS sehingga jumlah buffer dapat meningkat.

Kata Kunci : Anjungan Lepas Pantai, MTO, Surplus

ABSTRACT

The construction of offshore platforms has a general difference with land-based structures. Land buildings are in the process of being built from the initial stages of both the foundation and the construction stage of the building.

In offshore platform development projects, there is often a material surplus in some Cooperation Contract Contractors (KKKS) and there is even a material surplus of very large value (in the size of millions of USD). Often the material is still good, but when transferred to another project, they don't want to for various reasons, which in the end the goods are stored and maintained for even decades.

Some of the things that cause material surplus in the field are found several causes as follows There is no integration between MTO using a manual system via Excel with integration into a software system, In making MTO (Material Take Off) engineers provide a large amount of spare material, project data There is relatively raw material. In designing MTO, it is not cross-checked with a three-dimensional design through the PDMS system so that the number of buffers can be increased.

Keywords : Offshore Platform, MTO, Surplus

PENDAHULUAN

Pembangunan anjungan lepas pantai memiliki perbedaan secara umum dengan bangunan darat (land-base structure). Bangunan darat dalam proses pembangunannya dari tahap awal baik itu pondasi maupun tahap konstruksi bangunannya dilakukan dilokasi yang sama. Sedangkan, pada anjungan lepas pantai dibangun atau difabrikasi secara utuh di tempat yang berbeda dengan lokasi akhir tempat instalasinya berada. Teknik konstruksi anjungan lepas pantai biasanya dilakukan melalui modul-modul. Modul tersebut terbagi atas modul struktur utama anjungan lepas pantai yang disebut jacket dan bagian bangunan bagian atas yang disebut topside. Sebagai contoh pada Proyek Bongkot Field Development Project Phase 4A bagian topsidenya merupakan living quarter yang diperuntukkan sebagai tempat tinggal untuk 160 orang pekerja di lepas pantai.

Pada pembangunan proyek tersebut diperlukan material proyek dalam pelaksanaannya. Material proyek merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek dengan lebih dari separuh biaya proyek ada pada pembelian material [Nugraha, 1985]

Ketika selesai konstruksi penggunaan material sering ditemukan sisa material proyek dengan nilai yang cukup besar, shingga upaya untuk meminimalisasi pembengkakan biaya akibat material sisa yang digunakan perlu dilakukan. Material proyek yang digunakan dalam konstruksi anjungan lepas pantai dapat dikelompokkan menjadi dua golongan utama, yakni:

1. Material Konsumabel yakni material yang diperlukan untuk menunjang proses konstruksi seperti : kawat las, gas untuk pengelasan, material blasting, air untuk hydrotes, perlengkapan kerja sehari-hari yang cepat habis seperti masker, ear plug dll
2. Material Utama yakni material yang pada akhirnya akan menjadi bagian dari bangunan anjungan lepas pantai itu sendiri seperti plat baja, pipa, peralatan mekanikal, elektrikal dan instrumen.

Dalam proyek pembangunan anjungan lepas pantai seringkali terjadi surplus material di beberapa Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) bahkan ada surplus material yang nilainya sangat besar (dalam ukuran jutaan USD). Seringkali material tersebut masih bagus namun ketika ditransfer ke proyek lain tidak mau dengan berbagai alasannya yang akhirnya barang tersebut disimpan dan dimaintain bahkan hingga puluhan tahun (Khairul, Diskusi Migas, 2011). sehingga ketika mau dijual kembali sudah tidak bisa karena sudah dianggap sebagai aset negara (sudah di cost recover), sehingga pada akhhirnya biaya yang besar harus dikeluarkan. Pada bulan februari tahun 2020 Material Persediaan KKKS Produksi dari 87 KKKS mencapai USD 1,6 Milyar dan 30% diantaranya berstatus surplus dan deadstock [SKK MIGAS, 2020].

No.	Perusahaan	Surplus Value (USD)
1	PT D	35,249,710.81
2	PT K	24,756,08
3	PT U	18,035,721.68
4	PT W	11,177,748.42
5	PT Q	9,174,457.64
6	PT G	8,457,676.63
Total Surplus Value All contractors (USD)		129,597,067.65

Gambar 1. Surplus di perusahan kontraktor MIGAS [Yuwono Erie,2013]

Berdasarkan hal di atas maka perlu dilakukan analisa mengenai faktor yang menyebabkan terjadinya surplus material khusnya di PT XYZ untuk mencegah terjadinya suurplus material project sehnigga dapat meningkatkan profit perusahaan PT XYZ secara khusus.

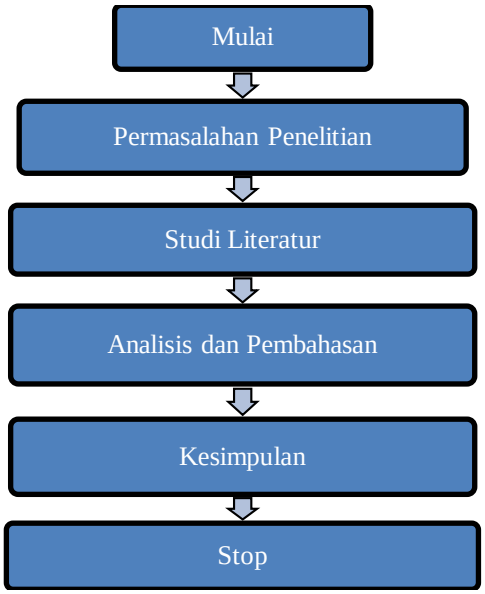
Permasalahan yang akan dibahas dalam makalah ini adalah:

1. Bagaimana karakter proyek konstruksi minyak dan gas?
2. Apa saja faktor-faktor dalam surplus material proyek konstruksi yang dikaji dalam penelitian ini?
3. Bagaimana kajian hasil penelitian yang relevan terhadap faktor penelitian yang diteiliti yang berhubungan dengan penelitian ini?

METODOLOGI

Penelitian merupakan cara-cara yang sistematis untuk menjawab masalah yang sedang diteliti. Dan metodologi penelitian adalah suatu cabang ilmu pengetahuan yang membicarakan cara-cara melaksanakan penelitian, meliputi kegiatan mencari, merumuskan, menganalisis sampai menyusun

raporan berdasarkan fakta-fakta secara ilmiah. [Narbuko,2005] Metode penulisan yang dilakukan rneriputi pembuatan kerangka penelitian, petanyaan penelitian (research question), hipotesa penelitian, strategi penelitian, proses peneritian, variaber peneritan, instrumen peneritian, pengumpulan data, metode analisis dan kesimpulan. Langkah penelitian terdiri dari: a. Kegiatan pengumpulan data baik data di lapangan maupun data-dat literatur yang ada b. Pelaksanaan Penelitian. b. Identifikasi masalah dan tujuan C. Anaisa dan pembahasan data dan terakhir kesimpulan dan saran. Adapun tahapan penelitian seperti kerangka pemikiran seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Metode Penulisan

HASIL DAN PEMBAHASAN

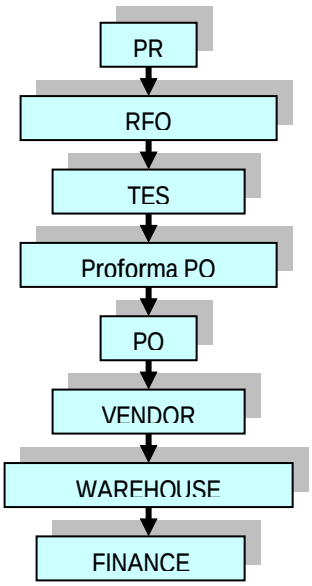
Karakter Proyek Konstruksi Anjungan Lepas pantai Minyak dan Gas

Anjungan lepas pantai adalah bangunan merupakan struktur bangunan yang digunakan di lepas pantai untuk mendukung proses eksplorasi dan atau ekploitasi minyak dan gas baik itu berupa *wellhead platform*, *process platform* maupum *living quarter platform*untuk tempat tinggal para pekerja dalam melakukan kegiatan di anjungan lepas pantai. Proyek anjungan lepas pantai dibangun atau difabrikasi secara utuh di tempat yang berbeda dengan lokasi akhir tempat instalasinya berada. Pembangunannya biasanya dilakukan di lokasi yang disebut sebagai *yard* di darat sampai selesai dan umumnya terbagi menjadi dua bagian yakni *jacket* dan *top side* untuk kemudian dibawa ke lepas pantai dan dilanjutkan dengan proyek pemasangan *top side* ke *jacket*

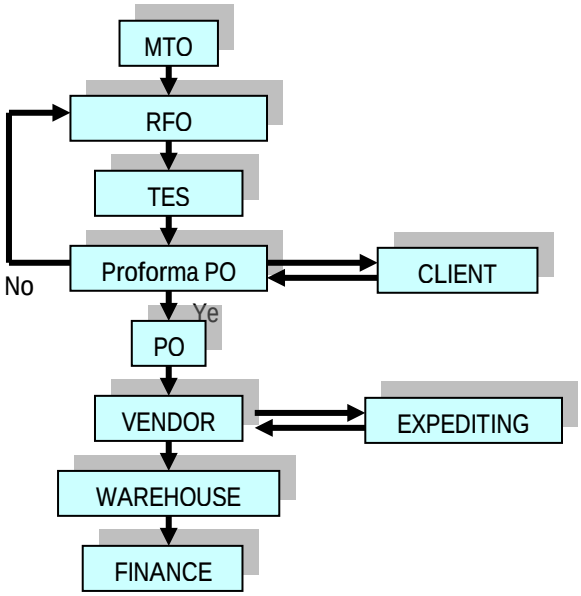
Dalam melaksanakan proyek PT XYZ, terdapat batasan biaya yang disediakan dalam bentuk Anggaran Proyek (Budget). Anggaran tersebut mencakup seluruh kebutuhan dana yang diperlukan dalam rangka pelaksanaan proyek mulai dari tahap awal hingga berakhirnya proyek yang telah disetujui oleh semua manajer departemen. Didalam Budget juga harus terdapat penjabaran secara rinci dan jelas kebutuhan dana, baik teknis maupun nonteknis, untuk setiap aktivitas dari setiap departemen yang terlibat didalamnya sehingga jika dikumulatif akan didapat total anggaran proyek.

Purchasing merupakan salah satu aktivitas yang menjadi tanggung jawab departemen Procurement. Purchasing dilakukan untuk merealisasikan material-material yang dibutuhkan dalam suatu proyek dalam suatu MTO (Material Take-off). MTO tersebut didapat setelah departemen Procurement mengidentifikasi spesifikasi teknis serta jumlah material yang dibutuhkan dalam proyek berdasarkan data yang didapat dari departemen Engineering untuk suatu proyek. Dari MTO tersebut, departemen Procurement kemudian akan menerbitkan PO (Purchase Order) yaitu suatu dokumen pembelian material-material yang dibutuhkan dan telah disetujui kepada Vendor.

PO dibuat berdasarkan MTO, setelah mengidentifikasi material yang diperlukan dalam proyek, maka departemen Procurement akan mengirimkan RFQ (Request For Quotation) kepada vendor untuk mengirimkan daftar penawaran harga sesuai dengan barang yang dibutuhkan. Setelah didapat daftar penawaran harga (Quotation) dari pihak Vendor, buyer akan melakukan TES (Technical Evaluation Sheet) terhadap penawaran yang telah masuk untuk kemudian disesuaikan dengan anggaran yang telah ditetapkan. Hasil dari TES ini kemudian dimasukan kedalam program AXAPTA untuk melengkapi evaluation sheet untuk diminta Approval-nya oleh semua level yang berwenang. Setelah semua Approval dilengkapi, buyer akan membuatkan PO (Purchase Order) untuk dikirimkan kepada vendor yang disetujui.



Gambar 3. Pembelian barang menggunakan PR



Gambar 4. Pembelian barang impor atau material proyek non konsumabel

Setelah menerima PO dari Buyer, Vendor akan membuat DO (Delivery Order) pada saat pengiriman barang yang dipesan. Barang yang dikirim oleh vendor akan diterima oleh bagian Warehouse, kemudian akan diperiksa apakah barang yang telah dikirim sesuai dengan spesifikasi yang tertera didalam PO dan kondisi barang tersebut. Jika tidak ada masalah maka pihak warehouse akan membuat packing slip sebagai tanda bukti bahwa barang telah diterima kepada pihak Vendor maupun departemen Procurement.

Apabila ada permintaan barang yang sama karena ada kekurangan maka dapat dilakukan repeat order kepada vendor yang sama untuk mempermudah dan mempercepat proses pembelian. Dalam pembuatan TES, seorang buyer harus memastikan bahwa barang yang akan dibeli telah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, harga yang kompetitif serta proses pengirimannya sesuai dengan jadwal yang diminta.

Untuk PO yang berupa pekerjaan jasa atau penyewaan, akan dibuatkan surat kontrak yang ditandatangani oleh manajemen dan vendor yang telah ditentukan sesuai dengan kriteria. Dalam pengajuan invoice untuk pembayaran jasa, vendor harus melampirkan daftar pekerjaan yang telah dilakukan yang telah ditandatangani oleh penanggung jawab pekerjaannya sebagai tanda persetujuan atas pekerjaan yang telah dilakukan. Kemudian akan dibuat Progress Payment Certificate oleh buyer sebagai bukti untuk mengajukan invoice ke bagian keuangan PTG.

Untuk pembelian material impor dapat dilihat pada Gambar 4. Dimana buyer yang bersangkutan akan melakukan pencarian barang yang dibutuhkan dengan meminta penawaran harga oleh vendor. Setelah vendor memberikan penawaran harganya, vendor melakukan TES dan ES hingga mendapat persetujuan dari manajemen. Setelah TES dan ES dilakukan, manajemen akan meminta approval dari klien terhadap rencana pembelian material tersebut dari vendor yang telah diseleksi dengan melakukan pengecekan serta kelengkapannya.

Setelah mendapat persetujuan dari klien, maka PO dapat dibuat untuk dikirim ke vendor yang disetujui. Material yang dipesan akan dibuat sesuai dengan spesifikasinya dan kemudian akan dikirim sesuai dengan tanggal yang ditentukan. Material baru dapat dikirim setelah dilakukan inspeksi terhadap spesifikasi dan jumlah yang ditentukan. Setelah PO diterima oleh vendor, maka tim expediting dari Procurement akan melakukan pengawasan terhadap vendor agar alur keluar masuk dokumen dan proses pengiriman barang tepat pada waktunya.

Faktor yang mempengarui terjadinya surplus material

Setelah material sampai ketempat tujuan, bagian warehouse atau logistik akan memproses penerimaan barang dan pengecekan ulang barang yang dikirim. Hal ini dilakukan untuk memastikan kondisi dan spesifikasi serta jumlah dari material yang dikirim. Jika semua sudah sesuai akan dibuatkan bukti penerimaan barang sebagai

bukti barang telah diterima, beberapa penyebab sebagai berikut:

- Tidak terjadinya integrasi antara MTO menggunakan sistem manual via excel dengan integrasi ke dalam sistem software
- Dalam pembuatan MTO (Material Take Off) engineer memberikan jumlah buffer yang besar
- Buffer tersebut dilakukan karena data proyek yang ada relatif masih mentah
- Dalam merancang MTO tidak di *cross check* dengan rancangan tiga dimensi melalui sistem PDMS sehingga jumlah buffer dapat meningkat.

KESIMPULAN

Beberpa hal yang menjadi penyebab surplus material di lapangan ditemukan beberapa penyebab sebagai berikut:

1. Tidak terjadinya integrasi antara MTO menggunakan sistem manual via excel dengan integrasi ke dalam sistem software
2. Dalam pembuatan MTO (Material Take Off) engineer memberikan jumlah buffer yang besar
3. Buffer tersebut dilakukan karena data proyek yang ada relatif masih mentah
4. Dalam merancang MTO tidak di *cross check* dengan rancangan tiga dimensi melalui sistem PDMS sehingga jumlah buffer dapat meningkat.

Kajian hasil penelitian yang relevan terhadap faktor penelitian yang diteiliti dalam penelitian ini

Dalam berbagai tipologi proyek, pentingnya proyek EPC sudah diakui secara luas di bidang teknik sipil, teknik pabrik, dan sebagainya, terutama karena meningkatnya persyaratan dari klien dalam hal pengurangan biaya proyek dan jadwal yang lebih singkat [Micheli dan Cagno, 2016].
Yuwono mengaktakan surplus material juga berdampak pada biaya serta hal-hal berikut ini: [Yuwono, 2012]:

1. Dalam upaya mengurangi surplus dan dead stock material dalam proyek konstruksi anjungan lepas pantai, Pemerintah Indonesia berwenang memperpanjang kontrak dengan ketentuan baru yang lebih menguntungkan negara.
2. Proses transfer material perlu dioptimalkan dengan penerapan sistem terintegrasi dan pembuatan pengkodean material yang seragam

SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan observasi dengan metode wawancara di atas, maka penulis memberikan saran sebagaimana berikut:

1. Dilakukan risk managemen mengenai item yang mempengaruhi surplus material
2. Melakukan sistem integrasi (satu sistem input MTO) yakni hanya melalui software
3. Kontraktor meminta data yang lebih lengkap kepada owner dan mebuat studi detail engineering yang lebih lengkap kepada owner
4. Membuat standar operasi prosedur (SOP) bahwa setiap engineer dalam pembuatan MTO harus melakukan cross check terhadap sistem PDMS atau software tida dimensi lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian makalah ini. Penulis menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari sempurna. Secara khusus ucapan terimakasih sudah selayaknya penulis berikan kepada:

- Prof. Dr. Manlian Ronald A. Simanjuntak, S.T., M.T., D.Min., selaku Kaprodi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
- Teman–teman Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
- Keluarga yang selalu memberikan dukungan, perhatian, doa dan semangat sehingga penelitian ini dapat diselesaikan

DAFTAR PUSTAKA

[1] Narbuko,Cholid dan Ahmadi . 2003, Metodologi Penelitian, Jakarta: Penerbit PT Bumi Aksara .
[2] Khairul, Diskusi Migas, 2011 http://migas-indonesia.com/2011/12/09/rangkuman-diskusisolusi-surplus-material-million-usd-waste/
[3] Kadafi, Muhammad,. 2008. Analysis Penggunaan Aplikasi Software Optimasi

Waste Besi Pada Pekerjaan Struktur beton Bertulang Proyek XYZ

[4] Aprianus, 2019 business indonesia.com https://oilandgasmanagement.net/offshore-platform/

[5] Riadi , Cherry Zulviyanti dkk The ABC - FSN Analysis and Determination of Forecasting Methods for Material Maintenance, Repair & Operations Inventory, Case Study at PT X, JOURNAL OF CRITICAL REVIEWS, VOL 7, ISSN- 2394-5125 ISSUE 17, 2020

[6] Yuwono, Erie, dkk. 2013. Implementation of Stock inventory Policy In Indonesia PSC Contract: A Critical review to minimize surplus and dead stock inventory in order to optimize government of Indonesia revenue. The Indonesian Journal of Business Administration vol.2 No. 4, 2013, 423-432

[7] Gasperz, Vincent. 2002. Total Quality Management. Gramedia Jakarta

[8] M. R. I. Lubis and B. Syairudin, 2016. Perencanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Pipa Gas Dengan Penerapan Metode Lean Construction Untuk Mereduksi Waste," in Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXV, Surabaya, 2016.

[9] Micheli, G. J. and E. Cagno, 2016 ."The role of procurement in performance deviation recovery in large EPC projects," International Journal of Engineering Business Management, vol. 8, pp. 1-17, 2016.

[10] Company profile PT Gunanusa Utama fabricators 2020. www.gunanusautama.co.id

[11] Project Management Institute, 2017. A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guide), Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc.,

P-86

ANALISIS FAKTOR DAN VARIABEL PROSES KONSTRUKSI (STUDI KASUS PROYEK BANGUNAN GEDUNG APARTEMEN XYZ)

ANALSIS OF CONSTRUCTION PROCESS FACTOR AND VARIABLES (CASE STUDY : BUILDING PROJECT APARTEMENT XYZ)

Manlian Ronald. A .Simajuntak[1*], Thimoty Dalian[2]
[1,2] *Program Studi Megister Teknik sipil Universitas Pelita Harapan, Tangerang*

[*]*E-mail: thimoty611@gmail.com*

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 22-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Apartemen menjadi opsi bagi masyarakat yang memiliki gaya hidup lebih praktis dan juga memikiki fasilitas yang memadai seperti kolam berenang dan tempat berolahraga. Di tambah lagi harga tanah kian melambung tinggi sehingga banyak yang lebih memilih untuk memeli atau menyewa Apartemen. PT.KK merupakan salah suatu developer yang menjual produk apartemen sehingga dalam proses pembangunan apartemen XYZ developer perlu memastikan proyek pembangunan gedung dapat berjalan tepat waktu sesuai dengan yang sudah direncanakan tanpa melupakan aspek kualitas maupun biaya. Agar tahpan proses konstruksi proyek dapat berjalan tepat waktu, terutama pada tahapan pelaksanaan ,dibutuhkan manajemen risiko untuk mengidentifikasi faktor dan variabel yang menyebabkan keterlambatan pada tahapan pelaksanaan dalam proses konstruksi, dalam Penelitian ini peneliti membatasi proses konstruksi hanya pada tahapan pelaksanaan yang menebabkan keterlambatan . Penulisan ini mengkaji faktor risiko dan variabel dari berbagai hasil kajian relevan yang pernah dibuat oleh para peneliti sebelumnya agar bisa mengurangi keterlambatan pelaksaan pada Tahapan proses konstruksi.

***Kata kunci*: Faktor Risiko, Waktu, Proses konstruksi**

ABSTRACT

Apartments are an option for people who have a more practical area and adequate facilities such as swimming pools and sports areas. In addition, land prices have skyrocketed so that many prefer to buy or rent apartments. PT.KK is one of the developers that sells apartment products so that in the process of building an apartment, XYZ Developer needs to ensure that the building construction project can run on time as planned without forgetting the quality or cost aspects. In order for the project construction process to be executed on time, especially at the implementation stage, it requires risk management to identify the factors and variables that cause the implementation stage in the construction process. In this study, the researcher limited the construction process to only the implementation stages which caused delays This writing examines the risk factors and variables from various relevant study results that have been made by previous researchers in order to reduce implementation at the stages of the construction process.

.

Keywords: *Risk Factors, Time, Construction process*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Suatu pelaksanaan proyek konstruksi terdiri dari serangkaian aktivitas-aktivitas yang saling berkaitan satu dengan yang lain. Untuk itu, diperlukan suatu manajemen konstruksi yang tepat dan dapat mengendalikan suatu proyek konstruksi mulai dari tahap perencanaan, tahap perancangan, tahap pelelangan, tahap pelaksanaan dan tahap sesudah pelaksanaan. Dalam mengendalikan tahap demi tahap tersebut, dibutuhkan konsultan manajemen konstruksi.

Perencanaan yang matang diseluruh tahap awal proyek konstruksi sangat penting untuk memperkecil keterlambatan proyek dan pembengkakan biaya pada pengerjaan proyek konstruksi di negara-negara berkembang [1].

Dalam Peneliti sebelumnya terdapat mengemukakan terdapat 5 faktor dalam Tahapan Proses konstruksi yaitu, Tahapan Perencanaan, Perancangan, Pelelangan, Pelaksanaan dan Tahapan sesudah pelaksanaan. Hasil penelitian tersebut mengatakan perubahan desain menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan proyek [2].

Suatu proyek mengalami masalah, maka akan berdampak pada pelaksanaan proyek tersebut. Bila pelaksanaan proyek tersebut mengalami kegagalan berarti juga gagalnya tercapai tujuan yang diharapkan sebagaimana yang telah direncanakan dan ini berarti pula terjadi pemborosan terhadap Biaya dan waktu [3].

Dengan adanya factor Risiko yang muncul pada Tahapan Proses Konstruksusi terutama pada pelaksanaan, Oleh karena itu penting untuk mengetahui Risiko pada tahapan proses konstruksi sehingga dapat memberikan gambaran ketika ingin membangun suatu proyek karena itu peneliti ingin menganalisis Faktor dan Variabel tahapan kosntruksi (sudi kasus bangunan gedung apartemen XYZ) .

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Apa saja tahapan pelaksanaan porpses konstruksi pada proyek bangunan gedung?
2. Apa saja Faktor dan Variabel proses konstruksi yang di teliti dalam penelitian ini?
3. Bagaimana hasil analisis faktor dan Variabel proses kontstruksi, pada proyek yang dikaji dalam penelitian ini terhadap hasil penelitian yang relevan?

Tujuan Penelitian

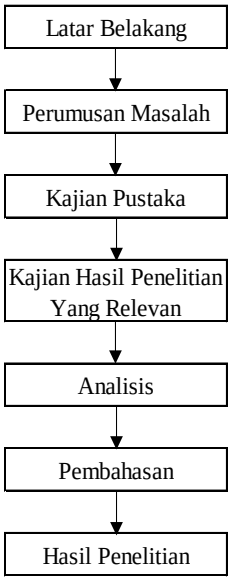
1. Untuk mengetahui tahapan pelaksanaan proses konstruksi pada proyek bangunan gedung
2. Untuk mengetahui faktor dan Variabel proses konstruksi proses konstruksi dalam penelitian ini.
3. Untuk menganalisis faktor dan Variabel proses konstruksi ada proyek yang dikaji dalam penelitian ini terhadap hasil penelitian yang relevan.

METODOLOGI

Penelitian ini dengan metode studi literatur dimana hasil penelitian bukan merupakan suatu penemuan teori yang baru, melainkan di lakukan pengkajian dari referensi sebelumnya yang relevan dengan topik ini.

Metode penulisan ini dengan melakukan studi secara terstruktur mulai dari latar belakang penulisan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data dari referensi tertulis dan kemudian dilakukan pembahasan serta penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti

Bagan alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian Proyek

Proyek adalah usaha/pekerjaan sementara yang dilakukan untuk membuat sebuah produk, servis, atau hasil yang unik [8].

Tahapan Proyek Konstruksi

Menurut A.D Austen dan R.H Neale tahapan utama proyek konstruksi terdiri dari 5 tahap, yaitu:

1. Tahap *brifing* bertujuan memungkinkan klien menjelaskan fungsi proyek dan biaya yang diijinkan, sehingga para arsitek, insinyur, *surveyor* kuantitas dan anggota lain kelompok perancang dapat secara tepat menafsirkan keinginannya dan menafsirkan biaya. Yang harus dilakukan selama tahap *brifing* adalah:

a. Menyusun rencana kerja dan menunjuk para perancang dan ahli;
b. Mempertimbangkan kebutuhan pemakai, keadaan lokasi dan lapangan, merencanakan rancangan, taksiran biaya, persyaratan mutu;
c. Mempersiapkan: Program data departemen, program data ruangan, jadwal waktu, sketsa dengan skala 1: 1000, 1 : 1500 atau 1 : 2000, yang menggambarkan denah dan batas-batas proyek, taksiran biaya dan implikasinya dan rencana pelaksanaan

2. Tahap perencanaan dan perancangan bertujuan untuk melengkapi penjelasan proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi dan taksiran biaya agar mendapat persetujuan yang perlu dari klien dan pihak berwenang yang terlibat. Kegiatan pada tahap ini meliputi:
   a. Memeriksa masalah teknis.
   b. Meminta persetujuan dari klien
   c. Mempersiapkan rancangan sketsa/pra rancangan, termasuk taksiran biaya, rancangan terinci, spesifikasi dan jadwal, daftar kuantitas, taksiran biaya akhir, program pelaksanaan pendahuluan, termasuk jadwal waktu.
3. Tahap pelelangan *(tender)* menunjuk kontraktor bangunan, atau sejumlah kontraktor yang akan melaksanakan konstruksi. Kegiatan pada tahap ini untuk mendapatkan penawaran dari para kontraktor untuk pembangunan gedung dan untuk menyerahkan kontrak. Dalam tahap ini klien terkait kuat pada sebagian besar pengeluaran proyek, jadi prosedur serta proses harus didefinisikan secara cermat dan ketat.
4. Tahap konstruksi atau tahap pelaksanaan pembangunan bertujuan membangun bangunan dalam batasan biaya dan waktu yang telah disepakati, mutu yang telah disyaratkan. Kegiatan dalam tahap ini adalah: merencana, mengkoordinasi dan mengendalikan operasi lapangan.
5. Tahap persiapan penggunaan bertujuan menjamin agar bangunan yang telah selesai dibangun sesuai dokumen kontrak, dan semua fasilitas bekerja sebagaimana mestinya. Kegiatannya adalah:
   a. Mempersiapkan catatan pelaksanaan.
   b. Meneliti bangunan dengan cermat dan memperbaiki kerusakan
   c. Menguji sifat kedap air bangunan.
   d. Memulai menguji dan menyesuaikan semua fasilitas.
   e. Mempersiapkan petunjuk operasi serta pedoman pemeliharaan
   f. Melatih staf [1]

Faktor dan Variabel Risiko Pada Tahapan Konstruksi

Tabel 1. Faktor dan variabel risiko proyek

Faktor	Variabel		Sumber
Peralatan	X1	Perencanaan peralatan tidak baik	[3]
	X2	Distributor/pemasok tidak baik	[3]
	X3	Estimasi biaya yang tidak tepat	[3]
	X4	Kondisi modal kerja penyedia jasa yang kurang baik	[3]
Tenaga /Personil	X5	Hasil Pengerjaan yang buruk	[3]
	X6	Kekurangan Personil untuk pengawasan	[3]
	X7	Kesalahan Desain atau tidak lengkapnya gambar dan spesifikasi	[3]
Bahan/ Material	X8	Terlambat pemesanan material	[3]
	X9	Tenaga Kerja	
	X10	Peralatan	[3]
	X11	Ketersediaan material kososng	[3]
	X12	Keterlambatan dari *supplier owner* dalam menyediakan material	[3]
	X13	Keterlambatan dalam pengiriman material	[3]
	X14	Terjadi kenaikan harga material	[3]
Waktu	X15	Waktu pelaksanaan singka	[3]
	X16	Waktu pelaksanaan berbarengan dengan libur	[3]
	X17	Waktu mendapatkan persetujuan dari *owner*	[3]

Sumber: Dari Lepar, Mandagi dan Lumeno

Penelitian Terdahulu

Kajian hasil penelitian melalui jurnal – jurnal yang relevan ini mengangkat hasil penelitian dalam 10 tahun terakhir. kajian hasil penelitian ini berdasarkan topic penelitian diatas adalah sebagai berikut:

Penelitian Terdahulu

Dalam peneliian terdahulu seperti yang di kutip [3] Terdapat faktor– faktor risiko utama yang menempati risiko 5 paling tinggi sesuai dengan hasil penelitian adalah menggunakan tenaga kerja Lokal, *owner* suka merubah rubah gambar kerja dan waktu pelaksanaan yang singkat. Sedangkan menurut Syatauw Kecelakaan kerja dan tidak berjalannya prosedur K3, perubahan desain /detail pada waktu pelaksanaan serta perencanaan gambar/spesifikasi yang salah dan tidak lengkap berpengaruh terhadap Risiko pada pelaksanaan pembangunan gedung [4].

Pada peneliti lain peran konsultan manajemen konstruksi juga memiliki pengaruh terhadap keterlambatan suatu projek seperti pada Kurangna koordinasi di lapangan, keterlambatan sperpat tower crane sehingga realisasi pekerjaan mengalami keterlambatan [2]. Sedangkan menurut Ismail dan Junaidi kekurangan material, mutu material yang tidak sesuai spesifikasi dan perubahan spesifikasi ikut mempengaruhi keterlambatan dalam pelaksanaan proyek konstruksi [5]. Rantai pasok material juga dapat mempengaruhi keterlambatan pelaksanaan prjek konstruksi seperti penundaan pengiriman material dikarenakan masalah *financial* yang tidak lancar sehingga disarankan kontraktor harus menyiapkan data-data/ evidence keterlambatan pembayaran sehingga dapat segera diselesaikan mengenai kompensasi baik waktu maupun biayanya [6].

Dari Kajian penelitian terdahulu terdapat 3 faktor yang dominan yang pertama Tenaga dan personil seperti perubahan desain dan kesalahan desain menyebabkan keterlambatan pada pelaksanaan konstruksi,yang kedua faktor bahan material seperti material kurang dari yang dibutuhkan, dan ang ketiga adalah faktor peralatan keterlambatan *sparepart Tower crane.*

KESIMPULAN

Dari kajian diatas, dapat penulis menyimpulkan sebagai berikut: Tahapan utama proyek konstruksi terdiri dari 5 tahap, yaitu Tahapan *Brefing* Perencanaan & Perancangan, Pelelangan, Pelaksanaan dan Tahapan sesudah pelaksanaan. Terdapat 4 faktor dengan total 11 variable risiko Pada Tahapan Konstruksi, seperti pada tabel 1.Dan 3 faktor yang dominan yang pertama Tenaga dan personil seperti perubahan desain dan kesalahan desain menyebabkan keterlambatan pada pelaksanaan konstruksi,yang kedua faktor bahan material seperti material kurang dari yang dibutuhkan, dan yang ketiga adalah faktor peralatan keterlambatan *sparepart Tower crane.*

SARAN

Perlunya melakukan kajian referensi lebih lanjut atau wawancara dengan pakar untuk mengetahui faktor dan variabel Tahapan proses konsruksi lain yang belum tercantum pada penulisan diatas. [3]

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
2. Dosen Pembimbing dan teman-teman Mahasiswa pada program studi Magister Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
3. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Suyantno, "Analisis faktor penyebab keterlambatan," P*rogram Pascasarjana*, 8 febuari (2010): pp. 1-160,

[2] J. P. Tuelah, J. Tjakra and D. Walangitan , "Peranan konsultan manajemen konstruksi pada tahap pelaksanaan," T*ekno SipiL*, vol. XII, no. 61, (2014) : pp. 47-54,

[3] F. R. Lepar , R. J. M. Mandagi and S. S. Lumeno, "Model Risiko Pada Tahapan Pelaksanaan Pembangunan," *Jurnal Sipil Statik,* vol. VI, no. 2, (2018): pp. 125-136,

[4] C. Syatauw, "analisis pengelolaan risiko kualitas pada tahap," *Jurnal Desain Konstruksi*, vol. XVI, no. 1, (2017): pp. 10-20,.

[5] I. Ismael and J. Junaidi, "identifikasi faktor - faktor yang mempengaruhi keterlambatan

pelaksanaan pekerjaan pada proyek pembangunan gedung di kota bukittinggi," *Jurnal Momentum*, vol. XVI, no. 1, (2018).

[6] H. Kurniawan and I. A. A. Anggraeni, "analisis risiko rantai pasok material terhadap," *Rekayasa SipiL*, vol. XIV, no. 1, (2020) : pp. 43-50,

P-88

INTRODUKSI TEKNOLOGI PUPUK ORGANIK DENGAN MEMANFAATKAN KOTORAN SAPI

ORGANIC FERTILIZER TECHNOLOGY INTRODUCTION BY UTILIZING CATTLE WASTE

Meiske L. Rundengan, Artise H.S. Salendu, Tilly F.D. Lumy, Syarifuddin dan Anneke K. Rintjap
Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara, 95115

Email Korespondensi: meiskerundengan2020@gmail.com

Diterima 15-10-2020	Diperbaiki 20-10-2020	Disetujui 7-12-2020

ABSTRAK

Ternaksapi di pedesaan diandalkan oleh petani sebagai sumber pendapatan. Di sisi lain, ternak sapi menghasilkan limbah yang dapat berdampak terhadap pencemaran lingkungan. Inovasi teknologi dibutuhkan untuk memanfaatkan kotoran sapi sebagai pupuk organik. Permasalahannya sejauh mana penerapan teknologi pemanfaatan kotoran sapi sebagai pupuk dan apakah pupuk organik dapat memberikan manfaat begi petani peternak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan teknologi pupuk organik dan manfaatnya bagi petani di pedesaan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei. Data yang dikumpulkan adalah data yang dipublikasi baik oleh BPS maupun artikel – artikel ilmiah. Penentuan lokasi kecamatan dan desa adalah secara purposive sampling. Kecamatan yang dipilih adalah kecamatan yang memiliki populasi sapi terbanyak. Desa sampel adalah desa yang memiliki petani yang sudah menerapkan teknologi pembuatan pupuk bersumber dari kotoran sapi. Responden ditentukan secara purposive sampling yaitu petani yang telah memanfaatkan kotoran sapi sebagai pupuk organik. Analisis data menggunakan análisis deskriptif. Ternak sapi menghasilkan kotoran sebanyak 10 kg per hari yang dikelola menjadi pupuk organik padat sebanyak 3 kg. Jumlah ternak sapi di Kecamatan Sangkub Tahun 2018 sebanyak 3570 ekor menghasilkan kotoran sebanyak 13.030.500 kg dalam setahun. Pupuk padat dijual dengan harga Rp 1500 per kg. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa petani yang mengikuti penyuluhan inovasi teknologi pupuk organik sebanyak 37,5 persen (15 petani) dan yang menerapkan 13,33 persen dari jumlah petani yang ikut penyuluhan. Perlu sosialisasi bagi petani untuk pemanfaatan kotoran sap sebagai pupuk organik.

Kata Kunci : teknologi, introduksi, pupuk, organik, sapi

ABSTRACT

Cattle in rural areas were favored by farmers as a source of income. On the other hand, cattle produce waste which can have an impact on environmental pollution. Technological innovation was needed in utilizing cattle waste as organic fertilizer. The problem was the extent to which technology was applied to utilize cattle waste as fertilizer and whether organic fertilizers can benefit farmers. The purpose of this study was to determine the application of organic fertilizer technology and its benefits for farmers in rural areas. The research method used was a survey method. The data collected was data published both by BPS and scientific articles. Determination of the location of districts and villages was by purposive sampling. The districts were selected based on the districts that had the largest cattle population. The sample villages were determined based on the presence of farmers who had applied fertilizer technology sourced from cattle waste. Respondents were determined by purposive sampling, namely farmers who have used cattle waste as organic fertilizer. The data analysis used was descriptive analysis. Cattles produce 10 kg of feces per day which was managed into 3 kg of solid organic fertilizer. The number of cattle in Sangkub District in 2018 was 3570 heads producing 13,030,500 kg of feces a year. Solid fertilizer was sold at Rp. 1500 per kg. Based on the results of the study, it can be concluded that the farmers who took part in the extension on organic fertilizer technology innovation were 37.5 percent (15 farmers) and those who applied 13.33 percent of the total farmers who participated in the extension. There is a need for socialization for farmers to use cattle waste as organic fertilizer.

Keywords: technology, introduction, fertilizer, organic, cattle

PENDAHULUAN

Ternak sapi di pedesaan diandalkan oleh petani sebagai sumber pendapatan. Di sisi lain, ternak sapi menghasilkan limbah yang dapat berdampak terhadap pencemaran lingkungan (tanah, air dan udara). Ternak sapi diusahakan petani secara tradisional yaitu digembalakan di lahan – lahan pertanian, sehingga limbahnya (feses dan urin) dibiarkan di lahan – lahan tersebut. Apabila limbah tersebut tidak dimanfaatkan dan dikelola dengan baik dapat berperan sebagai sumber penyakit bagi petani peternak. Limbah tersebut juga dapat berpengaruh terhadap meningkatnya gas metana sehingga berpengaruh terhadap peningkatan gas rumah kaca. Limbah peternakan sapi yang dibiarkan di lahan – lahan pertanian juga menyebabkan gangguan pada estetika dan kenyamanan [1]. Pencemaran air sebagai akibat adanya limbah ternak ruminansia ialah meningkatnya kadar nitrogen [2].

Limbah yang dihasilkan sering dibuang ke lingkungan sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Pertambahan penduduk berdampak terhadap peningkatan jumlah limbah, demikian pula kemajuan teknologi menyebabkan semakin meningkatnya limbah yang dibuang di lingkungan. Limbah yang dibuang ke lingkungan akan mencapai jumlah atau konsentrasi tertentu, konsekuensinya memberikan dampak negative terhadap lingkungan[3]. Jenis limbah organic adalah limbah yang zat – zatnya mudah diuraikan mejadi partikel - partikel yang baik untuk lingkungan. Limbah organic dimaksud contohnya limbah ternak sapi yaitu sisa buangan dari suatu kegiatan peternakan sapi. Limbah ternak sapi dalam hal ini seperti feses, urin dan sisa makanan.

Inovasi teknologi dibutuhkan untuk memanfaatkan limbah ternak sapi sebagai pupuk organik. Kurangnya pengetahuan baik secara teoritis maupun praktek mengenai manfaat pupuk organik oleh petani berkaitan dengan fungsi dan cara membuat pupuk organic sehingga penerapannya belum maksimal. Pupuk organic berasal dari limbah ternak sapi dihasilkan melalui proses dekomposisi atau pelapukan, yang dapat dilakukan dengan cara aerobic ataupun anaerobik. Proses dekomposisi ini dilakukan dengan tujuan turunnya rasio Karbon dan Nitrogen bahan organik dalam limbah sapi hingga sama dengan rasio Karbon dan Nitrogen tanah. Pengetahuan Petani peternak dapat menerapkan proses dekomposisi tersebut apabila mereka telah memiliki pengetahuan dan keterampilan.

Permasalahannya sejauh mana penerapan teknologi pemanfaatan kotoran sapi sebagai pupuk dan apakah pupuk organik dapat memberikan manfaat bagi petani peternak. Limbah peternakan sapi (feses dan urin) dengan introduksi teknologi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Limbah sapi yang diolah menjadi pupuk organic dapat dijual dengan harga memadai karena kualitasnya semakinbaik [4]. Pupuk organic sangat baik digunakan terutama berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk organik juga mengandung unsur - unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan kajian berkaitan dengan introduksi teknologi pupuk organik berbahan baku limbah ternak sapi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan teknologi pupuk organik dan manfaatnya bagi petani di pedesaan.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. Data yang dikumpulkan adalah data yang dipublikasi baik oleh BPS maupun artikel – artikel ilmiah. Penentuan lokasi kecamatan dan desa adalah secara *purposive sampling*. Kecamatan yang dipilih adalah Kecamatan Sangkub yang memiliki populasi sapi terbanyak. Desa sampel adalah Desa Sidodadi yang memiliki petani yang sudah menerapkan teknologi pembuatan pupuk bersumber dari kotoran sapi. Responden ditentukan secara *purposive sampling* yaitu petani yang telah memanfaatkan kotoran sapi sebagai pupuk organik. Analisis data menggunakan análisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

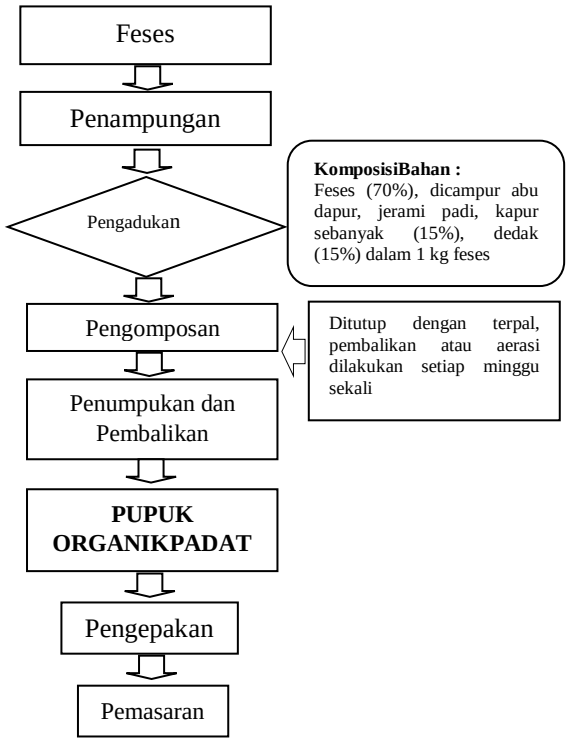
Limbah ternak sapi sejak dahulu sudah dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman [5]. Tetapi, pada umumnya limbah ternak sapi yang dimanfaatkan belum ada perlakuan, artinya belum melalui proses pembuatan pupuk organic terlebih dahulu yaitu proses fermentasi. Kotoran sapi memiliki kandungan nitrogen, potassium dan materi serat yang tinggi sehingga oleh beberapa peneliti dianggap baik untuk dijadikan bahan baku pupuk organik, Pupuk organic sebenarnya bukanlah hal baru di kalangan petani karena sistem pemupuk anorganik telah dikenal jauh

sebelum revolusihijau 1990-an berlangsung di Indonesia [6]. Limbah ternak dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organic karena kandungan unsur hara : Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) yang dibutuhkan oleh tanaman dan kesuburan tanah [7].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa satu ekor sapi menghasilkan kotoran padat berkisar 8 – 10 kg per hari atau 2,6 – 3,6 ton per tahun atau setara dengan 1,5-2 ton pupuk organik. Kondisi ini akan berdampak terhadap pengurangan pupuk anorganik yang digunakan oleh petani peternak. Jumlah kotoran padat untuk ternak sapi berkisar 12% dari berat tubuh per hari. Kotoran ternak sapi tersebut mengandung NH3, NH serta senyawa lainnya, sehingga apabila tidak dikelola dengan baik berdampak terhadap pencemaran lingkungan. Kotoran ternak sapi dalam hal ini dapat diolah menjadi pupuk organik karena mengandung beberapa nutrien [4].

Proses menstabilkan bahan organic dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu (1) fermentasi anaerob untuk menghasilkan gas *metan* dan *sludge* yang dapat digunakan sebagai pupuk. (2) fermentasi aerob yang dikenal dengan pengomposan untuk menstabilkan bahan organik dan menghasilkan produk yang mirip humus [8]. Kompos *sludge* atau *Slurry* yang dihasilkan dari proses fermentasi biogas kotoran sapi dengan dosis 45 ton/ha memberikan hasil terbaik terhadap peningkatan daya dukung lingkungan melalui perbaikan sifat kimia dan biologi tanah Vertisol [3].

Ternak sapi di lokasi penelitian menghasilkan kotoran sebanyak 10 kg per hari yang dikelola menjadi pupuk organik padat sebanyak 3 kg. Jumlah ternak sapi di Kecamatan Sangkub Tahun 2018 sebanyak 3.570 ekor menghasilkan kotoran sebanyak 13.030.500 kg dalam setahun. Jadi petani di Kecamatan Sangkubakan menghasilkan pupuk kompos padat sebanyak 3.909.150 kg per tahun. Pupuk padat dijual dengan harga Rp 1500 per kg, sehingga pendapatan yang diperoleh apabila limbah kotoran padat diolah menjadi pupuk maka penerimaan yang diperoleh sebesar Rp 5.863.725.000 per tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa apabila limbah ternak sapi dikelola dengan introduksi teknologi maka petani peternak mendapat penerimaan alternatif. Pembuatan pupuk organik padat dilakukan dengan mengikuti proses seperti pada Gambar 1. Pupuk organik padat bersumber dari kotoran ternak sapi dilakukan melalui proses fermentasi.



Gambar 1. Proses Pembuatan Pupuk Organik Padat

Proses pembuatan pupuk organik seperti pada Gambar 1 dilakukan selama 21 hari. Pupuk organik yang dihasilkan tersebut dapat dimanfaatkan untuk mensubstitusi pupuk anorganik yang digunakan oleh petani peternak. Pupuk ini dianjurkan karena memiliki keunggulan yang dapat dimanfaatkan oleh petani peternak. Keunggulan dari pupuk organik yang dihasilkan tersebut adalah ramah lingkungan dan dapat menambah pendapatan petani peternak. Pupuk organik bermanfaat dalam peningkatan kesuburan tanah. Kerusakan fisik tanah akibat pemakaian pupuk anorganik secara berlebihan dapat diperbaiki dengan menggunakan pupuk organik. Indikasinya pupuk organik dapat dijadikan andalan dalam memenuhi kebutuhan pokok penggunaan pupuk untuk mengelola tanaman pangan dan tanaman lainnya. Artinya pupuk organik dapat dimanfaatkan petani peternak untuk mensubstitusi pupuk anorganik. Hal ini disebabkan semakin langkanya pupukan organik, harganya semakin mahal dan kemungkinan pengurangan subsidi pupuk dari pemerintah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umumnya petani peternak dalam mengembangkan budidaya tanaman pangan masih menggunakan pupuk anorganik sehingga biaya produksi yang dikeluarkan petani sangat besar. Selain itu, petani peternak tidak menyadari bahwa pemanfaatan pupuk

anorganik dapat menguras unsur hara dan berbagai mineral penting dalam tanah. Apalagi pupuk anorganik digunakan dalam jangka panjang dan secara teru smenerus. Kondisi tersebut dapat berdampak terhadap pengurangan kesuburan tanah sehingga produksi yang dihasilkan tidak maksimal.

Indikasinya kebijakan pemanfaatan pupuk organic dapat ditingkatkan dan perlu intervensi pemerintah dalam introduksi teknologi pemanfaatan pupuk organik yang bahan bakunya berasal dari limbah ternak sapi. Limbah ternak sapi yang biasanya dibiarkan dapat dimanfaatkan petani peternak untuk pembuatan pupuk organik. Pengelolaan limbah ternak sapi yang mempunyai kandungan N, P dan K yang tinggi sebagai pupuk organic dapat mensuplai unsur hara yang dibutuhkan tanah dan memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik.

Beberapa manfaat dari penggunaan pupuk organik berbahan baku limbah ternak sapi, diantaranya : (1) mensubstitusi pupuk kimia (anorganik) sehingga dapat meminimalkan biaya pembelian pupuk anorganik, (2) memperbaiki unsur hara dalam tanah yang kritis; (3) Meningkatkan populasi mikrobia tanah sehingga struktur tanah tetap gembur; (4) Memperbaiki derajat keasaman (pH) tanah, (5) meningkatkan kandungan humus tanah; (6) mengurangi pencemaran lingkungan; (7) mengurangi pengurasan hara yang terangkut dalam bentuk panen dan erosi; (8) memperbaiki sifat-sifat dan kesehatan tanah. (9) meningkatkan kesuburan fisik, kesuburan kimia, dan kesuburan biologi. Keuntungan yang lain dari pupuk organic adalah : (1) Bahan baku mudah diperoleh, (2) Murah; (3) Tidak berbau dan mudah digunakan; dan (4) Mudah membuatnya.

Introduksi teknologi pembuatan pupuk kompos melalui penyuluhan dan pelatihan telah dilakukan di Kecamatan Sangkub. Jumlah petani peternak sapi yang diinventarisir sebanyak 40 petani tetapi yang mengikuti penyuluhan sebanyak 15 petani peternak. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar petani peternak di lokasi penelitian belum merespon dengan baik berkaitan dengan introduksi teknologi tersebut. Berdasarkan jumlah petani peternak (15 orang) yang mengikuti penyuluhan ternyata hanya 2 peternak yang telah mengembangkan pupuk organik. Hal ini menunjukkan bahwa yang mengadopsi teknologi yang diintroduksi masih sangat rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa percepatan difusi dan penerapan iptek perlu tetap dilakukan untuk membangun kemandirian masyarakat yang berbasis potensi lokal yaitu pemanfaatan limbah sapi [9]. Peningkatan pengetahuan dan ketrampilan petani peternak sangat dibutuhkan sehingga sosialisasi perlu secara kontinyu dilakukan yang tujuannya untuk meningkatkan kesejahteraan petani peternak. Nilai indeks keberlanjutan adopsi teknologi pengolahan limbah ternak termasuk dalam kategori kurang [10].

Intervensi pemerintah sangat dibutuhkan dalam introduksi teknologi pemanfaatan pupuk organik. Pemerintah Kabupaten Bolaang Mongondow telah mencanangkan strategi dan kebijakan pengembangan peternakan sapi potong diantaranya adalah pengembangan pupuk organik. Pentingnya penyediaan pupuk organic adalah untuk menjaga keseimbangan pemakaian pupuk anorganik dan organic di daerah penelitian. Kebijakan pemerintah didasarkan pada manfaat pupuk organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur dan porositas tanah, serta dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme tanah yang menguntungkan. Pupuk organik dapat dimanfaatkan dalam peningkatan produksi
Tanaman serta pengendalian penyakit tanaman. Langkah perbaikan agar kandungan pupuk dapat ditingkatkan perlu kegiatan praktek yang lebih banyak lagi. Peningkatan kandungan unsur hara pupuk organik cair ditingkatkan melalui penambahan variasi campuran bahan organik yang beragam[11].

Limbah ternak sapi adalah hasil akhir dari usaha peternakan sapi memiliki potensi untuk dikelola sebagai pupuk organik. Pupuk organik memiliki kelebihan lain diantaranya dapat meningkatkan daya dukung lingkungan, meningkatkan pendapatan alternative petani peternak dan mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan. Berdasarkan berbagai manfaat dan kelebihan dari pupuk organik maka perlu pendampingan lebih lanjut terhadap petani peternak dalam upaya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka serta kesadaran dalam memanfaatkan teknologi pupuk organik. Proses komersialisasi pupuk organik yang berbahan baku limbah ternak sapi perlu dilakukan dalam meningkatkan meningkatkan perekonomian daerah penelitian pada umumnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa petani yang mengikuti penyuluhan inovasi teknologi pupuk organik sebanyak 37,5 persen (15 petani) dan yang menerapkan 13,33 persen dari jumlah petani yang ikut penyuluhan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan perlu sosialisasi bagi petani untuk pemanfaatan kotoran sapi sebagai pupuk organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor, Dekan, Ketua dan Sekretaris LPPM UNSRAT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dan telah memperoleh dana skim RTUU.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Ratriyanto, S. D. Widyawati, W.P.S. Suprayogi, S. Prastowo dan N. Widyas.Pembuatan pupuk organic dari kotoran ternak untuk meningkatkan produksi pertanian. *Jurnal Semar*, 8. 1(2019) :9 – 13.

[2] H. Murnawan. Penerapan teknik pembuatan pupuk organic dengan memanfaatkan limbah/sampah organik. *JurnalAbdikarya*, 01. 1 (2017) : 14-19.

[3] D. Nenobesi, W. Mella, dan P. Soetedjo. Pemanfaatan limbah padat kompos kotoran ternak dalam meningkatkan daya dukung lingkungan dan biomassa tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Pangan*, 26. 1 (2017) : 43 – 56..

[4] Sukamta, M. A. Shomad dan A. Wisnujati. Pengelolaan Limbah Ternak Sapi Menjadi Pupuk Organik Komersial di Dusun Kalipucang, Bangunjiwo, Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Berdikari*. 5. 1 (2017) : 1-10.

[5] E. Sutrisno dan I.B. Priyambada. Pembuatan pupuk kompos padat limbah kotoran sapi dengan metoda fermentasi menggunakan bioaktivator starbio di Desa Ujung – Ujung Kecamatan Pabelan Kabupaten Semarang. *Jurnal Pasopati*, 1. 2 (2019) : 77-79.

[6] S. P. Nugraha dan F. N. Amini. Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Pupuk Organik. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 2. 3 (2013): 193-197.

[7] L. Trivana, A. Y. Pradhana dan A. P. Manambangtua. Optimalisasi waktu pengomposan pupuk kandang dari kotoran kambing dan debu sabut kelapa dengan bioaktivator *EM4*. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 9. 1 (2017): 16-24.

[8] N. A. Fitriyanto, S. Triatmojo1, A. Pertiwiningrum1, Y. Erwanto1, M. Z. Abidin1, E. Baliarti, dan Y. Y. Suranindyah. 2015. Penyuluhan dan pendampingan pengolahan limbah peternakan sapi potong di kelompok tani ternak Sido Mulyo Dusun Pulosari, Desa Jumoyo, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 01. 01 (2015) : 79-95.

[9] Mulyatun. Sumber energy terbarukan dan pupuk organic dari limbah kotoran sapi, *Jurnal Dimas*, 16 .1 (2016) :191-214.

[10] A. Abdullah, H. M. Ali, dan J. A. Syamsu. Status keberlanjutan adopsi teknologi pengolahan limbah ternak sebagai pupuk organik. *Jurnal Mimbar*, 31. 1 (2015): 11-20.

[11] I.G.A. Kasmawan, G.N. Sutapa, dan I.M. Yuliara. Pembuatan pupuk organik cair menggunakan teknologi komposting sederhana. *Buletin Udayana Mengabdi*, 17. 2 (2018) : 67-72.



ISBN 978-602-51450-2-5

Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Balikpapan
Jl. Soekarno Hatta Km 08 Balikpapan.
Website: Http://p3m.poltekba.ac.id dan
email: p3m@poltekba.ac.id