

JURNAL ISMETEK

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
INFORMATIKA • SIPIL • MESIN • ELEKTRO • SISTEM INFORMASI • ARSITEKTUR

PLATFORM SERANGAN *DEAUTHENTICATION* WIFI

Budi

***REVIEW* TEGANGAN DAN LENDUTAN STRUKTUR ATAS**

Ngirtjuk

ANALISA KINERJA POMPA TURBIN KAPASITAS 75 LITER

Sugiri

PERANCANGAN SISTEM *STOCK INVENTORY SPAREPART*

Anandito

ANALISIS RANCANG BANGUN APLIKASI *POINT OF SALE*

Bagus.P

PENATAAN KAWASAN RAGUNAN *BUSINEES PARK*

Medina

APLIKASI PENGELOLAAN UANG KAS BERBASIS *WEBSITE*

Abdurrahman

STANDAR RUMAH MINIMUM

Tri

RANCANG BANGUN PENDETEKSI KETINGGIAN AIR BAK

M.Fathoni

EVALUASI KINERJA RUAS JALAN DAN PERSIMPANGAN

Hendry

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL LIMBAH

Jon

ANALISA TOTAL *PRODUCTIVE MAINTENANCE*

Parulian

ARSITEKTUR BIOFIKIL PERANCANGAN PUSAT PERBELANJAAN

Dian

ANALISIS PENGARUH SENSOR *BOOST PRESSURE*

Eko

MONITORING PENYALURAN AIR BAKU BERBASIS *IOT*

Cahyono

RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH OTOMATIS

Dannie

ANALISIS PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENDAFTARAN

Teguh

PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN BAHASA ISYARAT

Lola

PENGARUH PENYESUAIAN SUDUT DESAIN PERMUKAAN *DIE*

Rusdi

PERANCANGAN SISTEM PEMESANAN *DIGITAL PRINTING*

Rachmat

TANTANGAN DAN STRATEGI PENGUATAN KETENAGAKERJAAN

Sahidul

PENGEMBANGAN PURWARUPA SISTEM *SMART FARMING*

Faizal

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA *NAÏVE BAYES*

Irlon

SISTEM PROTEKSI PETIR PADA STASIUN KRL P.MINGGU

Padmundana,Budio

ANALISIS KONSUMSI DAN PENETAPAN KOEFISIEN BAHAN

Pedro

ANALISA STATIK DAN DINAMIK GEDUNG BERTINGKAT

Draga

JURNAL *isme*Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

• INFORMATIKA • SIPIL • MESIN • ELEKTRO • SISTEM INFORMASI • ARSITEKTUR

TIM REDAKSI

PENANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

PEMIMPIN REDAKSI

Dr. Iwan Setyadi, ST, MT

REDAKSI AHLI

Prof. Dr. Ir. Edy Siradj, M.Sc

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

Dr. Suryadi, ST, MT

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Dr. Berliyanto, S.Kom, MTI

Ir. Suwito, MM

REDAKSI PELAKSANA

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Ir. Srihanto, MT

Aji Nurrohman, S.Kom, MMSI

Leni Devera Asrar, ST, MT

Udien Yulianto, ST, M.Tech

Dedi Setiadi, SE, M.Kom

Ike Oktaviani, ST, MT

SEKRETARIAT REDAKSI

Sigit Wibisono, S.Kom, MT

BAGIAN SIRKULASI

Rendy Pribadi, S.Pd, M.Pd

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI

Jl. Raya Mawar Merah No.23

Pondok Kopi – Jakarta Timur

Telp. 021-8611849 – 8611850

Fax. 021-8613627

Email : jurnalismetekitbu@gmail.com



JURNAL *isme* Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

● INFORMATIKA ● SIPIL ● MESIN ● ELEKTRO ● SISTEM INFORMASI ● ARSITEKTUR

DAFTAR ISI

Pengembangan *Platform* Serangan *Deauthentication Wifi* Berbasis *Nodemcu* Untuk Edukasi Dan Evaluasi Sistem Deteksi Intrusi Ringan
Budi.....1

Review Tegangan Dan Lendutan Struktur Atas Jembatan Pejalan Kaki 120 Meter Di Dusun Fair, Kota Tual, Maluku Tenggara
Ngirtjuk6

Analisa Kinerja Pompa Turbin Kapasitas 75 Liter / Menit Dan Pompa Roda Gigi Kapasitas 32 Liter/Menit Di Operasikan Seri Dan Paralel Dengan Variasi Putaran Di Laboratorium Mesin Itbu Jakarta
Sugiri.....11

Perancangan Sistem *Stock Inventory Sparepart Enginnering* PT. Havi Indonesia Berbasis *Web*
Anandito.....18

Analisis Dan Rancang Bangun Aplikasi *Point Of Sale* Pada Toko Harly Berbasis *Website*
Bagus P.....24

Pengembangan Penataan Kawasan Ragunan *Business Park*
Medina.....32

Rancang Bangun Aplikasi Pengelolaan Uang Kas Berbasis *Website* Studi Kasus: PT. Sumber Alfaria Trijaya Alfamart Area Duren Sawit, Jakarat Timur
Abdurrahman.....35

Standar Rumah Minimum
Tri.....43

Rancang Bangun Pendeteksi Ketinggian Air Bak Penampung Untuk Pencapaian Penghematan Listrik Dan Air
M. Fathoni47

JURNAL *isme* Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

● INFORMATIKA ● SIPIL ● MESIN ● ELEKTRO ● SISTEM INFORMASI ● ARSITEKTUR

DAFTAR ISI

Evaluasi Kinerja Ruas Jalan Dan Persimpangan Jalan Pengaruh Pembangunan Pabrik Lestari Nasional Gas Osowilangon Kota Surabaya <i>Hendry</i>	54
Kajian Pengaruh Penambahan Material Limbah Serbuk Gypsum Terhadap Kuat Tekan Bebas Dan Modulus Elastisitas Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Cikarang <i>Jon</i>	63
Analisa Total <i>Productive Maintenance</i> Pada Mesin <i>Injection Molding</i> Merk Xx-arb 570 220-800 Kapasitas 220t Untuk Produksi <i>Cosmetic Packaging</i> Dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> <i>Parulian</i>	72
Arsitektur Biofilik Pada Perancangan Pusat Perbelanjaan Di Kota Kuningan <i>Dian</i>	80
Analisis Pengaruh Sensor Boost Pressure Terhadap <i>Engine</i> Mtu Seri 16v2000m96l <i>Eko</i>	87
Sistem Monitoring Penyaluran Air Baku Berbasis Iot Dengan Platform Thinger.Io Menggunakan Protokol Mqtt <i>Cahyono</i>	93
Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Sensor <i>Ultrasonik</i> <i>Dannie</i>	106
Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pendaftaran Siswa Baru Pada Sekolah Tk Fahmi Berbasis <i>Website</i> <i>Teguh</i>	112
Perancangan Sistem Pengenalan Bahasa Isyarat Berbasis <i>Neural Network</i> <i>Lola</i>	122

JURNAL *isme* Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

● INFORMATIKA ● SIPIL ● MESIN ● ELEKTRO ● SISTEM INFORMASI ● ARSITEKTUR

DAFTAR ISI

Pengaruh Penyesuaian Sudut Terhadap Desain Permukaan Die Pada Simulasi Pembentukan Logam Pelat <i>Rusdi</i>	126
Analisis Dan Perancangan Sistem Pemesanan Digital Printing Pada Percetakan Cv. Agung Sejahtera Berbasis <i>Website</i> <i>Rachmat</i>	133
Tantangan Dan Strategi Penguatan Ketenagakerjaan Di Indonesia Dalam Era Digitalisasi <i>Sahidul</i>	139
Pengembangan Purwarupa Sistem <i>Smart Farming</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i> Untuk Mendukung Pertanian Hortikultura (Studi Kasus: Desa Pituruh) <i>Faizal</i>	146
Analisis Perbandingan Algoritma <i>Naïve Bayes Svm</i> Dan Random Forest Pada Klasifikasi Sentimen Komentar Youtube " <i>Clash Of Champions</i> " Ruangguru <i>Irlon</i>	156
Sistem Proteksi Petir Pada Stasiun Kereta Rel Listrik (KRL) Pasar Minggu <i>Padmundana, Budiono, Alwi Miftakhul Khoir</i>	164
Analisis Konsumsi Dan Penetapan Koefisien Bahan Bakar Solar Pada Kendaraan Truck Mixer Daya Angkut 28 Ton Kapasitas 7 M3 Di Pt. X Plant X <i>Pedro</i>	169
Analisa Statik Dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa Berdasarkan Sni 1726-2019 Dengan Variasi Jumlah Tingkat <i>Draga</i>	178
Analisis Performa Termal Turbin Uap Pada Beban Parsial (60% Dan 75%) Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Kapasitas 100 Mw <i>Bantu</i>	189

JURNAL *isme* Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

● INFORMATIKA ● SIPIL ● MESIN ● ELEKTRO ● SISTEM INFORMASI ● ARSITEKTUR

DAFTAR ISI

Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Peralatan Penanggulangan Bencana Pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah Untuk Wilayah Provinsi Dki Jakarta Berbasis Web
Atang.....192

Analisis Dan Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gepon Pada CV Khanza Perdana Mandiri Di Desa Katulisan
A. Fakhri.....199

Perancangan Sistem Human Resource Information System Berbasis Web Pada PT. HERLINA INDAH
Nur Hanifah.....209

Analisis Dan Perancangan Website Pada Sekolah Dasar Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi
Frimy.....215

Analisa Kerusakan Pompa Three Lobe Spl90 dengan Kapasitas Outlate 0.19l/Menit Berdasarkan Penjadwalan Time Based Maintenance
Arief.....221

PENGEMBANGAN *PLATFORM* SERANGAN *DEAUTHENTICATION* *WIFI* BERBASIS *NODEMCU* UNTUK EDUKASI DAN EVALUASI SISTEM DETEKSI INTRUSI RINGAN

Budi Wibowo

¹*Program Studi Teknik Informatika , FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta*
budiwibowo1993@gmail.com

Abstrak

Keamanan jaringan nirkabel semakin rentan terhadap serangan deauthentication (deauth) yang dapat memutus koneksi perangkat pengguna secara paksa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sebuah platform simulasi serangan deauth berbasis NodeMCU (ESP8266) yang bersifat portabel, low-cost, dan open source untuk mendukung kegiatan edukasi keamanan siber serta pengujian sistem deteksi intrusi (IDS) ringan. Platform ini dirancang untuk mereplikasi serangan deauth pada jaringan WiFi 2.4 GHz dalam lingkungan terkontrol. Eksperimen dilakukan dengan mengukur dampak serangan terhadap kinerja jaringan, termasuk tingkat packet loss, fluktuasi sinyal (RSSI), dan waktu pemulihan koneksi (downtime). Hasil pengujian menunjukkan bahwa serangan deauth dapat menurunkan stabilitas jaringan secara signifikan, dengan packet loss mencapai lebih dari 80% dalam waktu kurang dari satu menit. Sebagai langkah mitigasi, sistem IDS sederhana berbasis deteksi anomali RSSI dikembangkan dan diuji terhadap pola serangan. Evaluasi awal menunjukkan tingkat deteksi yang cukup efektif untuk skenario skala kecil dan perangkat terbatas. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam bentuk platform edukatif dan alat uji IDS/IPS yang dapat diterapkan di lingkungan laboratorium maupun pelatihan keamanan siber. Penyesuaian pendekatan terhadap standar IEEE 802.11, OWASP IoT, dan NIST Cybersecurity Framework menjadi dasar konseptual dari rancangan ini.

Kata kunci : Platform Serangan Deauthentication, Nodemcu, Sistem Deteksi Intrusi Ringan

1. PENDAHULUAN

Jaringan nirkabel (WiFi) kini menjadi infrastruktur krusial dalam kehidupan modern, mendukung konektivitas berbagai sektor seperti pendidikan, perkantoran, hingga sistem *Internet of Things* (IoT) (Litayem & Al-Sa'di, 2023). Di balik kemudahan dan fleksibilitas yang ditawarkan, jaringan *WiFi* memiliki celah keamanan yang cukup serius, salah satunya adalah serangan deauthentication (deauth attack). Serangan ini memanfaatkan kelemahan dalam protokol IEEE 802.11, di mana penyerang dapat mengirimkan frame deauth palsu untuk memaksa perangkat klien terputus dari access point (Padhy et al., 2023). Serangan ini berdampak langsung pada ketersediaan layanan jaringan, membuka peluang terjadinya serangan lanjutan seperti *Man-in-the-Middle* (MitM), serta berpotensi digunakan untuk mengganggu operasional sistem nirkabel secara luas (Costa et al., 2023).

Di tengah meningkatnya ancaman tersebut, berbagai alat dan teknik serangan deauth kini tersedia secara publik, salah satunya adalah *firmware* ESP8266 *Deauther* yang memungkinkan peluncuran serangan

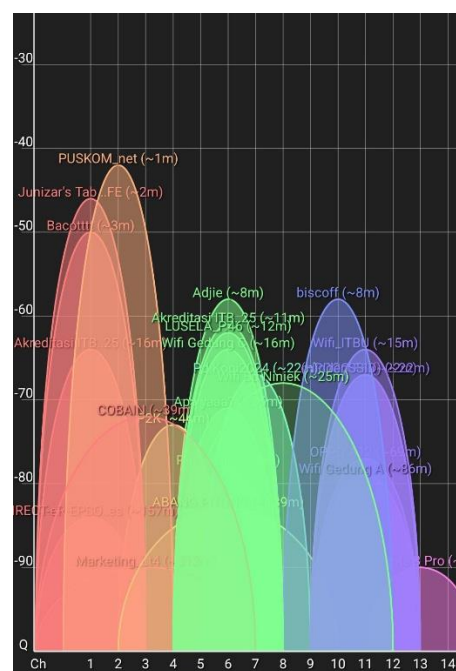
hanya dengan NodeMCU berbiaya rendah (Yamjala et al., 2024). Sayangnya, pendekatan ilmiah untuk memanfaatkan alat tersebut sebagai platform simulasi edukatif dan pengujian sistem deteksi intrusi (IDS) masih sangat terbatas (Ahadi et al., 2020). Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada aspek teknis atau teori deteksi serangan tanpa menyediakan sarana praktik langsung berbasis perangkat nyata. Misalnya, (Schepers et al., 2022) mengembangkan IDS berbasis deep learning untuk serangan WiFi, namun pendekatan ini membutuhkan sumber daya komputasi tinggi yang tidak cocok untuk perangkat kelas rendah atau kegiatan edukatif. Sementara itu, (Litayem & Al-Sa'di, 2023) memanfaatkan ESP32 untuk pemantauan jaringan, namun belum menyentuh aspek simulasi serangan aktif dan pengujian IDS ringan.

Berdasarkan telaah literatur, ditemukan beberapa celah penting (gap) dalam penelitian terdahulu. Pertama, belum tersedia platform terbuka dan murah yang dapat digunakan untuk mensimulasikan serangan deauth berbasis perangkat keras nyata seperti NodeMCU. Kedua, belum banyak penelitian

yang menyajikan pengukuran kuantitatif terhadap dampak serangan secara real-time, seperti packet loss, fluktuasi RSSI, dan downtime koneksi (Litayem & Al-Sa'di, 2023). Ketiga, pendekatan deteksi yang ditawarkan umumnya bersifat kompleks dan tidak efisien untuk diterapkan pada sistem bersumber daya terbatas. Terakhir, sedikit sekali penelitian yang secara eksplisit menyelaraskan pendekatannya dengan standar keamanan global seperti IEEE 802.11, RFC 3704, OWASP IoT, dan NIST Cybersecurity Framework.

Penelitian ini hadir untuk menjawab kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sebuah platform simulasi serangan deauthentication berbasis NodeMCU (ESP8266) yang bersifat low-cost, portabel, dan open source. Platform ini tidak hanya berfungsi untuk mendemonstrasikan serangan deauth secara langsung, tetapi juga digunakan untuk mengukur dampak nyata terhadap performa jaringan nirkabel dan menguji sistem deteksi intrusi ringan. Sistem IDS yang dikembangkan berbasis anomali sinyal RSSI serta penyaringan pola serangan dengan algoritma klasifikasi sederhana (seperti Support Vector Machine), yang dapat dijalankan pada lingkungan edge device atau laboratorium (Dheeven et al., 2024). Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada pemanfaatan perangkat murah sebagai alat edukatif sekaligus eksperimental, evaluasi kuantitatif terhadap serangan WiFi secara real-time, serta integrasi pendekatan mitigasi yang ringan namun efektif.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: (1) merancang dan membangun platform simulasi serangan deauth berbasis NodeMCU untuk keperluan edukasi dan eksperimen; (2) mengukur dan menganalisis dampak serangan terhadap kinerja jaringan WiFi, seperti paket hilang dan gangguan koneksi; (3) mengembangkan dan menguji sistem deteksi intrusi ringan berbasis fluktuasi RSSI dan pola serangan (Ramos-Sorroche et al., 2024); serta (4) menyediakan solusi praktis dan terbuka untuk pelatihan keamanan jaringan dan pengujian IDS/IPS di lingkungan laboratorium atau pendidikan (Yazdinejad et al., 2021).



Gambar 1. visualisasi spektrum sinyal WiFi (WiFi Channel Graph) sekitar
Sumber : Penelitian Mandiri

2. METODOLOGI

Serangan deauthentication merupakan salah satu bentuk serangan terhadap jaringan WiFi yang mengeksploitasi kerentanan dalam protokol IEEE 802.11 (Mwinuka et al., 2022), khususnya pada management frame yang tidak dilindungi oleh enkripsi. Dengan mengirimkan frame deauth palsu, penyerang dapat memutus koneksi antara perangkat klien dan access point (AP), sehingga menciptakan gangguan konektivitas atau bahkan membuka peluang untuk serangan lanjutan seperti Man-in-the-Middle (MitM) dan pencurian kredensial (Yamjala et al., 2024). Studi oleh (Mwinuka et al., 2022) menekankan bahwa meskipun jaringan WiFi semakin umum digunakan, perlindungan terhadap manajemen frame masih menjadi titik lemah yang belum sepenuhnya ditangani oleh standar protokol yang ada.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem IDS berbasis machine learning untuk mendeteksi serangan WiFi, seperti yang dilakukan oleh (Lina & Fernandes, 2022) yang menggunakan pendekatan deep learning. Meski akurat, pendekatan ini memerlukan sumber daya komputasi yang tinggi dan kurang cocok untuk sistem edge atau perangkat hemat daya. Sebagai alternatif, deteksi berbasis perubahan

sinyal RSSI dan pola paket dapat digunakan sebagai solusi ringan dan efisien, terutama dalam lingkungan yang terbatas secara sumber daya, seperti pada implementasi IoT atau skala laboratorium pendidikan (Lina & Fernandes, 2022).

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimen kuantitatif dengan metode prototyping dan pengujian di lingkungan jaringan WiFi lokal. Tahap pertama melibatkan perancangan dan pengembangan platform simulasi serangan deauth menggunakan NodeMCU ESP8266. Perangkat ini diprogram dengan firmware open-source ESP8266 Deauther yang memungkinkan pengiriman frame deauth secara otomatis ke perangkat target. Skenario serangan dilakukan dalam berbagai kondisi, termasuk variasi jarak antara penyerang dan access point, serta durasi waktu serangan, untuk melihat pengaruhnya terhadap performa jaringan (Yazdinejad et al., 2021).

Pada tahap kedua, dilakukan pengukuran dampak serangan terhadap kinerja jaringan menggunakan beberapa parameter, yaitu tingkat packet loss, fluktuasi sinyal (RSSI), dan waktu pemutusan koneksi (downtime). Data dikumpulkan menggunakan kombinasi Wireshark, ping monitoring, serta pengukuran sinyal secara langsung dari perangkat. Skenario eksperimen diulang beberapa kali untuk menjaga reliabilitas hasil, dengan variasi jarak 1, 5, dan 10-meter serta waktu serangan 30, 60, dan 120 detik.

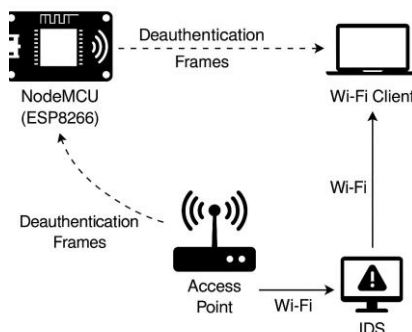
Tahap ketiga fokus pada pengembangan sistem deteksi intrusi (IDS) berbasis pendekatan ringan. IDS dirancang untuk mengenali anomali sinyal (RSSI) dan pola komunikasi paket yang tidak wajar akibat serangan deauth. Untuk tujuan ini, digunakan algoritma klasifikasi sederhana, seperti Support Vector Machine (SVM), yang dilatih menggunakan data hasil eksperimen sebelumnya. Pendekatan ini dipilih karena efisien secara komputasi dan dapat dijalankan pada perangkat dengan sumber daya terbatas.

Tahap terakhir adalah evaluasi performa sistem IDS, meliputi pengukuran akurasi, true positive rate (TPR), false positive rate (FPR), dan efisiensi sumber daya (memori dan pemrosesan). Selain itu, rancangan sistem dan hasil eksperimen divalidasi berdasarkan prinsip-prinsip dari standar IEEE 802.11, RFC 3704, OWASP, dan kerangka NIST,

guna memastikan bahwa pendekatan ini selaras dengan praktik terbaik keamanan siber saat ini. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan model simulasi serangan yang aplikatif, tetapi juga mendukung pembelajaran keamanan jaringan dan pengembangan IDS skala ringan yang dapat diadopsi di lingkungan pendidikan maupun praktis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksperimen dilakukan dalam tiga skenario utama berdasarkan jarak antara NodeMCU (penyerang) dan access point, serta durasi serangan deauthentication. Pengujian difokuskan pada tiga parameter utama: packet loss, perubahan RSSI, dan downtime koneksi. Selain itu, dilakukan evaluasi kinerja sistem deteksi intrusi (IDS) berbasis fluktuasi sinyal dan pola *frame* serangan.



Gambar 2. Arsitektur Serangan
Sumber : Penelitian Mandiri

3.1. Hasil Pengukuran dampak Serangan

Untuk menghitung presentase kehilangan paket akibat serangan deauth, digunakan rumus berikut:

$$\text{Packet Loss (\%)} = \left(\frac{\text{Jumlah Paket yang Hilang}}{\text{Jumlah Paket yang Dikirim}} \right) \times 100 \%$$

Data menunjukkan bahwa dalam waktu 60 detik serangan deauth, rata-rata *packet loss* yang terjadi mencapai **83,6%** pada jarak 5 meter, dan meningkat menjadi **91,2%** pada jarak 1 meter.

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa semakin dekat jarak NodeMCU ke target, semakin besar persentase kehilangan paket. Ini menunjukkan bahwa efektivitas serangan meningkat pada posisi yang lebih dekat ke access point atau perangkat korban.

Tabel 1 Data Efektivitas Serangan

Jarak	Durasi Serangan	Rata-rata Packet Loss
1 m	60 detik	91,20%
5 m	60 detik	83,60%
10 m	60 detik	62,40%

Sumber : Penelitian Mandiri

Fluktuasi sinyal terdeteksi saat serangan berlangsung, dengan penurunan RSSI rata-rata sebesar 8 – 12 dBm dibandingkan kondisi normal. Nilai RSSI menjadi indikator awal untuk mendeteksi gangguan yang tidak wajar, terutama saat nilai menurun secara tiba-tiba dan sinkron dengan *packet loss*. Durasi pemutusan koneksi bervariasi, dengan rata-rata downtime 15–30 detik, tergantung konfigurasi otomatisasi *reconnect* pada perangkat klien. Pada beberapa perangkat lama, koneksi tidak pulih otomatis dan memerlukan intervensi manual.

3.2. Evaluasi Sistem Deteksi Intrusi (IDS)

Sistem IDS yang dikembangkan mendeteksi serangan berdasarkan kombinasi:

- Nilai ambang perubahan RSSI (>10 dBm dalam 5 detik),
- Pola *frame* deauth yang melebihi ambang normal (>5 per detik),
- Dan klasifikasi ringan menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM).

Hasil evaluasi kinerja IDS ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2 Hasil Evaluasi Kinerja IDS

Parameter	Hasil
Akurasi Deteksi	91,80%
Precision	89,30%
Recall	94,10%
False Positive	4,70%
Waktu Respon	< 2 detik

Sumber : Penelitian Mandiri

Hasil tersebut menunjukkan bahwa IDS mampu mengenali serangan deauth dengan

tingkat deteksi tinggi dan waktu respons cepat, meskipun dijalankan di lingkungan terbatas sumber daya.

3.3. Analisis dan Interpretasi.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa serangan deauth berbasis NodeMCU mampu menimbulkan gangguan serius pada jaringan WiFi, bahkan dengan perangkat berbiaya rendah. Hal ini mempertegas pentingnya ketersediaan platform simulasi untuk mendemonstrasikan dampak nyata serangan kepada mahasiswa, praktisi, atau peneliti keamanan siber. Sistem IDS ringan yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan efektivitas cukup baik dalam mengenali pola serangan dengan pendekatan berbasis sinyal dan frame WiFi, tanpa memerlukan komputasi berat. Pendekatan ini relevan untuk diterapkan di perangkat edge, sistem IoT, atau laboratorium pendidikan dengan keterbatasan perangkat keras. Selain itu, pendekatan ini sesuai dengan prinsip deteksi dini dan respons cepat sebagaimana dianjurkan dalam NIST Cybersecurity Framework dan OWASP IoT Security Guidelines, serta memperkuat kebutuhan akan perangkat IDS skala ringan yang ekonomis dan dapat direplikasi secara luas.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah platform simulasi serangan deauthentication WiFi berbasis NodeMCU (ESP8266) yang bersifat murah, terbuka, dan mudah direplikasi. Platform ini mampu mensimulasikan serangan secara nyata dan menghasilkan dampak signifikan terhadap kinerja jaringan, seperti meningkatnya packet loss hingga lebih dari 90%, penurunan RSSI secara drastis, serta terjadinya downtime koneksi yang mengganggu kestabilan komunikasi nirkabel. Hasil ini menegaskan bahwa serangan deauth dapat dilakukan dengan perangkat low-cost, namun memiliki konsekuensi serius terhadap keandalan jaringan WiFi. Selain itu, sistem deteksi intrusi (IDS) ringan yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti efektif dalam mengenali pola serangan berdasarkan anomali sinyal dan karakteristik frame manajemen jaringan. Dengan akurasi deteksi mencapai 91,8% dan waktu respons di

bawah dua detik, IDS ini layak digunakan pada lingkungan yang memiliki keterbatasan sumber daya seperti laboratorium pendidikan, sistem IoT, atau jaringan skala kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadi, S. A. A., Rakesh, N., & Varshney, S. (2020). Overview on Public Wi-Fi Security Threat Evil Twin Attack Detection. *Proceedings of IEEE International Conference on Advent Trends in Multidisciplinary Research and Innovation, ICATMRI 2020*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICATMRI51801.2020.9398377>
- Costa, G., Degano, P., Galletta, L., & Soderi, S. (2023). Formally verifying security protocols built on watermarking and jamming. *Computers and Security*, 128, 103133. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2023.103133>
- Dheeven, T. A., Kumar, P. M., Venkatesh, V., & Sailaja, K. A. I. (2024). IoT based sensor enabled vehicle parking system. *Measurement: Sensors*, 31(December 2022), 100953. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100953>
- Lina, I. M., & Fernandes, G. R. (2022). Analisis Pola Sosial Engineering Menggunakan Teknik Wifi Deauther Dan Evil Twin. *JRKT (Jurnal Rekayasa Komputasi Terapan)*, 2(04), 253–260. <https://doi.org/10.30998/jrkt.v2i04.8185>
- Litayem, N., & Al-Sa'di, A. (2023). Exploring the Programming Model, Security Vulnerabilities, and Usability of ESP8266 and ESP32 Platforms for IoT Development. *2023 IEEE 3rd International Conference on Computer Systems, ICCS 2023, November*, 150–157. <https://doi.org/10.1109/ICCS59700.2023.10335558>
- Mwinuka, L. J., Agghey, A. Z., Kaijage, S. F., & Ndibwile, J. D. (2022). FakeAP Detector: An Android-Based Client-Side Application for Detecting Wi-Fi Hotspot Spoofing. *IEEE Access*, 10, 13611–13623. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3146802>
- Padhy, S., Alowaidi, M., Dash, S., Alshehri, M., Malla, P. P., Routray, S., & Alhumyani, H. (2023). AgriSecure: A Fog Computing-Based Security Framework for Agriculture 4.0 via Blockchain. *Processes*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/pr11030757>
- Ramos-Sorroche, E., Rubio-Aparicio, J., Santa, J., Guardiola, C., & Egea-Lopez, E. (2024). In-cabin and outdoor environmental monitoring in vehicular scenarios with distributed computing. *Internet of Things (Netherlands)*, 25(June 2023), 101009. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.101009>
- Schepers, D., Ranganathan, A., & Vanhoef, M. (2022). On the Robustness of Wi-Fi Deauthentication Countermeasures. *WiSec 2022 - Proceedings of the 15th ACM Conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks*, 245–256. <https://doi.org/10.1145/3507657.3528548>
- Yamjala, S., Venkateswara Reddy, R., Patel, P., Sanjana, Y., Jyoshitha Reddy, A., & Tejashwini Professor, M. (2024). Design and Implementation of Attack Flow Model Using ESP8266: Wireless Networks. *March*. <https://www.researchgate.net/publication/379310985>
- Yazdinejad, A., Zolfaghari, B., Azmoodeh, A., Dehghantanha, A., Karimipour, H., Fraser, E., Green, A. G., Russell, C., & Duncan, E. (2021). A review on security of smart farming and precision agriculture: Security aspects, attacks, threats and countermeasures. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/app11167518>

REVIEW TEGANGAN DAN LENDUTAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN PEJALAN KAKI 120 METER DI DUSUN FAIR, KOTA TUAL, MALUKU TENGGARA

Ngir Tjuk Hirwo

Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta

ngirtjuk@itbu.ac.id

Dalam proses pembangunan jembatan gantung, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, seperti faktor keselamatan, kegunaan, dan ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan yang matang terkait konstruksi jembatan gantung. Perancangan struktur atas jembatan gantung juga harus memiliki acuan dasar agar memenuhi standar. Oleh karena itu, pedoman perancangan struktur atas jembatan gantung menggunakan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 tentang Pedoman Pelaksanaan Perencanaan dan Pelaksanaan Pembangunan Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki. Kajian perancangan struktur jembatan gantung hanya mencakup struktur atas jembatan gantung untuk pejalan kaki. Dari hasil perhitungan menggunakan aplikasi SAP2000, diperoleh hasil aman untuk rasio tegangan struktur jembatan utama <1 , struktur kabel dan penggantung $>2,22$. Lendutan yang terjadi akibat beban hidup adalah 702,00 mm atau lebih kecil dari lendutan izin sebesar 1.200,00 mm.

Kata kunci: rasio tegangan struktur, struktur jembatan gantung, lendutan, SAP2000

1. PENDAHULUAN

Dusun Fair, Kota Tual, Maluku Tenggara pada tahun 2018 telah kehilangan sebuah jembatan penghubung ke pulau Kei Kecil yang disebabkan oleh bencana alam. Tanpa adanya jembatan penghubung tersebut, masyarakat membutuhkan biaya transportasi yang lebih besar yaitu dengan sarana *Speedboat*.

Tipe jembatan gantung dipilih untuk dibangun dengan pertimbangan kesesuaian dengan anggaran biaya yang tersedia. Bentang jembatan yang direncanakan adalah 120 meter.

Jembatan Gantung

Bangunan atas jembatan yang berfungsi sebagai pemikul langsung beban lalu lintas yang melewati jembatan tersebut, terdiri dari lantai jembatan, gelagar pengaku, batang penggantung, kabel pemikul dan pagar pengaman.

Seluruh beban lalu lintas dan gaya-gaya yang bekerja dipikul oleh sepasang kabel pemikul yang menumpu di atas 2 pasang menara dan 2 pasang blok angkur.

Jembatan Gantung Pejalan Kaki

Jembatan gantung yang hanya boleh dilewati oleh lalu lintas pejalan kaki, dan kendaraan ringan seperti sepeda, gerobak, kendaraan yang ditarik hewan, motor dan kendaraan bermotor ringan dengan maksimum roda tiga dapat lewat untuk

keadaan darurat (Badan Standarisasi Nasional, 2016).

Beban Rencana

Jembatan pejalan kaki harus kuat dan kaku (tanpa lendutan yang berlebihan) untuk menahan beban berikut:

1. Beban Vertikal
2. Beban Samping
3. Beban Hidup

Beban hidup yang paling kritis yang dipikul karena pengguna jembatan pejalan kaki ditunjukkan pada Tabel 1. Dipertimbangkan bahwa beban terpusat 2000 kgf (20 kN) untuk kendaraan ringan/ternak dan beban merata 5 kPa memberikan batas yang cukup untuk keselamatan untuk semua pengguna biasa dari jembatan pejalan kaki.

Tabel 1. Beban hidup yang dipikul dan lendutan izin jembatan gantung pejalan kaki

Kelas pengguna	Lebar	Beban terpusat	Beban terdistribusi merata	Lendutan izin Δ
Jembatan gantung pejalan kaki kelas I (beban hidup maksimum sampai dengan kendaraan ringan)	1,8 m	20 kN (hanya ada satu kendaraan bermotor ringan pada satu bentang jembatan)	5 kPa	$\frac{1}{200}L$
Jembatan gantung pejalan kaki kelas II (beban hidup dibatasi hanya untuk pejalan kaki dan sepeda motor)	1,4 m	-	4 kPa	$\frac{1}{100}L$
Keterangan: L adalah bentang utama jembatan				

Sumber : Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010

Di dalam "Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.02/SE/M/2010 tentang

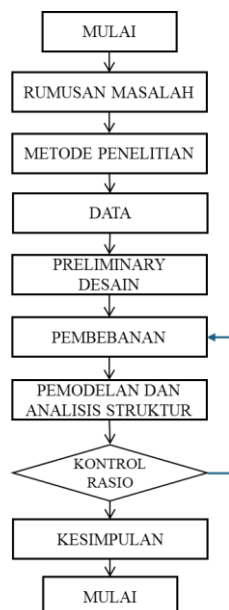
Pemberlakuan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki” terdapat pedoman perencanaan yang bisa dijadikan panduan karena sudah berstandarkan nasional.

Di dalam surat edaran tersebut ruang lingkup untuk pedoman tersebut meliputi perencanaan dan pelaksanaan termasuk pemeliharaan bangunan atas, bangunan bawah dan fondasi jembatan gantung untuk lalu lintas pejalan kaki dengan bentang utama maksimum 120 m.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian review atau kajian. Kerana penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan.

Adapun kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Pikir
Sumber : Olahan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap paling awal sebelum melakukan analisis struktur adalah membuat desain atau model dari struktur yang akan dianalisis. Pada tahap ini diperlukan data –

data kebutuhan dimensi standar untuk jembatan pejalan kaki sebagai berikut :

Tabel 2. Dimensi Standar Jembatan Gantung Pejalan Kaki

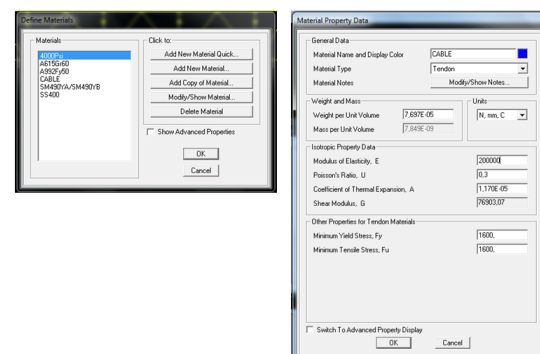
Jenis struktur	Jembatan Gantung (Suspension Bridge)
Peruntukan	Jembatan Penyeberangan Orang (JPO)
Panjang bentang kiri, L1	35 m
Panjang bentang tengah, L2	120 m
Panjang bentang kanan, L3	31,1 m
Lebar efektif jembatan	2,3 m
Lebar menara, w	6 m
Tinggi menara, H1	14 m
Jumlah segmen , N1	60
Ukuran minimum sag tengah	1,5 m
Mutu baja JIS G3101 SS400	250 Mpa
Saddle pylon	Roller, Mat. JIS SCM440 Fu = 950 MPA
Tipe Menara/ pylon	Sistem Truss (Rangka Batang)
Tipe Rangka Struk Jembatan	Sistem Truss (Rangka Batang)
Sistem lantai	Lantai baja
Jenis Kabel	Round Strand (Wire rope) 6x36
Sistem Hanger	Flat Bar
Angkur	JIS S45C Fu = 600 MPa

Sumber : Olahan Penelitian

Kemudian dilakukan analisis struktur jembatan tersebut dengan menggunakan SAP2000 (PT. Wiratama Globalindo Jaya, 2020).

Identifikasi Material

Tahapan berikutnya adalah mengidentifikasi jenis material yang akan digunakan dalam model struktur tersebut. Pengidentifikasiannya tersebut dimulai dengan membuka menu define, materials, *add new material*, lalu masukan data yang diinginkan.



Gambar 2. Penentuan Material
Sumber : Olahan Penelitian

Diperlukan juga spesifikasi material setelah input penentuan material. Spesifikasi

Hasil Analisis Struktur

Reaksi Tumpuan

Reaksi tumpuan yang terjadi pada rangka dan pylon dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Reaksi Tumpuan pada Pylon dan Rangka

No	Titik Tumpuan	Beban	Gaya Maks sumbu X (kN)	Gaya Maks sumbu Y (kN)	Gaya Maks sumbu Z (kN)
1	Pylon	Beban Mati	-99,63	0,134	704,976
		Hidup Terbagi Rata	-233,588	0,09	1688,458
		Hidup Berjalan	-15,142	0,00581	109,55
2	Rangka	Beban Mati	138,18	1,814	13,986
		Hidup Terbagi Rata	305,522	4,944	26,504
		Hidup Berjalan	22,418	0,262	6,086

Sumber : Olahan Penelitian

Deformasi

Deformasi atau lendutan yang terjadi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Lendutan

Lendutan ijin = $L/100$	1.200,0 mm
Lendutan maksimum yang terjadi akibat beban hidup	702,0 mm < 1.200,0 mm OK

Sumber : Olahan Penelitian

Diperlukan Chamber Adjustment :

Kebutuhan Chamber atau lawan lendutan yang harus disediakan sebagai berikut :

Tabel 5. Kebutuhan Chamber Adjustment

Lendutan akibat Berat sendiri Struktur	262,0	mm			
Lendutan akibat beban mati Lantai	215,0	mm			
Lendutan akibat beban Hidup	702,0	mm			
Lendutan akibat Loss friction of bolt	-	mm			
Total Lendutan yang terjadi	1.179,0	mm			
Direncanakan lawan Lendut (chamber)	1,0%	L			
	1.200	mm			
Sisa Chamber Minimum (Chamber rencana – Lendutan ak. Beban sendiri struktur – Lendutan ak. Beban Lantai)	723	mm	>	702	mm
⇒ Saging Puncak Jembatan (ak. Rangka + Ak. Lantai)	-11,00	m			(Saging Final)
⇒ Saging Puncak Jembatan (ak. Rangka)	-10,73	m			(Saging BS Rangka)
⇒ Saging Puncak Jembatan (Kabel)	-10,49	m			(Saging Awal)

Sumber : Olahan Penelitian

Waktu Getar Struktur

Berdasarkan hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 pada mode pertama didapatkan waktu getar 1,88 detik dan frekuensi getar alami sebesar 0,529 Hz.

Gaya Dalam

Gaya-gaya dalam hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 dapat dilihat pada tabel berikut :

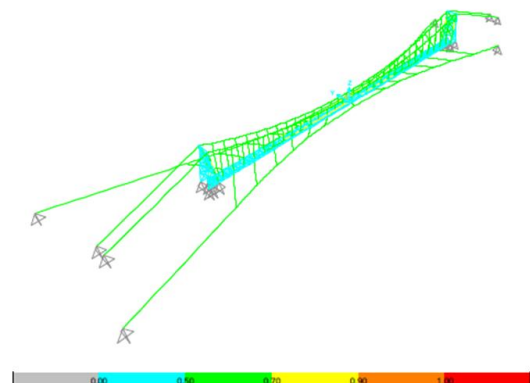
Tabel 6. Gaya Dalam

No.	Komponen Jembatan	Gaya Dalam			
		Axial Tarik (kN)	Aksial Tekan (kN)	Gaya Geser (kN)	Momen Lentur (kNm)
1.	Kabel utama	907,536	NA	NA	NA
2.	Hanger	20,151	NA	NA	NA
3.	Kabel ikatan angin	106,193	NA	NA	NA
4.	Kabel ikatan angin wire utama to body	21,907	NA	NA	NA
5.	Kolom pylon	1243,793	-1728,883	-369,628	-143,0354
6.	Bottom cord	1058,076	-939,535	1,867	2,1492
7.	Top cord	286,385	-482,82	-2,934	1,8922
8.	Diagonal	28,8	-30,664	0,365	-0,8971
9.	Bracing	72,033	-68,815	0,235	-0,872
10.	Bracing diagonal	1,408	-26,453	-0,238	-0,3388
11.	Gelagar melintang	2,359	-2,331	5,424	-1,3302

Sumber : Olahan Penelitian

Rasio Tegangan Struktur

Dari hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 didapatkan rasio maksimal struktur jembatan sebesar 0,918 dengan ketentuan rasio yang maksimal diharuskan untuk keamanan adalah dibawah dari 1, maka dengan hasil rasio yang sebesar 0,918 desain struktur bisa dinyatakan aman.



Gambar 9. Hasil Pengecekan Rasio Tegangan Struktur yang Terjadi

Sumber : Olahan Penelitian

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Rasio tegangan pada struktur utama jembatan (struktur pylon dan struktur rangka) lebih kecil dari 1, Faktor Keamanan (SF) struktur kabel dan penggantung lebih besar dari 2,22. Sehingga dapat disimpulkan struktur atas jembatan gantung di Dusun Fair, Kota Tual, Maluku Tenggara aman untuk digunakan.
- Lendutan yang terjadi akibat beban hidup adalah sebesar 702,00 mm atau

lebih kecil dari lendutan ijin yaitu sebesar 1.200,00 mm, sehingga dapat disimpulkan struktur atas jembatan gantung di Dusun Fair, Kota Tual, Maluku Tenggara nyaman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1726 – 2016 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

Kementerian Pekerjaan Umum, 2010. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

PT. Wiratama Globalindo Jaya. 2020. Report design jembatan gantung 40 M Serang, PT. Wiratama Globalindo Jaya, Tangerang.

ANALISA KINERJA POMPA TURBIN KAPASITAS 75 LITER / MENIT DAN POMPA RODA GIGI KAPASITAS 32 LITER/MENIT DI OPERASIKAN SERI DAN PARALEL DENGAN VARIASI PUTARAN DI LABORATORIUM MESIN ITBU JAKARTA

Moch. Sugiri

Jurusan Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
sugiri.moch@gmail.com

Abstrak

Salah satu alat praktikum prestasi mesin di laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU) adalah pompa roda gigi dan pompa turbin. Kinerja pompa yang digunakan untuk praktek alat uji pompa pada ruang laboratorium kurang maksimal dikarenakan adanya kerusakan pada pompa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja pompa turbin dan pompa roda gigi setelah dilakukan perbaikan. Parameter unjuk kerja pompa tersebut antara lain head, kapasitas, daya dan efisiensi pompa turbin dan roda gigi dihubungkan seri dan paralel. Metodologi penelitian dilakukan dengan perbaikan pompa, kemudian mengoperasikan pompa dihubungkan secara seri dan paralel. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data-data terkait yang kemudian diolah dan dianalisa. Hasil dari analisa tersebut berupa perbandingan head, kapasitas, daya dan efisiensi pompa dihubungkan seri dan paralel terhadap variasi putaran. Pada pompa dihubungkan seri memiliki head tertinggi dengan nilai 2,15 m pada variasi putaran 100% sedangkan head pompa paralel hanya 1,06 m. Kapasitas pompa seri lebih rendah dari pada pompa paralel dengan nilai 25,90 liter/menit jauh dibawah kapasitas pompa paralel dengan nilai 52,79 liter/menit. Daya hidrolik pada pompa seri lebih besar dari pada daya pada pompa paralel dengan nilai 12,45 Watt, sedangkan daya pompa pada konfigurasi seri sebesar 578,16 Watt. Efisiensi pompa seri sedikit lebih tinggi dari pada pompa paralel pada variasi putaran 100% dengan nilai efisiensi 2,15%.

Kata kunci : Pompa Turbin, Pompa Roda Gigi, Pompa seri, Pompa paralel, Kapasitas.

1. PENDAHULUAN

Pompa adalah suatu mesin untuk memindahkan zat cair dari satu tempat ketempat lain dengan jalan merubah kenaikan zat cair (Nekrasov, B, 1965). Praktikum prestasi mesin merupakan salah satu mata kuliah uji praktek teknik mesin yang ditentukan oleh kelancaran mesin dan alat yang digunakan dalam suatu proses uji praktek (Sugiri, 2023). Sehingga bila suatu alat praktek berfungsi dengan baik sesuai peruntukannya, maka akan menghasilkan data uji praktek yang akurat dan waktu penyelesaian uji praktek yang tepat. Salah satu alat praktikum prestasi mesin di laboratorium Teknik Mesin ITBU adalah pompa roda gigi dan pompa turbin. Pompa roda gigi merupakan jenis pompa perpindahan positif yang

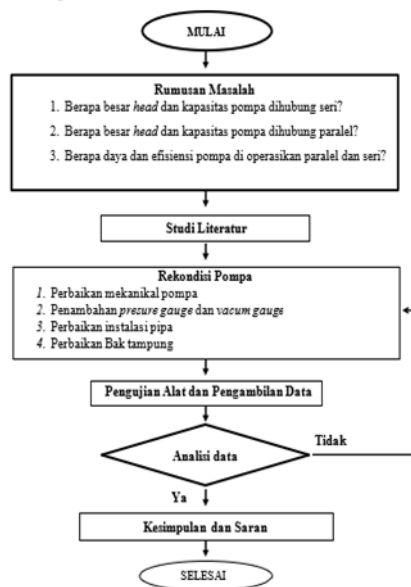
menggunakan roda gigi berputar untuk memindahkan fluida (Sularso, 2006). Pompa ini bekerja dengan cara menangkap volume fluida antara gigi roda gigi dan rumah pompa, lalu memindahkannya dari sisi inlet (masuk) ke sisi outlet (keluar). Sedangkan Pompa Turbin, merupakan jenis pompa sentrifugal yang dirancang untuk menghasilkan tekanan tinggi dengan aliran yang relatif rendah. Kinerja pompa yang digunakan untuk praktek alat uji pompa pada ruang laboratorium Teknik Mesin ITBU yang kurang maksimal dikarenakan adanya kerusakan sehingga pompa tidak dapat bekerja. Bentuk bak penampungan air yang tidak rata membuat perhitungan volume air yang dipindahkan menjadi tidak efisien sehingga perlu dilakukan

modifikasi pada bentuk bak penampungan.
Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa unjuk kerja pompa turbin dan roda gigi sesudah rekondisi pada alat uji pompa di laboratorium Teknik Mesin ITBU.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alir

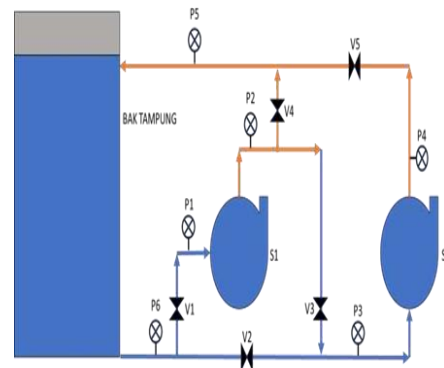
Gambar 1 dapat dilihat diagram alir penelitian yang menggambarkan metodologi penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.
Sumber: Data Penelitian

2.2. Skematik Diagram Pompa

Gambar 2 adalah skematik diagram adalah gambar teknik yang dibutuhkan sebagai acuan dalam proses rekondisi pompa. Gambar ini berisi detail secara sederhana terkait sistem instalasi pompa yang akan di rekondisi. Skematik diagram alat uji pompa di laboratorium Teknik Mesin ITBU.



Gambar 2 Skematik Diagram Alat Uji Pompa Laboratorium ITBU
Sumber: Data Penelitian

2.3 Alat dan Bahan Kerja

1. Spesifikasi Pompa turbin
Manufaktur : NOWA
Tipe : HV Series – 40 Hv
Kapasitas : 75 lpm
Head : 98 m
2. Spesifikasi Pompa roda gigi
Manufaktur : Khosin
Tipe : GB.GC Series 13
Kapasitas : 32 lpm
Head : 55 m
3. Spesifikasi Penggerak Pompa
Manufaktur : Baldor Electric
Tipe : PM3336P
Putaran : 1750 rpm
Tegangan : 220 vac
Amps : 180 A
4. Pressure Gauge
5. Tool Set
6. Stop Watch
7. Penggaris

2.4 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis dan menginterpretasikan data dalam sebuah penelitian. Dalam hal ini, penelitian menggunakan metode eksperimen dimana penulis mengontrol variabel tertentu untuk melihat pengaruhnya terhadap variabel yang lain.

2.4.1. Perbaikan dan Rekondisi Pompa

- Perbaikan pada pompa turbin dan pompa roda gigi yang mengalami kerusakan karena usia pemakaian yang sudah terlalu lama.
- Penggantian komponen pompa yang mengalami kerusakan.
- Penggantian pressure guage dan penambahan vaccum gauge yang mengalami kerusakan dan hilang dengan pressure guage baru jenis oli.

2.4.2. Pengujian Pompa

Proses pengujian pompa merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menguji sistem instalasi berfungsi sebagaimana mestinya. Proses pengujian dapat diuraikan sebagai berikut :

- Mempersiapkan semua peralatan dan memastikanya berfungsi ;
- Mengatur buka tutup katup ;
- Menghidupkan pompa dengan variasi putaran sesuai dengan variabel yang dibutuhkan;

Mencatat hasil pengujian berupa rpm pompa, tekanan hisap dan tekan, volume air yang dipindahkan, tegangan pompa, arus pompa dan variabel waktu.

2.4.3. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah dilakukan pengujian pada pompa untuk mencari nilai variabel terikat dengan mengubah variabel bebas selama pengujian. Pada proses pengujian, variabel-variabel tersebut dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang dimanipulasi/diganti oleh peneliti untuk mengetahui pengaruh terhadap variabel terikat, dalam hal ini variasi putaran merupakan variabel bebas yang digunakan.

2. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan nilai yang muncul akibat dari perubahan variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini dipengaruhi oleh perubahan RPM pompa yang meliputi :

- Tekanan pompa
- RPM
- Kapasitas pompa
- Tegangan dan Arus pompa.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah faktor lain yang harus dijaga tetap konstan agar tidak mempengaruhi hubungan variabel bebas dan variabel terikat selama pengujian. Variabel kontrol tersebut antara lain :

- Jenis fluida yang digunakan
- Waktu pengambilan sampel RPM
- Suhu fluida
- Tekanan atmosfer

2.4.4. Analisa dan Perhitungan

Analisa dan perhitungan data diperlukan untuk melihat hasil dalam proses pengujian pompa setelah dilakukan rekondisi menggunakan perhitungan analisa matematis yang meliputi :

- Analisa kapasitas pompa;
- Analisa head pompa;
- Analisa kecepatan fluida;
- Analisa daya pompa; dan
- Analisa efisiensi pompa.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1.Data Hasil Percobaan Pompa Roda Gigi

Setelah dilakukan pengujian untuk mengetahui hasil rekondisi, dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali percobaan dengan waktu pengambilan sampel selama 60 detik. Data pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Percobaan Pompa Roda Gigi

No	Variasi Putaran(%)	Rpm	Volume (l)	Pd (Psi)	Ps (Psi)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1.	60	478	9,96	1,8	0	222	0,9
2.	70	570	17,43	2,0	0	223	1,2
3.	80	685	22,91	2,2	0	222	1,4
4.	90	770	24,40	2,4	0	223	1,7
5.	100	769	25,40	2,6	0	222	1,6

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian

3.2.Data Hasil Perhitungan Pompa Roda Gigi

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan pompa roda gigi bahwa kapasitas pompa

terbesar pada variasi putaran 100% dengan nilai 25,40 LPM. Head tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai 1,986 m. Untuk daya hidrolik tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai 9,91 Watt, sedangkan untuk daya pompa tertinggi pada variasi putaran 90% dengan nilai 303,28 Watt. Untuk efisiensi tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai 2,9 %.

Tabel 2. Hasil Percobaan Pompa Roda Gigi

No	Variasi putaran	rpm	Q (m ³ /s)	Q (LPM)	H (m)	Ph (watt)	Pm (watt)	η (%)	Ket
1	60%	478	0,00017	9,96	1,495	2,49	160,560	1,6	
2	70%	570	0,00027	16,43	1,636	4,33	214,080	2,0	
3	80%	685	0,00038	22,91	1,777	6,62	248,640	2,7	
4	90%	770	0,00041	24,40	1,918	7,71	303,280	2,5	
5	100%	769	0,00042	25,40	1,986	8,17	284,160	2,9	

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian

3.3. Data Hasil Percobaan Pompa Turbin.

Percobaan pompa selanjutnya menggunakan pompa turbin dengan metode yang sama untuk menjaga variabel terikat dari percobaan. Pengambilan data sebanyak 5 kali percobaan dengan waktu pengambilan sampel selama 60 detik. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Percobaan Pompa Turbin

No	Variasi Putaran(%)	RPM	Volume (l)	Pd (Psi)	Ps (Psi)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
1.	60	929	17,43	1,1	0	222	1,1
2.	70	1108	24,40	1,4	0	223	1,3
3.	80	1314	29,38	1,8	0	223	1,5
4.	90	1511	33,37	2,2	0	223	1,6
5.	100	1987	34,36	2,5	0	223	1,7

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian

3.4. Data Hasil Perhitungan Pompa Turbin

Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan pompa roda gigi bahwa kapasitas pompa, head, daya hidrolik, daya pompa dan efisiensi pompa roda gigi terbesar pada variasi putaran 100% dengan nilai kapasitas sebesar 0,00057m³/s. Sedangkan untuk nilai head tertinggi 1,988 m. Untuk nilai daya

hidrolik dan daya pompa tertinggi pada nilai 11,11 Watt dan 303,28 Watt. Untuk efisiensi tertinggi dengan nilai 3,66 %

Tabel 4. Hasil Percobaan Pompa Turbin

No	Variasi putaran	rpm	Q (m ³ /s)	Q (LPM)	H (m)	Ph (watt)	Pm (watt)	η (%)	Ket
1	60%	929	0,00029	17,43	1,003	2,85	195,36	1,46	
2	70%	1108	0,00041	24,40	1,214	4,88	231,92	2,1	
3	80%	1314	0,00049	29,38	1,495	7,18	267,60	2,68	
4	90%	1511	0,00056	33,37	1,777	9,75	285,44	3,42	
5	100%	1987	0,00057	34,36	1,988	11,11	303,28	3,66	

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian

3.5. Data Hasil Percobaan Pompa Seri

Tabel 5 menunjukkan data hasil percobaan pompa selanjutnya menggabungkan pompa roda gigi (pompa 1) dan pompa turbin (pompa 2) dengan konfigurasi pompa seri. Pengambilan data sebanyak 5 kali percobaan dengan waktu pengambilan sampel selama 60 detik.

Tabel 5. Data Hasil Percobaan Pompa Seri

No	Variasi Putaran(%)	RPM		Volume (l)	Pd (Psi)	Ps (Psi)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
		Pompa 1	Pompa 2					
1.	60	495	959	12,45	2,4	0	222	1,9
2.	70	568	1112	18,92	2,6	0	223	2,3
3.	80	699	1308	23,90	2,8	0	222	3,0
4.	90	803	1489	25,90	3,4	0	219	3,2
5.	100	811	1562	25,90	4,2	0	219	3,3

3.6. Data Hasil Perhitungan Pompa Seri

Tabel 6 menunjukkan bahwa kapasitas pompa, head, daya hidrolik, daya pompa dan efisiensi pompa dihubung seri terbesar pada variasi putaran 100%, dengan nilai kapasitas terbesar 25,90l/s. Sedangkan untuk nilai head tertinggi 2,95 m. Untuk nilai daya hidrolik dan daya pompa tertinggi pada nilai 12,45 Watt dan 578,16 Watt. Untuk efisiensi tertinggi dengan nilai 2,15 %.

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Pompa Seri

No	Variasi putaran	rpm		Q (lpm)	H (m)	Ph (watt)	Pm (watt)	η (%)	Ket
		Pompa 1	Pompa 2						
1	60%	495	959	12,45	1,69	3,48	337,44	1,03	
2	70%	568	1112	18,92	1,83	5,74	410,32	1,4	
3	80%	699	1308	23,90	1,97	7,72	532,80	1,45	
4	90%	803	1489	25,90	2,39	10,08	560,64	1,8	
5	100%	811	1562	25,90	2,95	12,45	578,16	2,15	

3.7 Data Hasil Percobaan Pompa Paralel

Tabel 7 menunjukkan percobaan pompa selanjutnya menggabungkan pompa roda gigi (pompa 1) dan pompa turbin (pompa 2) dengan konfigurasi pompa paralel. Pengambilan data sebanyak 5 kali percobaan dengan waktu pengambilan sampel selama 60 detik.

Tabel 7. Data Hasil Percobaan Pompa Paralel

No	Variasi Putaran(%)	RPM		Volume (l)	Pd (Psi)	Ps (Psi)	Tegangan (Volt)	Arus (A)
		Pompa 1	Pompa 2					
1.	60	502	958	28,88	1,1	0,6	221	2,4
2.	70	587	1129	35,86	1,2	0,6	221	2,7
3.	80	670	1300	42,33	1,2	0,8	220	3,1
4.	90	805	1504	47,81	1,8	0,9	219	3,7
5.	100	838	1635	52,79	2,3	1,0	218	4,2

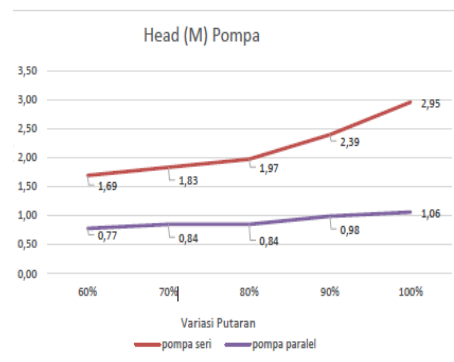
Sumber : Hasil Olah Data Penelitian

3.8 Data Hasil Perhitungan Pompa Paralel

Tabel 8 menunjukkan bahwa kapasitas pompa, head, daya hidrolik, daya pompa dan efisiensi pompa dihubung paralel terbesar pada variasi putaran 100%, dengan nilai kapasitas terbesar 0,00088 m³/s. Sedangkan untuk nilai head tertinggi 1,06 m. Untuk nilai daya hidrolik dan daya pompa tertinggi pada nilai 9,10 Watt dan 732,48 Watt. Untuk efisiensi tertinggi dengan nilai 1,24 %.

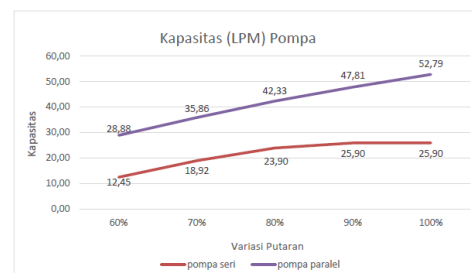
Tabel 8. Data Hasil Perhitungan Pompa Paralel

No	Variasi Putaran	RPM		Q (m ³ /s)	H (m)	Ph (watt)	Pm (watt)	η (%)
		Pompa 1	Pompa 2					
1	60%	502	958	0,00048	0,77	3,64	424,32	0,86
2	70%	587	1129	0,00060	0,84	4,96	477,36	1,04
3	80%	670	1300	0,00071	0,84	5,87	545,60	1,08
4	90%	805	1504	0,00080	0,98	7,72	648,24	1,19
5	100%	838	1635	0,00088	1,06	9,10	732,48	1,24



Gambar 3. Head Pompa
Sumber: Hasil Penelitian

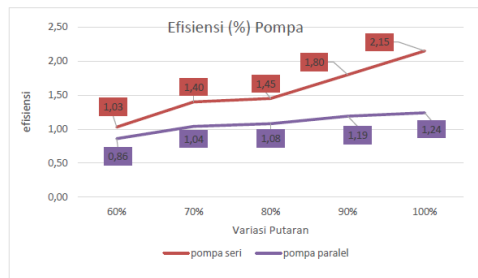
Gambar 3 menunjukkan grafik head pompa dihubung seri dan paralel terhadap variasi putaran. Head tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai 2,95 m.



Gambar 4. Kapasitas Pompa
Sumber: Hasil Penelitian

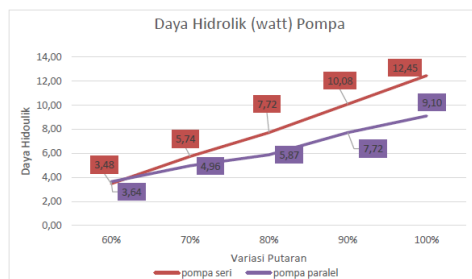
Gambar 4 menunjukkan grafik kapasitas pompa dihubung seri dan paralel terhadap variasi putaran. Dari gambar diatas, terlihat bahwa pompa dihubung paralel memiliki kapasitas paling tinggi pada semua variasi putaran. Kapasitas tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai 52,79 liter per menit. Sedangkan kapasitas pompa seri mengalami peningkatan hanya sampai variasi putaran 90%. Setelah variasi putaran 9%,

kapasitas pompa seri tidak mengalami peningkatan sama sekali.



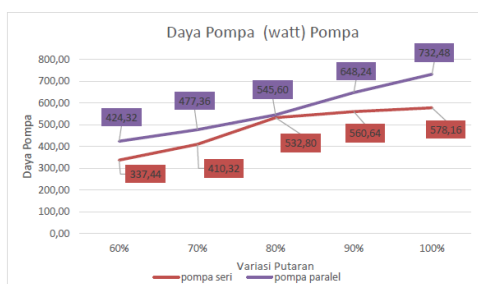
Gambar 5. Efisiensi Pompa

Gambar 5 merupakan grafik efisiensi pompa. Efisiensi pompa bervariasi pada setiap putaran. Pompa seri memiliki efisiensi tinggi pada putaran 100% dengan nilai 2,15%. Pada variasi putaran 100%, pompa paralel memiliki efisiensi sebesar 1,24%.



Gambar 6. Daya Hidrolik Pompa

Gambar 6 merupakan grafik daya hidrolik pompa seri dan paralel. Daya pompa menunjukkan kenaikan pada setiap putaran. Pompa seri memiliki daya hidrolik tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai 12,45 Watt. Sedangkan pada pompa paralel, memiliki daya hidrolik tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai 9,10 Watt.



Gambar 7. Daya Pompa

Gambar 7 merupakan grafik daya pompa seri dan paralel terhadap variasi putaran. Daya pompa seri tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai daya sebesar 578 Watt, dan pompa paralel sebesar 732,48 Watt pada variasi putaran 100%.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisis data terkait pompa roda gigi dan pompa turbin dihubung seri dan paralel, maka dapat diambil beberapa Kesimpulan yaitu:

1. Pada konfigurasi pompa dihubung seri, Head tertinggi pada variasi putaran 100% dengan nilai head sebesar 2,95 m. Sedangkan kapasitas pompa mengalami peningkatan kapasitas hingga variasi putaran 90% dengan nilai maksimal 25,9 l/s dan pada variasi putaran 100% tidak mengalami peningkatan kapasitas.
2. Head pada konfigurasi pompa dihubung paralel cenderung stabil dengan nilai tertinggi 1,06 m pada variasi putaran 100%. Sedangkan kapasitas pompa mengalami peningkatan dengan nilai tertinggi pada variasi putaran 100% sebesar 52,79 l/s.
3. Daya pompa dihubung seri dan paralel cenderung mengalami peningkatan pada setiap variasi putaran. Pada variasi putaran 100%, pompa seri memiliki daya hidrolik sebesar 12,45 Watt dan daya pompa sebesar 578,16 Watt. Sedangkan Pada Pompa dihubung paralel, memiliki daya hidrolik sebesar 9,10 Watt dan daya pompa 732,48 Watt. Efisiensi tertinggi pompa seri sebesar 2,15 % dan pompa paralel sebesar 1,24 %.

DAFTAR PUSTAKA

Nekrasov, B. (1965). *Hydraulics for Aeronautical Engineers*. Peace Publishers :Moskow.

Sugiri,M., Setiawan, V.A., “Analisa alat uji mekanika fluida pada laboratorium sebelum dan sesudah rekondisi alat ukur”, Jurnal terapan teknik mesin, Vol.4 hal 75-82. April, 2023.

Sularso, Tahara (2006), Pompa & Kompresor, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.

PERANCANGAN SISTEM *STOCK INVENTORY SPAREPART* *ENGINEERING PT. HAVI INDONESIA BERBASIS WEB*

Anindito Kusumo Birowo

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
anindito@itbu.ac.id

Abstrak

PT Havi Indonesia mempunyai divisi khusus yaitu *Facility Engineering* yang bertugas pemeliharaan semua infrastruktur pendukung seperti mobil pengiriman dan gudang penyimpanan. Pada pengolahan data stok sparepart di *Facility Engineering* PT Havi Indonesia masih menerapkan sistem secara manual dan belum menerapkan sistem terkomputerisasi, hal tersebut dapat memicu tidak optimalnya dalam pencarian data stok sparepart. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempermudah karyawan dalam melihat, mendata, dan menghitung jumlah stok sparepart secara efektif dan efisien. Penelitian dilakukan dengan mengamati sistem secara langsung sehingga diperoleh analisis kebutuhan sistem. Sebagai dasar dan acuan untuk membuat sistem inventory dilakukan studi pustaka kemudian membuat perancangan database sistem menggunakan DFD dan ERD. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dengan *framework CodeIgniter* dan MySQL sebagai database. Pertanyaan yang diajukan adalah sistem persediaan sparepart. Implementasi dari sistem inventory ini dibuat dengan menampilkan data halaman admin kemudian user sebagai pengguna meliputi karyawan.

Kata Kunci : *Facility Engineering, Sparepart, MySQL*

1) PENDAHULUAN

Sparepart merupakan sebuah barang yang berisikan berbagai komponen dalam suatu kesatuan dan memiliki fungsi tertentu. Sparepart banyak dipakai di berbagai jenis kendaraan, sehingga jenis-jenisnya juga sangat beragam. Sparepart pasti memiliki kegunaan tersendiri, tetapi ada yang sistem kerjanya saling berkaitan dengan sparepart lain Wuling.id, (2022, April 07).

PT Havi Indonesia sebagai perusahaan yang bergerak dibidang jasa pengiriman barang dengan mobilitas yang sangat tinggi, tentu memiliki pendukung dalam kebutuhan perusahaan agar dapat memenuhi standar dari customer. Salah satu pendukung adalah *Facility department (Engineering)* untuk membantu memelihara kondisi kendaraan pengiriman barang dan gudang penyimpanan barang. Karena, PT Havi Indonesia sangat mengedepankan kualitas barangnya sangat terjaga sehingga pemeliharaan kendaraan pengiriman dan gudang penyimpanan harus optimal.

Sebagai salah satu pendukung mobilitas perusahaan, *Facility department*

(*Engineering*) dituntut perusahaan untuk mengawasi dan memastikan kendaraan pengiriman barang atau gudang penyimpanan barang agar selalu dalam kondisi baik. Maka, *Facility department (Engineering)* membutuhkan suatu sistem untuk me-monitoring ketersediaan sparepart dan mencegah keterbatasan stok sparepart.

2) METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian diperlukan suatu metode penelitian sesuai dengan pokok permasalahan yang akan diteliti. Metode penelitian adalah cara berfikir dalam suatu perbuatan yang disiapkan dengan baik untuk mengadakan penelitian dan untuk mencapai suatu tujuan penelitian. Peneliti menggunakan pemodelan waterfall. Pada proses waterfall ditunjukkan metode pengembangan.

Mode Waterfall adalah metode kerja yang menekankan fase-fase yang berurutan dan sistematis. Disebut waterfall karena proses mengalir satu arah ke bawah seperti air terjun.

Metode waterfall ini harus dilakukan secara berurutan sesuai dengan tahap yang ada. Berikut merupakan Fase-fase dalam Metode Waterfall:

Setelah mengetahui apa itu metode Waterfall, tahapan metode waterfall sebagai berikut:

1) Requirement Gathering and Analysis

Tahapan metode Waterfall yang pertama adalah mempersiapkan dan menganalisa kebutuhan dari Software yang akan dikerjakan. Informasi dan Insight yang diperoleh dapat berupa dari hasil wawancara, survei, studi literatur, observasi, hingga diskusi.

2) Design

Tahap ini dilakukan sebelum melakukan coding. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran apa yang seharusnya dikerjakan dan bagaimana tampilannya. Tahap ini membantu dalam menspesifikasikan kebutuhan Hardware dan sistem serta mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan.

3) Implementasi

Dalam tahap ini dilakukan pemrograman. Pembuatan Software dipecah menjadi modul-modul kecil yang nantinya akan digabungkan dalam tahap berikutnya. Selain itu dalam tahap ini juga dilakukan pemeriksaan terhadap modul yang dibuat, apakah sudah memenuhi fungsi yang diinginkan atau belum.

4) Intergration and Testing

Di tahap ini dilakukan penggabungan modul-modul yang sudah dibuat dan dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah software yang dibuat telah sesuai dengan desainnya dan masih terdapat kesalahan atau tidak.

5) Verification

Di tahap ini, pengguna atau klien yang langsung melakukan

pengujian pada sistem, apakah sistem telah sesuai dengan yang disetujui atau belum sesuai.

6) Operation and Maintenance

Ini merupakan tahap terakhir dalam model waterfall. Software yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya (Muhammad Robith Adani, (2020, Desember 29).

Hasil penelitian ini ditekankan pada pemberian gambaran secara objektif tentang keadaan yang sebenarnya dari objek yang diteliti. Menggunakan pendekatan kualitatif juga karena data yang penulis kumpulkan adalah data dalam bentuk kata-kata, kalimat, maupun pencatatan dokumen.

2.2 Metode Penelitian

Karena penelitian ini dilakukan untuk menginterpretasikan dan menggambarkan suatu situasi agar ada perubahan atau intervensi sehingga tercipta suatu sistem yang lebih baik, maka penulis menggunakan metode tindakan (Action Research). Dimana metode ini bertujuan untuk mencari data yang lebih efektif yang menghasilkan suatu perubahan yang disengaja. Metode ini juga digunakan untuk menguji, mengembangkan, menemukan dan menciptakan tindakan baru. Sehingga, tindakan tersebut kalau diterapkan dalam pekerjaan maka, proses pelaksanaan kerja akan lebih mudah, lebih cepat, hasilnya lebih banyak dan berkualitas.

2.2.1 Metode Pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti untuk mendapatkan data-data serta informasi untuk mendukung penyempurnaan hasil dari penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian Kepustakaan (Library Research), pengumpulan data dan informasi secara online dari kutipan-kutipan, buku-buku, referensi, situs-situs internet, serta hasil laporan dan bahan lainnya yang berhubungan dengan penelitian, serta informasi yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Dari bahan-bahan tersebut diambil teori-teori yang dapat dijadikan landasan untuk lebih meningkatkan pemahaman terhadap aspek-aspek teori yang mendukung pembuatan sistem informasi stock inventory sparepart engineering di PT Havi Indonesia.
2. Penelitian Lapangan (Field Research), Metode ini dilakukan peneliti secara langsung untuk menumpulkan data-data yang berhubungan dengan perancangan sistem stock inventory sparepart engineering di PT Havi Indonesia khususnya facility engineering departemnt sehingga mendapatkan data dan informasi yang dibutuhkan peneliti.
3. Analisis Sistem (System Analysis), Untuk tahap analisis sistem maka dilakukan identifikasi masalah pada sistem yang sedang terjadi. Dengan demikian, diharapkan peneliti dapat menemukan kendala-kendala dan permasalahan yang terjadi pada proses inventory di facility engineering departement PT Havi Indonesia sehingga,

peneliti dapat mencari solusi dari permasalahan tersebut.

4. Pengembangan sistem proses pengembangan sistem melewati beberapa tahapan dari mulai sistem itu direncanakan sampai dengan sistem itu diterapkan, dioperasikan dan dipelihara. Adapun metode pengembangan sistem yang penulis gunakan adalah menggunakan model Waterfall (air terjun).

2.3 Metode Analisis Data

Penelitian dilakukan di facility engineering departement PT Havi Indonesia. Waktu perancangan sampai pembuatan website berlangsung dari bulan april sampai dengan bulan juli 2024.

3) HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Aplikasi

3.1.1. Proses Bisnis Sistem Berjalan

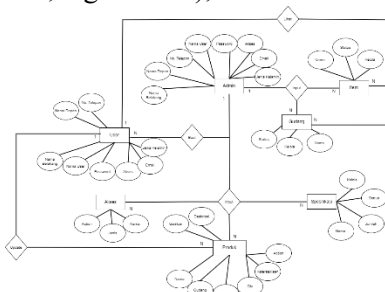
- 1) Proses pemesanan sparepart
Bagian administrasi mencatat sparepart yang ada di stok untuk mengetahui ketersediaan stok sparepart yang akan dipesan ke bagian procrutment.
- 2) Proses penerimaan sparepart
Admin atau pegawai akan menerima sparepart yang sudah dipesan dari bagian procrutment. Setelah itu, admin atau pegawai akan melakukan pengecekan apakah sparepart yang datang sudah sesuai atau tidak dengan apa yang dipesan, jika sudah sesuai dengan apa yang dipesan maka admin atau pegawai akan mendata dan memasukan sparepart tersebut ke dalam stok yang sudah ada.
- 3) Proses pengeluaran sparepart

Permintaan sparepart keluar akan dilakukan jika bagian transport atau bagian gudang membuat working order (WO), dan pegawai engineering akan melakukan pengecekan terlebih dahulu untuk mengetahui apakah permintaan tersebut perlu dilakukan penggantian sparepart atau hanya dilakukan perbaikan.

- 4) Proses pembuatan laporan
Admin membuat laporan data pemesanan sparepart, penerimaan sparepart, pengeluaran sparepart, setiap bulannya yang diserahkan kepada supervisor.

3.1.2 Rancangan Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) atau diagram entitas adalah sebuah diagram yang digunakan untuk perancangan suatu database dan menunjukkan relasi atau hubungan antara objek atau entitas beserta atribut-atributnya secara detail. Dengan menggunakan ERD, sistem database yang sedang dibentuk dapat digambarkan dengan lebih terstruktur dan terlihat rapi. (Rony Setiawan, (2021, Agustus 25),



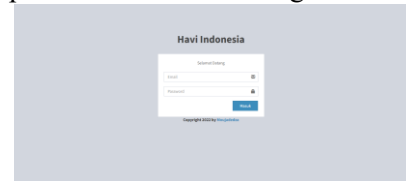
Gambar 1 Rancangan Entity Relationship Diagram (ERD)

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2 Hasil Implementasi Antar Muka Web

Implementasi antar muka web merupakan hasil dari perancangan layar, dimana hasil implementasi dari perancangan antarmuka tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

1) Implementasi Halaman Login



Gambar 2 Implementasi Halaman Login

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

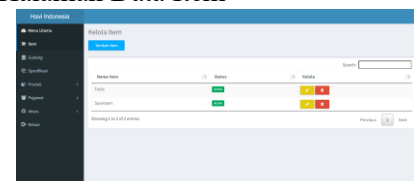
2) Implementasi Halaman Menu Utama



Gambar 3 Implementasi Halaman Menu Utama

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

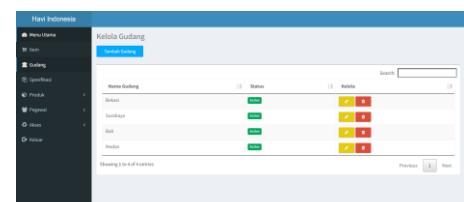
3) Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Data Item



Gambar 4 Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Data Item

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

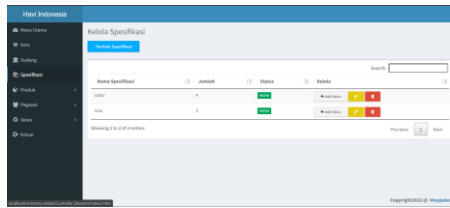
4) Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Data Gudang



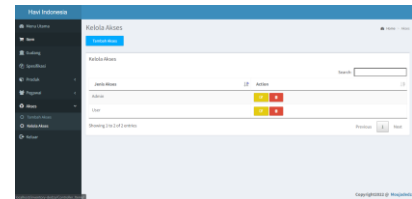
Gambar 5 Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Data Gudang

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

5) Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Data Spesifikasi

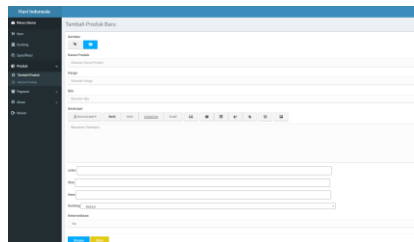


Gambar 6 Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Data Spesifikasi
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



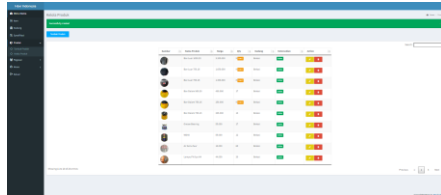
Gambar 10 Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Kelola Akses
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

6) Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Tambah Produk



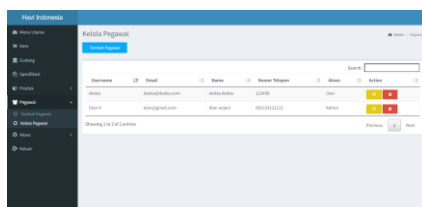
Gambar 7 Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Tambah Produk
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

7) Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Kelola Produk



Gambar 8 Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Kelola Produk
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

8) Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Kelola Pegawai



Gambar 9 Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Kelola Pegawai
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

9) Implementasi Halaman Antara Muka Halaman Kelola Akses

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis, dapat diambil beberapa kesimpulan pada perancangan sistem inventory stok sparepart engineering PT Havi Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Sebelum adanya web stock inventory sparepart. Sistem yang digunakan pada facility engineering PT Havi Indonesia masih menggunakan manual dan belum terkomputerisasi. Data dimasukan satu persatu dalam formulir stock card dan disimpan setelah sparepart diterima dari bagian procurement. Dalam proses pendataan dan penyimpanannya seringkali terlewat dan hilang. Karena, stock card tercecer dan tidak terkontrol dengan baik. Dengan adanya sistem stock inventory berbasis web ini untuk mempermudah pencarian data stock inventory sparepart Engineering di PT Havi Indonesia menjadi lebih efektif dalam pencarian data stock sparepart yang disimpan.
2. Sistem yang dirancang dan dibuat berbasis web menggunakan CodeIgniter dan database mysql, sistem dapat berjalan menggunakan laptop atau PC. Web stock inventory sparepart memberikan solusi peningkatan kemudahan dan kecepatan bagi facility engineering dalam menemukan data yang dapat dikatakan valid antara jumlah aktual stock yang ada dengan data stock pada web stock inventory sparepart.
3. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan blackbox testing menunjukkan bahwa seluruh skenario yang dilakukan mendapatkan hasil sesuai harapan sehingga sistem ini dapat

diterapkan dalam membantu mendata stock sparepart di Facility department Engineering PT Havi Indonesia. Pengujian ini menggunakan pengujian alpha yang dilakukan oleh teman dan karyawan PT Havi Indonesia untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan benar sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang diharapkan. Hasil dari rancangan stock inventory berbasis web dapat membuat hak akses bagi pengguna sehingga hanya pengguna yang telah terdata dalam database saja yang dapat masuk ke dalam sistem dan sistem ini memudahkan pengaksesannya karena berbasis web dan bisa diakses dari mana saja dan kapan saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Muhammad Robith Adani, (2020, Desember 29), "Tahapan Pengembangan Perangkat Lunak dengan Metode Waterfall". [online].<https://www.sekawanmedia.co.id/blog/metode-waterfall>
- Rony Setiawan, (2021, Agustus 25), "Memahami ERD, Model Data, dan Komponennya".[Online].<https://www.dicoding.com/blog/memahami-erd/>
- Wuling.id, (2022, April 07), "Sparepart Mobil: Artinya, Jenis, Manfaat service, dan Bagian Wajib Ganti". [Online]. <https://wuling.id/id/blog/autotips/sparepart-mobil-jenis-manfaat-service-dan-bagian-yang-wajib-diganti/>

ANALISIS DAN RANCANG BANGUN APLIKASI *POINT OF SALE* PADA TOKO HARLY BERBASIS *WEBSITE*

Bagus Prabowo

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
bagus@itbu.ac.id*

Abstrak

Toko Harly merupakan toko yang bergerak dibidang penjualan barang seperti pakaian wanita, pria, anak-anak dan lain sebagainya. Berlokasi di jalan Irigasi No 10, Balai Rakyat, Jakarta Timur. Saat ini, Toko Harly masih menggunakan cara konvensional dalam menjalankan bisnisnya. Seringkali, terjadi ketidak sesuaian antara laporan transaksi penjualan dan pencatatan buku dengan jumlah barang yang seharusnya tercatat. Pemilik toko mengalami kerepotan ketika toko ramai, Karena hanya dicatat pada sebuah nota tulis, menimbulkan risiko atau kemungkinan terjadi kesalahan pencatatan. Pendataan menggunakan nota tulis lebih memakan banyak waktu sehingga laporan transaksi penjualan tidak efisien. Selain itu, perhitungan data pembayaran yang mengandalkan kalkulator tanpa dukungan komputer seringkali menghasilkan perhitungan yang kurang akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun suatu aplikasi Point Of Sale yang dapat membantu dalam proses penjualan. Aplikasi ini dirancang dengan menggunakan metode waterfall. Meliputi beberapa tahapan yaitu, analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian dan pemeliharaan. Pada tahap analisis, kebutuhan data dikumpulkan melalui observasi dan wawancara untuk memahami kebutuhan pengguna. Dari analisis kebutuhan tersebut berhasil dibuat rancangan arsitektur, desain antarmuka dan MySQL sebagai database. Implementasi dilakukan dengan menulis code pada Visual Studio Code dengan bahasa pemrograman PHP. Sistem diuji secara menyeluruh menggunakan teknik black-box testing untuk memastikan aplikasi berjalan sesuai harapan dan tidak terdapat bug atau error. Dengan dihasilkannya aplikasi Point Of Sale ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional bisnis, meningkatkan akurasi transaksi, dan menyediakan informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan.

Kata Kunci : Toko Harly, Point Of Sale, Penjualan, Waterfall

1) PENDAHULUAN

Di zaman yang modern ini, perkembangan teknologi selalu menunjukkan kemajuan yang sangat pesat. Perkembangan teknologi, salah satunya terjadi di bidang teknologi komputer dan jejaring internet. Teknologi komputer dan jejaring internet baik secara sadar maupun tanpa disadari, sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari. Penjualan yang masih dilakukan secara manual menjadi permasalahan tersendiri bagi usaha kecil, maupun menengah. Hal ini dinilai kurang akurat karena transaksi yang digunakan masih menggunakan cara yang kurang efektif dan efisien. Seiring berkembangnya teknologi, juga sangat berdampak dalam bidang ekonomi dan bisnis. Bisnis yang semula dilakukan dengan cara-cara konvensional dapat berubah dengan perkembangan teknologi informasi. Perkembangan teknologi informasi dan komputer yang semakin

pesat saat ini telah banyak digunakan di segala bidang, terutama untuk mendukung proses bisnis yang terjadi di perusahaan. Dengan didukung oleh teknologi informasi dan komputer, pencatatan transaksi bisnis yang dahulu dilakukan secara manual, yang menggunakan buku dan kertas telah diganti dengan pencatatan menggunakan media komputer (Rahmawati, 2015).

Toko Harly merupakan sebuah toko yang bergerak dibidang penjualan beragam barang untuk memenuhi berbagai kebutuhan seperti perlengkapan sholat, pakaian wanita, pria, anak-anak, perlengkapan bayi, peralatan rumah tangga, barang pecah belah, perlengkapan listrik dan lain sebagainya. Toko Harly berlokasi di Jalan Irigasi No 10, Balai Rakyat, Jakarta Timur. Jika melihat perkembangan yang ada saat ini, transaksi pembelian di Toko Harly semakin meningkat. Sistem penjualannya

dilakukan secara tunai dengan harga yang sudah ditetapkan. Penjual mencatat setiap transaksi pembelian seperti jumlah setiap item barang, harga dan total pembayaran di dalam nota tulis. Selanjutnya pembeli membayar total pembayaran yang tertera dalam nota tulis yang ada, dan barang dapat dibawa. Saat ini, Toko Harly masih menggunakan cara konvensional dalam menjalankan bisnisnya. Melakukan proses transaksi manual dan interaksi langsung antara penjual dan pembeli di toko. Setiap hari, pemilik toko mencatat transaksi penjualan pada sebuah nota tulis. Pencatatan transaksi masih dilakukan secara manual. Seringkali, terjadi ketidaksesuaian antara laporan transaksi penjualan dan pencatatan buku dengan jumlah barang yang seharusnya tercatat. Pemilik toko mengalami kerepotan jika menggunakan transaksi manual ketika toko sedang ramai. Pelayanan belum maksimal atau kurang efisien, sehingga pembeli harus menunggu. Karena hanya dicatat pada sebuah nota tulis, sehingga hal ini dapat menimbulkan risiko atau kemungkinan terjadi kesalahan pencatatan. Pendataan menggunakan nota tulis akan lebih memakan banyak waktu sehingga laporan transaksi penjualan tidak efisien. Selain itu, perhitungan data pembayaran yang mengandalkan kalkulator tanpa dukungan komputer seringkali menghasilkan perhitungan yang kurang akurat. Dalam sisi kalkulator karena penurunan kinerja tombol atau masalah teknis lainnya. Sedangkan dari sisi kasir sering terjadi kesalahan input atau hasil pemahaman atas suatu informasi terhadap instruksi yang diberikan.

Pada umumnya Point Of Sale digunakan pada perusahaan retail, super market atau mini market, restaurant, hotel atau usaha lainnya. Point Of sale atau biasa yang disebut sebagai sistem kasir, merupakan sebuah program khusus yang digunakan untuk membantu pengelola bisnis atau pemilik usaha. Dalam hal ini Point Of Sale untuk mempermudah bertransaksi dengan pelanggan, mendata

persediaan barang, mengetahui laporan penjualan dan profit yang bisa diatur baik per hari, dan perbulan. Manfaat dari Point Of Sale meliputi keamanan bertransaksi dan manajemen persediaan barang. Laporan transaksi yang cepat memudahkan pengontrolan dan analisis hasil penjualan serta pengambilan keputusan jika sewaktu-waktu dibutuhkan.

Aplikasi Point Of Sale ini diharapkan dapat mempermudah pemilik toko untuk menyimpan data transaksi dan membuat laporan. Aplikasi ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP, database MySQL untuk menyimpan datanya.

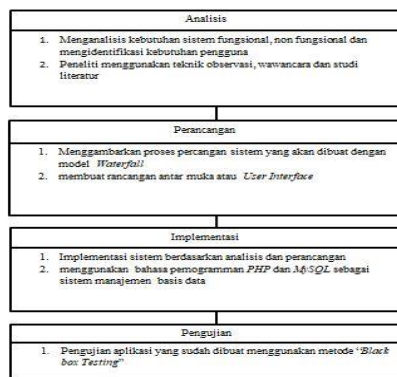
2) METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian yang digunakan pada skripsi ini adalah penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif merupakan penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Proses dan makna yang dimaksudkan perspektif subjek lebih ditonjolkan dalam penelitian kualitatif. Landasan teori dimanfaatkan sebagai pemandu agar fokus penelitian sesuai dengan fakta di lapangan. Selain itu landasan teori juga bermanfaat untuk memberikan gambaran umum tentang latar penelitian dan sebagai bahan pembahasan hasil penelitian. Seperti lazimnya perolehan data dalam penelitian kualitatif, data studi kasus diperoleh dari beberapa teknik, seperti wawancara, observasi, dan dokumentasi. Pada penelitian ini lokasi penelitian dilakukan di Toko Harly.

2.2. Kerangka Penelitian

Adapun penelitian ini dibangun berdasarkan kerangka pemikiran sebagai berikut:



Gambar 1 Kerangka Pemikiran
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Pada gambar 1 Kerangka Pemikiran maka dapat dijabarkan sebagai berikut:

1) Analisis

Berikut ini sub bab Analisis sebagai berikut:

- Melakukan pengamatan atau observasi, wawancara dan studi literatur kepada pihak pengguna.
- Menganalisis kebutuhan-kebutuhan sistem fungsional, non fungsional dan mengidentifikasi kebutuhan pengguna.

2) Perancangan

Berikut ini sub bab Perancangan sebagai berikut:

- Mengambarkan proses perancangan sistem yang akan dibuat menggunakan metode *Waterfall*. *Activity Diagram*, yaitu diagram alur proses kerja yang menggambarkan berbagai aktivitas dari user, sistem atau masyarakat yang melakukan setiap aktivitas.
- Merancang *User Interface* tempat dimana sistem informasi menangkap *Input* dan menghasilkan *Output*, serta terjadinya *Input* dan *Output* antara sistem dan lingkungannya.

3) Implementasi

Berikut ini sub bab Implementasi sebagai berikut:

- Implementasi sistem berdasarkan Analisis dan Perancangan
- Menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan *MySQL* sebagai sistem manajemen basis data

4) Pengujian

Pengujian sistem yang sudah dibuat menggunakan metode "*Black Box Testing*"

2.3. Metode Penelitian

Pada sub-bab Metode Penelitian ini penulis sebutkan menjadi 3 (tiga) sub-bab, sebagai berikut:

1. Metode Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan penelitian ini diperlukan data dan informasi terkait yang nantinya akan digunakan sebagai bahan rujukan untuk pengembangan sistem yang ada serta mendukung keabsahan pada laporan skripsi. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan wawancara. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati secara langsung lokasi di Jalan Irigasi No 10, Balai Rakyat, Jakarta Timur. kegiatan transaksi penjualan dan sistem yang masih menggunakan nota penjualan sebagai data-data ke dalam sebuah buku. untuk kemudian pembuatan laporan dengan menggunakan program *Microsoft Office Excel*. Tujuan dari observasi adalah untuk mendapatkan gambaran mengenai proses bisnis, alur kerja, dan kendala yang dihadapi oleh Toko Harly tentang sistem yang saat ini berjalan di Toko Harly dan mencari kekurangan yang mungkin ada dalam sistem tersebut.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mengajukan berbagai pertanyaan kepada pihak terkait, yang berhubungan dengan kegiatan pembuatan aplikasi. Tujuan dari wawancara adalah untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan, masalah, harapan, dan preferensi atau kecenderungan individu terhadap suatu hal dengan sistem. Penulis menggunakan beberapa pertanyaan pokok yang telah disiapkan sebelumnya, namun juga memberikan tanggapan atau pendapat lainnya. Penulis mendokumentasikan hasil wawancara untuk kemudian dianalisis. Penulis melakukan wawancara dengan Ibu Nelva Helmi.

2.4. Model Metode Penelitian

Pada sub-bab Model Metode Penelitian ini penulis sebutkan menjadi 2 (dua) sub-bab, sebagai berikut:

1) Metode Pengembangan Sistem

Untuk pengembangan sistem penelitian ini menggunakan model Software Development Life Cycle (SDLC). SDLC juga merupakan pola yang diambil untuk mengembangkan sistem perangkat lunak, yang terdiri dari tahap-tahap: rencana atau planning, analisis atau analysis, desain atau design, implementasi atau implementation, pengujian atau testing dan pengelolaan atau maintenance.

Model SDLC yang dipakai dalam penelitian ini adalah model Waterfall. Waterfall Model atau Classic Life Cycle (CLC) merupakan model yang paling banyak dipakai dalam Software Engineering (SE).

2) Tahapan Model Waterfall

Berikut ini sub bab Tahapan Metode Waterfall sebagai berikut:

1) Requirements Analysis

Pada tahap ini ini dilakukan analisa untuk mengetahui kebutuhan yang dibutuhkan, yaitu kebutuhan data dan kebutuhan pengguna.

3) System Design

Proses desain mengubah kebutuhan-kebutuhan menjadi bentuk karakteristik yang dimengerti oleh perangkat lunak sebelum dimulai penulisan program. Desain ini harus didokumentasikan dengan baik dan menjadi bagian konfigurasi perangkat lunak. Pada Tahap ini adalah cara membuat suatu rangkaian kerja sistem dalam bentuk gambar/grafik. Hal ini bertujuan agar kerangka kerja suatu sistem atau aplikasi yang akan dibangun lebih jelas. Dalam Analisis dan Rancang Bangun Aplikasi Point Of Sale Berbasis Website pada Toko Harly menggunakan Unified Modeling Language (UML) sebagai salah satu aplikasi untuk mendukung dalam perancangan sistem. Alur program dibuat agar pada saat penulisan program atau coding tidak terjadi kesalahan pembuatannya, khususnya dalam proses manipulasi data yang dilakukan dalam sistem, bagaimana alur program itu akan berjalan, dan membatasi hak akses bagi user.

4) Implementation

Tahap ini merupakan sebuah desain yang telah dirancang kedalam penulisan kode program atau coding untuk diproses menjadi sebuah sistem. Penulisan kode program untuk sistem ini menggunakan bahasa pemrograman PHP. Dalam sistem ini diperlukan sebuah perangkat pendukung berupa Xampp yang digunakan sebagai server bahasa pemrograman PHP, selain itu

sistem ini juga menggunakan MySQL sebagai database, dan Visual Studio Code untuk menulis kode program yang akan dikembangkan menjadi sebuah sistem.

5) Testing

Setelah kode program selesai dibuat, dan program dapat berjalan, maka testing atau verivication dapat dimulai. Testing difokuskan pada logika internal dari perangkat lunak. Sesuatu yang dibuat harus di uji coba agar program yang telah dibuat tidak terjadi error dan hasilnya harus sesuai dengan kebutuhan yang telah didefinisikan. Dalam tahap ini akan dilakukan uji coba program untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat sesuai dengan tujuan awal dari pembuatan program. Pada pengujian aplikasi menggunakan Black Box.

6) Maintenance

Pada tahap akhir ini, aplikasi telah selesai dibuat akan diserahkan kepada pemilik toko untuk digunakan. Selanjutnya yang akan dibutuhkan terkait perawatan aplikasi ini adalah update dan perbaikan jika terjadi kendala pada saat aplikasi telah digunakan oleh pemilik toko.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Pada pembahasan ini berisikan Unified Modelling Language (UML), rancangan tampilan aplikasi, tampilan aplikasi, basis data, dan testing aplikasi. Pada penelitian ini juga menggunakan UML sebagai perancangan sistem yaitu use case diagram, activity diagram, sequence diagram, class diagram untuk pemaparannya sebagai berikut:

1) Use Case Diagram



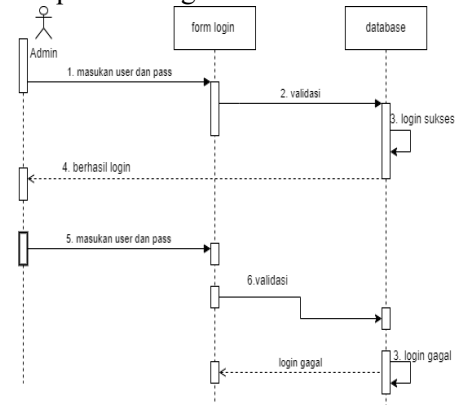
Gambar 2 Use Case Diagram

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Use case diagram adalah satu dari berbagai jenis diagram Unified Modelling Language (UML) yang menggambarkan hubungan interaksi antara sistem dan aktor. Use Case dapat mendeskripsikan tipe-tipe interaksi. Tugas aktor dan hubungan dengan sistem adalah sebagai berikut:

1. Admin yaitu orang yang dapat mengakses sistem dengan login. Admin dapat mengelola data barang, proses transaksi dan laporan penjualan.

2) Sequence Diagram



Gambar 3 Sequence Diagram Login Admin

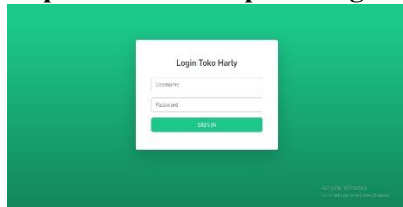
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada sequence diagram login Admin dimulai dari admin mengakses halaman website. Kemudian system memunculkan form login yang akan di isi username dan password oleh admin. Data yang dikirim oleh admin akan masuk ke database dan akan di validasi. Jika username atau password salah satunya salah, maka system akan mengembalikan ke

admin berupa pop up dengan tulisan login gagal. Tetapi jika data yang di input oleh admin benar maka akan langsung masuk ke halaman dashboard.

3.2 Implementasi Tampilan Aplikasi

1. Implementasi Tampilan Login

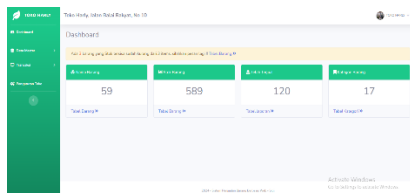


Gambar 4 Tampilan Login

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Merupakan halaman login yang digunakan untuk mengakses aplikasi point of sale dengan mengisi username dan password yang benar. Apabila pengguna salah memasukan username dan password maka pengguna akan mendapatkan pesan konfirmasi login gagal. Dalam hal ini pengguna harus mengisi kembali username dan password dengan benar.

2. Implementasi Tampilan Dashboard

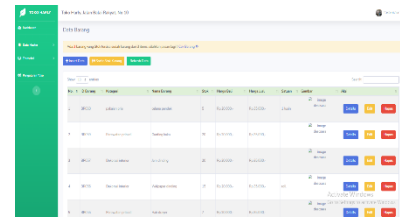


Gambar 5 Tampilan Dashboard

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Merupakan tampilan dashboard setelah login, di halaman ini menampilkan informasi berupa jumlah stok barang, jumlah daftar barang, telah terjual dan kategori barang.

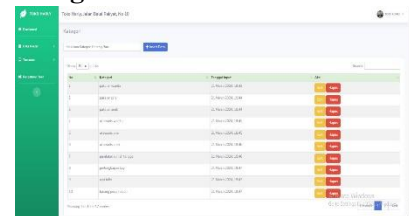
3. Implementasi Tampilan Data Barang



Gambar 6 Tampilan Halaman Data Barang

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Merupakan halaman barang yang digunakan untuk menambahkan, mensortir stok kurang, melihat detail barang, mengubah dan menghapus barang.

4. Implementasi Tampilan Kategori



Gambar 7 Tampilan Halaman Data Kategori

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Merupakan tampilan halaman kategori yang dapat pengguna gunakan untuk menambahkan, mengubah dan menghapus nama kategori.

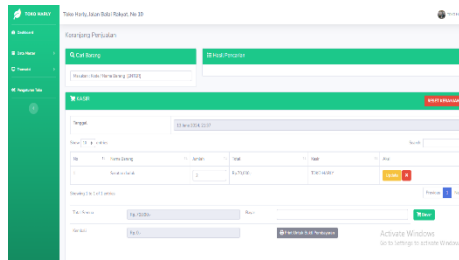
5. Implementasi Tampilan Data Satuan



Gambar 8 Tampilan Halaman Satuan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Merupakan tampilan halaman satuan yang dapat pengguna gunakan untuk menambahkan, mengubah, dan menghapus satuan.

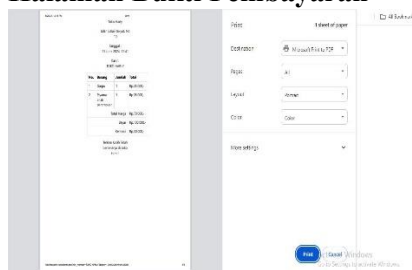
6. Implementasi Tampilan Transaksi Penjualan



Gambar 9 Tampilan Halaman Transaksi

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Merupakan halaman transaksi yang digunakan pengguna untuk melakukan transaksi penjualan. Pada halaman ini pengguna perlu untuk menginput nama barang pada kolom pencarian barang, dan menginput jumlah pada kolom tabel transaksi penjualan.

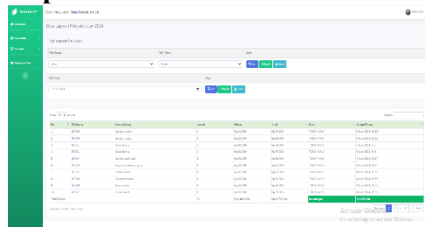
7. Implementasi Tampilan Halaman Bukti Pembayaran



Gambar 10 Tampilan Halaman Bukti Pembayaran

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Merupakan tampilan halaman bukti pembayaran. Pada halaman ini pengguna dapat mencetak bukti pembayaran.

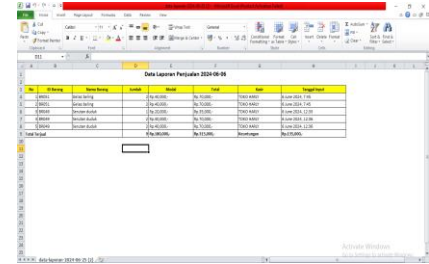
8. Implementasi Tampilan Laporan



Gambar 11 Tampilan Halaman Laporan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Merupakan tampilan halaman laporan dimana pengguna dapat mencari laporan berdasarkan

periode tertentu dan melihat detail penjualan



Gambar 12 Tampilan Ekspor Laporan Ke Excel

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Merupakan tampilan ekspor file ke dalam Excel.

4 KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa tahap Analisa, perancangan dan implementasi maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun aplikasi Point Of Sale yang dapat membantu proses penjualan. Perlu melakukan analisis kebutuhan pengguna, mendesain sistem, memilih teknologi yang sesuai, melakukan pengujian fungsional dan pengguna, serta memastikan pemeliharaan dan pembaharuan berkala.
2. Setelah menggunakan sistem yang baru yaitu menggunakan aplikasi Point Of Sale Pada toko Harly, aplikasi secara keseluruhan meningkatkan sistem pelayanan transaksi dengan membuatnya lebih cepat, efisien, aman, dan mudah diakses.
3. Membuat database untuk menyimpan data agar lebih mudah dalam pengelolaan data dan mengurangi risiko kehilangan.

DAFTAR PUSTAKA

- K. Chandra, "Rancang Bangun Sistem Informasi Point of Sales Berbasis Website Pada Distributor Kain Hoggy Jaya," Sist. Inf., Vol. 1, no. 3, pp. 192-200.
- Muhajir Arman and Rahmat Maberur, "Perancangan Aplikasi Point Of Sales Pada Toko Cahaya Purnama Soppeng,"

J. Ilm. Sist. Inf. dan Tek. Inform., vol. 5,
no.1, pp. 43-50, 2022.

Rahmawati, M. (2015). Peran Aplikasi
Komputer Berbasis Akuntansi untuk
Badan Usaha Dalam Perspektif Sistem
Informasi, XIII(2),172–183.

PENGEMBANGAN PENATAAN KAWASAN RAGUNAN BUSINESS PARK

Medina Suci Handayani

*Program Studi Teknik Arsitektur, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta
Medina.suci.handayani@gmail.com*

Abstrak

Taman Margasatwa Ragunan yang dimiliki oleh Pemprov DKI Jakarta yang berlokasi di Jl. Harsono RM yang berlokasi di Jakarta Selatan merupakan sebuah perencanaan lama yang masih belum terwujud sampai sekarang, Kawasan Ragunan yang dikenal luas oleh masyarakat sebagai area kebun Binatang yang merupakan pindahan dari kebun Binatang Cikini milik Raden Saleh di masa lalu, memiliki luas yang dapat dikatakan cukup luas sekali dan dapat diolah sehingga lebih menghasilkan dan menjadikan sebuah sumber pemasukan yang lebih menjanjikan untuk Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.

Kata kunci : Pengembangan, penataan , ragunan

1. PENDAHULUAN

Bermula dari masih banyaknya ruang yang tersisa dari kebun Binatang Ragunan di Jakarta Selatan sehingga membuat team di Pemerintah Provinsi DKI Jakarta memiliki inisiatif untuk mengembangkan sebuah bangunan atau area Mixed Use yang lebih memberikan pemasukan yang menjanjikan.



Gambar 1 : Desain Ragunan Eco Biz Park
(Sumber : arsip pemprov DKI Jakarta)

Ragunan Eco Biz Park merupakan taman margasatwa sekaligus pusat bisnis yang di dirikan diatas lahan seluas kurang lebih 11 Hektar yang berada tepat ditengah jantung Kota Jakarta Selatan.

2. METODOLOGI TINJAUAN KEBIJAKAN DAN KAJIAN TEORI

METODOLOGI DAN KAJIAN MUATAN MENURUT KLHS

Tahap pengkajian dilaksanakan dengan metode penelitian terhadap lingkungan sekitar dan juga data-data yang di dapat dari

kecamatan setempat Kapasitas daya dukung dan daya tampung Lingkungan Hidup untuk pembangunan;

1. Perkiraan dampak dan risiko Lingkungan Hidup;
2. Kinerja layanan atau jasa ekosistem;
3. Efisiensi pemanfaatan sumber daya alam;
4. Tingkat kerentanan dan kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim;
5. Tingkat ketahanan dan potensi keanekaragaman hayati

IDENTIFIKASI MATERI KRP DENGAN 7 KRITERIA

1. Perubahan Iklim
2. Kerusakan, kemerosotan dan kepunahan Biodiversity
3. Peningkatan Intensitas dan cakupan wilayah banjir, longsor, kekeringan dan atau kebakaran hutan dan lahan.
4. Penurunan Mutu dan kelimpahan SDA.
5. Peningkatan alih fungsi Kawasan hutan dan atau lahan.
6. Peningkatan jumlah penduduk miskin atau terancamnya keberlanjutan kehidupan sekelompok Masyarakat.
7. Peningkatan resiko terhadap Kesehatan dan keselamatan manusia

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan direncanakan Pembangunan Ragunan Business Park, di harapkan agar perekonomian dan juga pergerakan laju industry didaerah tersebut dapat melejit dan menggerakkan roda ekonomi dan pemasukan bagi instansi terkait.

Hal ini menimbulkan dampak terhadap struktur dan dinamika aktivitas perikanan kedua kelompok tersebut. Untuk memahami dampak yang terjadi, dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu pendekatan ekologi dan ekonomi politik. Kedua pendekatan tersebut satu sama lain saling melengkapi.

Dan juga hal ini tak luput dari desain urban dan perencanaan pengembangan perkotaan modern dengan berbagai fasilitasnya.

Rekomendasi Isu Sosial Untuk pencapaian hasil tersebut (intended result) diperlukan :

- 1) Restrukturisasi pemukiman informal menjadi modern dan sehat;
- 2) Penyediaan akses pekerjaan dan peluang untuk mobilitas horizontal/sosial bagi penduduk yang di relokasi;

Untuk mencapai dua hal diatas, diperlukan :

- 1) Pemecahan persoalan kepemilikan lahan;
- 2) Merencanakan desain pemukiman dan sosialisasi secara intensif;
- 3) Legalitas tanah dan kepadatan penduduk sekitar.
- 4) Upaya legalisasi lahan, jika masih ada tanah girik atau tanah yang belum memiliki sertifikat harus di usut tuntas.

Isu Kepadatan Penduduk dan Pendirian Lahan diatas Kebun Binatang

Dengan diadakannya Pembangunan Ragunan Business Park ini dapat menimbulkan polemic bagi Masyarakat sekitar, khusus nya urusan ekologi, karena di Kawasan tersebut ialah kebun Binatang sehingga air resapan dan suasana yang sudah tercipta selama puluhan tahun dapat terganggu, hal ini membutuhkan kejelian arsitek kota dan Urban Designer untuk menata Kawasan

tersebut agar tidak mengganggu ekosistem yang sudah tercipta.

Ragunan Business Park yang sudah direncanakan sedemikian rupa memiliki fasilitas menarik, selain Gedung perkantoran High Rise juga ada lapangan yang dapat dinikmati oleh Masyarakat Kota Jakarta untuk melakukan berbagai aktifitas contohnya : Olahraga, Konser, Hobby dan lain sebagainya.

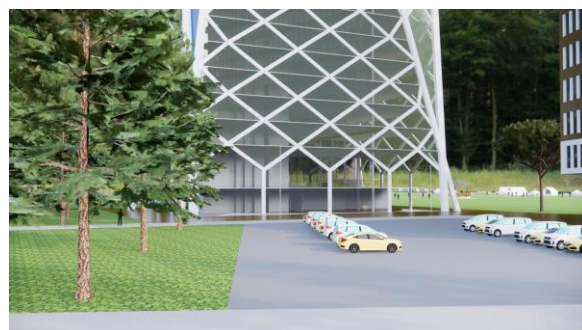


Gambar 2 : Desain Ruang Terbuka Ragunan Eco Biz Park
(Sumber : Arsip Pemprov DKI Jakarta)

4. KESIMPULAN

Rekomendasi Unsur Kegiatan yang ramah lingkungan di Ragunan dan tidak merusak Ekosistem.

Ragunan Eco Bizz Park memiliki kapasitas 10.000 Jiwa untuk area konser dan juga kantor yang dapat menampung 22 Lantai dan kapasitas parkir sebanyak 1100 kendaraan di Gedung parkir yang terdapat di basement dan juga di Gedung penyokong di sebelahnya. Occupancy rate di tahun 2026 diharapkan sudah terisi setengah atau tiga perempat kapasitas utama dan juga tersedia penyedia jasa management building dari Regus dan Jones Lang Lasalle.



Gambar 3 : Desain Parkiran Ragunan Eco Biz
Park

(Sumber : Arsip Pemprov DKI Jakarta)

DAFTAR PUSTAKA

Arsip Pemprov DKI Jakarta
Permen No 13 tahun 2013
<https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20240205165320-275-1058916/ragunan-lokasi-jam-buka-fasilitas-dan-tiket-masuk-terbaru>
<https://kumparan.com/kabar-harian/jam-buka-dan-tiket-masuk-ragunan-2025-untuk-wisata-edukatif-24E1Ld2fdK7>

RANCANG BANGUN APLIKASI PENGELOLAAN UANG KAS BERBASIS *WEBSITE* STUDI KASUS: PT SUMBER ALFARIA TRIJAYA ALFAMART AREA DUREN SAWIT JAKARTA TIMUR

Abdurrahman

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
sl.abdurrahman@gmail.com

Abstrak

Aplikasi pengelolaan uang kas yang dirancang dan dibangun diharapkan dapat membantu pengguna dalam mengelola data pemasukan dan pengeluaran uang kas, serta laporan kas disimpan dalam *database*, sehingga tidak ada laporan yang hilang karena menggunakan buku catatan. Pemikiran itu menjadi landasan pembuatan aplikasi dengan judul “*Rancang Bangun Aplikasi Pengelolaan Uang Kas Berbasis Website*” (studi kasus: karyawan PT Sumber Alfaria Trijaya Alfamart Area Duren Sawit Jakarta Timur).

Kata kunci: Uang kas, Karyawan, Website

1. PENDAHULUAN

Aplikasi web pengelolaan uang kas merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memberikan sebuah informasi mengelola transaksi penerimaan dan pengeluaran uang tunai. Aplikasi web pengelolaan uang kas memiliki keunggulan yang lebih baik dibandingkan pengelolaan secara manual dengan menulis di buku catatan. Keunggulan aplikasi web ini yaitu dapat diakses dari mana saja, dapat dibagikan dengan pengguna lain, lebih akurat dan efisien.

Pengelolaan uang kas ini melibatkan pengumpulan, pencatatan, dan alokasi dana. Uang masuk diperoleh melalui kontribusi anggota yang membayar kepada admin. Setiap transaksi tersebut dicatat dalam buku catatan yang dipegang oleh admin, dan dana tersebut ditempatkan dalam rekening yang dilindungi oleh admin. Sementara itu, uang keluar digunakan dalam situasi-situasi mendesak seperti bantuan kepada anggota yang mengalami musibah. Admin bertanggung jawab untuk memutuskan alokasi dana ini berdasarkan prioritas dan kebutuhan mendesak. Ketika ada pengeluaran uang kas, admin langsung menginformasikan melalui media grup *whatsapp*. Pengelolaan uang kas sudah berjalan khusus di Alfamart area Duren Sawit secara manual di tulis di buku catatan dan menginformasikan kegiatan uang kas melalui grup *whatsapp*. Kegiatan pengelolaan uang kas secara manual ini rawan hilang karena buku catatan cepat rusak dan chat

whatsapp akan hilang jika dihapus karena memori penuh.

Aplikasi web pengelolaan uang kas digunakan untuk seluruh anggota karyawan Alfamart yang berada di area Duren Sawit, dengan tujuan untuk mempermudah mendapatkan informasi kegiatan yang telah dilakukan atas penggunaan uang kas. Seluruh kegiatan pemasukan dan pengeluaran uang kas akan diinput oleh user admin lalu kemudian seluruh anggota dapat melihat secara *up to date* lewat website.

Berdasarkan pembahasan pada latar belakang di atas, maka penulis mengidentifikasi beberapa permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Belum terdapatnya penyimpanan laporan penggunaan uang kas melalui media komputer, karena banyak laporan yang hilang dengan cara menggunakan buku catatan.
2. Belum terdapatnya aplikasi yang transparan dengan menggunakan website, sehingga mendapatkan informasi yang *up to date*.

Berdasarkan permasalahan dan latar belakang diatas, maka tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Membuat suatu penyimpanan laporan penggunaan uang kas dengan menggunakan media komputer, sehingga tidak ada laporan yang hilang karena menggunakan buku catatan.
2. Membuat suatu aplikasi yang transparan dengan menggunakan website sehingga mendapatkan informasi yang *up to date*.

Definisi *kas* menurut (Wasiyanti, 2017) adalah sebagai berikut: "Kas adalah komponen dari aset perusahaan yang mencakup uang logam, uang kertas, cek, dan money orders. Konstituen utama dari kas melibatkan uang yang berada dalam bentuk tunai atau disimpan dalam deposito, baik itu di bank maupun lembaga deposito lainnya.

Definisi pengeluaran *kas* menurut (Palungan et al., 2015) adalah dapat dilakukan melalui dua cara yaitu dengan menggunakan cek dan uang tunai. Cek merupakan salah satu sarana yang digunakan untuk menarik atau mengambil uang di rekening giro. Fungsi lain dari cek adalah sebagai alat untuk melakukan pembayaran. Pengertian cek adalah surat perintah tanpa syarat dari nasabah kepada bank yang memelihara rekening giro nasabah tersebut, untuk membayar sejumlah uang kepada pihak yang disebutkan di dalamnya atau kepada pemegang cek tersebut, sedangkan uang tunai merupakan salah satu sarana yang digunakan sebagai alat pembayaran secara langsung. dilakukannya proses pengajuan klaim dari nasabah atau ahli waris ke perusahaan sampai dengan pencairan atau pembayaran dana atas klaim nasabah atau ahli waris yang diterima agar berjalan dengan efektif dan efisien, dan juga dapat memberi informasi-informasi yang baik untuk nasabah maupun kinerja perusahaan.

Rancang bangun merupakan suatu proses di mana hasil analisis diubah menjadi bentuk perangkat lunak, yang kemudian melibatkan pembuatan atau penyempurnaan sistem, baik yang sudah ada maupun yang baru, agar dapat mencapai kinerja yang optimal (Susanti & Haevi, 2021).

Menurut (Abdullah, 2015), *website* dapat dijelaskan sebagai kumpulan halaman yang terdiri dari beberapa laman yang mengandung informasi dalam format data digital seperti teks, gambar, video, audio, dan animasi lainnya. Informasi tersebut dapat diakses melalui sambungan internet.

Menurut (Prihandoyo, 2018), *Unified Modeling Language* (UML) adalah metode pemodelan visual yang sering digunakan dalam perancangan dan pembuatan perangkat lunak yang berorientasi objek. UML adalah standar penulisan atau panduan rinci yang mencakup elemen-elemen seperti proses bisnis dan penulisan kelas dalam suatu bahasa yang spesifik.

Menurut (Sudarmaji, 2017), *database* merupakan sekumpulan data *store* (bisa dalam jumlah yang sangat besar) yang tersimpan dalam *magnetic disk*, *optical disk*, *magnetic drum*, atau media penyimpanan sekunder lainnya.

Menurut (Ratnasari, 2018), XAMPP adalah perangkat lunak gratis yang kompatibel dengan berbagai sistem operasi dan merupakan kombinasi dari beberapa program. XAMPP berfungsi sebagai server independen (localhost) dan terdiri dari program MySQL database, Apache HTTP Server, serta penerjemah yang ditulis dalam bahasa pemrograman PHP dan Perl. Singkatan XAMPP berasal dari X (empat sistem operasi), Apache, MySQL, PHP, dan Perl. Program ini didistribusikan di bawah lisensi GNU General Public License dan dapat digunakan secara bebas. XAMPP merupakan server web yang mudah digunakan dan dapat melayani halaman web yang dinamis.

Dalam bukunya yang berjudul "Aplikasi Program PHP & MYSQL," (Haviluddin & Rahmawati, 2016) menyatakan bahwa PHP adalah salah satu bahasa pemrograman berbasis web. PHP merupakan bahasa scripting yang terintegrasi dengan HTML dan berjalan pada sisi server. Dengan kata lain, semua sintaks dijalankan sepenuhnya pada server, sedangkan yang dikirimkan ke browser hanya hasilnya saja.

Menurut (Agustini & Kurniawan, 2019) Visual Studio Code adalah kode editor sumber yang dikembangkan oleh Microsoft untuk Windows, Linux dan macOS. Ini termasuk dukungan untuk debugging, kontrol git yang tertanam dan GitHub, penyorotan sintaksis, penyelesaian kode cerdas, snippet, dan refactoring kode. Ini sangat dapat disesuaikan, memungkinkan pengguna untuk mengubah tema, pintasan keyboard, preferensi, dan menginstal ekstensi yang menambah fungsionalitas tambahan.

Menurut (Sodikin, 2014) pengertian struktur navigasi adalah struktur atau alur cerita dari suatu program yang merupakan rancangan hubungan dan rantai kerja dari beberapa area yang berbeda dan dapat membantu mengorganisasikan seluruh elemen-elemen yang digunakan dalam program perhitungan penerimaan kas dengan pemberian perintah dan pesan. Menentukan struktur navigasi merupakan hal yang

sebaiknya dilakukan sebelum membuat suatu aplikasi. Pada struktur navigasi user termasuk struktur navigasi non linear karena pada struktur non linear diperkenankan membuat penjeakan bercabang.

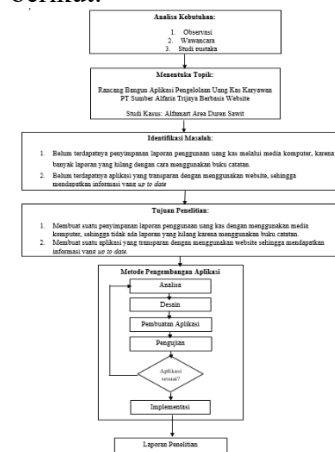
2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian studi kasus yang dimana pada dasarnya mempelajari secara intensif seseorang individu atau kelompok yang mengalami kasus tertentu. Kasus yang dihadapi dalam penelitian ini adalah ketidakefisienan dalam mencatat dan mengelola uang kas menggunakan buku catatan. Studi kasus adalah bersifat kualitatif, hasil yang diinginkan dari penulisan ini adalah membuat suatu penyimpanan laporan penggunaan uang kas dengan menggunakan media komputer, sehingga tidak ada laporan yang hilang karena menggunakan buku catatan, dan membuat suatu aplikasi yang transparan dengan menggunakan website sehingga mendapatkan informasi yang *up to date*. Kelebihan studi ini peneliti dapat mempelajari subjek secara mendalam atau menyeluruh. Kelemahannya penelitian ini informasi yang diperoleh subyektif, artinya hanya untuk individu yang bersangkutan. Studi kasus bukan untuk menguji hipotesis, namun sebaliknya menghasilkan hipotesis yang dapat diuji melalui penelitian lebih lanjut.

2.2 Kerangka Pemikiran

Pada tahap ini penulis akan menjabarkan alur penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar1 Kerangka Pemikiran

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

2.3 Metode Penelitian

1. Analisis

Pada tahap ini yang penulis butuhkan adalah dokumen-dokumen awal seperti proses pendataan uang masuk dan proses pendataan uang keluar. Berdasarkan analisis kebutuhan yang didapat maka penulis merancang *interface* yang cocok untuk permasalahan tersebut.

2. Desain

a. Desain Aplikasi

Merupakan proses pembuatan desain *interface* antara *user* dengan tampilan aplikasi yang akan dibuat.

b. Desain Database

Merupakan proses pembuatan desain database untuk pengarsipan data aplikasi.

3. Pembuatan Aplikasi

Pada tahap ini akan dilakukan proses aplikasi pengelolaan uang kas berbasis *website* dengan menggunakan software Visual Studio Code.

4. Pengujian

Setelah proses pembuatan aplikasi selesai. Langkah berikutnya dilakukan tahap *testing* atau pengujian aplikasi, dengan cara *black box testing*, yang dimana pengujian dilakukan secara menyeluruh pada *input* dan *output* program pada aplikasi.

5. Implementasi

Pada tahap ini Aplikasi pengelolaan uang kas yang sudah selesai dibuat dan sudah diuji coba, akan langsung digunakan oleh anggota.

2.4 Jadwal Penelitian

Nama Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli			
	Minggu Ke-																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan																				
Pengumpulan data																				
Observasi																				
Wawancara																				
Studi Pustaka																				
Analisis masalah dan kebutuhan Aplikasi																				
Perancangan Aplikasi dan desain aplikasi																				
Pembuatan aplikasi berbasis website																				
Percobaan hasil penelitian																				
Perbaikan hasil evaluasi percobaan																				
Pembuatan laporan																				

Gambar 2. Jadwal Penelitian
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

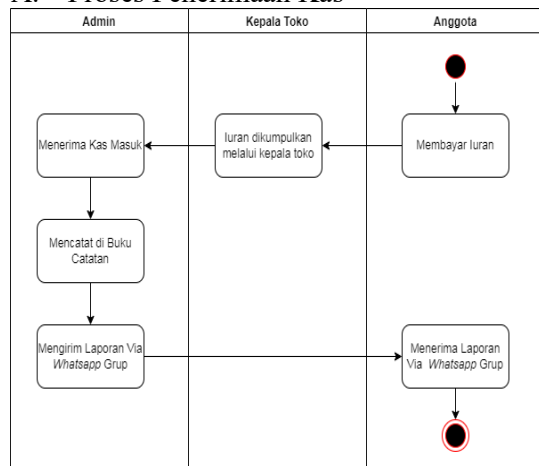
3.1 Analisis Sistem Usulan

Dalam analisis sistem pada penelitian ini, dilakukan pendekatan terhadap struktur dan fungsi aplikasi pengelolaan uang kas. Fokus analisis melibatkan pemahaman terhadap proses pengelolaan uang kas yang sudah berjalan, serta evaluasi atas sistem yang ada. Analisis ini menjadi dasar untuk merumuskan solusi dalam rancangan dan implementasi sistem yang lebih efisien dan terstruktur.

3.2 Analisis Sistem Berjalan

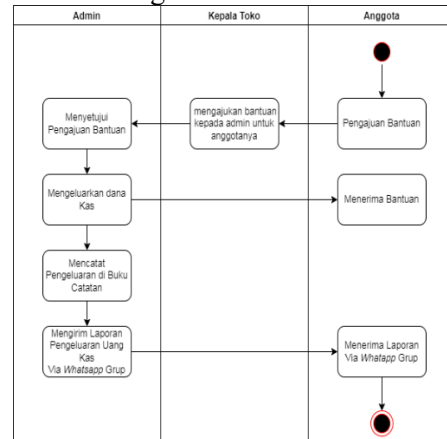
1. Prosedur Sistem Berjalan

A. Proses Penerimaan Kas



Gambar 3. Activity Diagram Penerimaan Kas
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

B. Proses Pengeluaran Kas



Gambar 4. Activity Diagram Pengeluaran Kas
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

2. Analisis Dokumen

Berikut rincian dokumen dari sistem yang berjalan sebagai berikut:

A. Nama Dokumen : Kas Pemasukan Pertoko

Fungsi : Bukti pencatatan Kas masuk
Sumber : Admin
Tujuan : Anggota
Media : Kertas
Jumlah : 1 Rangkap
Frekuensi : Setiap ada pemasukan
Bentuk : Buku
Format : Lampiran 1

B. Nama Dokumen : Total pemasukan, pengeluaran dan saldo

Fungsi : Bukti pencatatan Kas masuk, Kas keluar dan sisa saldo
Sumber : Admin
Tujuan : Anggota
Media : Kertas
Jumlah : 1 Rangkap
Frekuensi : Setiap ada pemasukan dan pengeluaran
Bentuk : Buku
Format : Lampiran 2

3.3 Permasalahan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, maka penulis mendapatkan permasalahan sebagai berikut:

1. Pada saat admin melakukan pencatatan terdapat suatu masalah karena belum terdapatnya penyimpanan laporan penggunaan uang kas melalui media komputer, karena banyak laporan yang

hilang dengan cara menggunakan buku catatan.

2. Terdapatnya masalah saat admin mencatat pemasukan dan pengeluaran uang Kas di buku catatan karena belum terdapatnya aplikasi yang transparan dengan menggunakan website, sehingga mendapatkan informasi yang *up to date*.

3.4 Analisis Sistem Usulan

Setelah melakukan analisis terhadap sistem yang sedang berjalan dan mengamati dokumen yang ada, dapat diidentifikasi kebutuhan aplikasi sebagai solusi untuk mengatasi kendala-kendala yang ada. Dengan merinci kebutuhan ini, akan memungkinkan perancangan dan implementasi sistem usulan yang sesuai dengan kebutuhan.

Adapun analisis sistem usulan adalah:

1. Proses Penerimaan Kas

Pada proses ini admin menerima kas masuk yang bersumber dari iuran anggota yang telah ditetapkan, penerimaan kas masuk di input di aplikasi pengelolaan uang kas oleh admin. Berikut sistem usulan proses penerimaan kas:

- Anggota membayar iuran yang dikumpulkan pertoko kepada kepala toko, selanjutnya kepala toko menyerahkan iuran kepada admin
- Admin menerima iuran dari anggota yang dikumpulkan pertoko melalui kepala toko
- Admin login ke aplikasi pengelolaan uang kas
- Admin menginput pemasukan uang kas di aplikasi
- Admin dan anggota dapat melihat kas masuk dan melihat sisa saldo di menu laporan

2. Proses Pengeluaran Kas

Salah satu anggota atau kepala toko meminta dana bantuan pada admin jika ada anggota yang sedang membutuhkan bantuan. Admin akan mengeluarkan kas, kemudian admin menginput pengeluaran uang kas di aplikasi pengelolaan uang kas. Berikut sistem usulan proses pengeluaran kas:

- Anggota melalui kepala toko mengajukan bantuan kepada admin
- Admin menyetujui pengajuan bantuan

- Admin mengeluarkan dana kas kepada anggota yang diajukan
- Admin login ke aplikasi pengelolaan uang kas
- Admin menginput pengeluaran uang kas di aplikasi
- Admin dan anggota dapat melihat kas keluar dan melihat sisa saldo di menu laporan

Dalam rancangan sistem yang diusulkan, terdapat dua aktor sistem yaitu admin dan anggota. Dimana setiap aktor memiliki hak akses yang berbeda-beda seperti:

1. Admin dapat login, mengelola jumlah user, mengelola jumlah toko, mengelola uang kas, mengelola pengeluaran, mengelola data laporan, mengelola riwayat pengeluaran, melakukan logout
2. Anggota dapat login, melihat jumlah toko, melihat uang kas, melihat pengeluaran, melihat data laporan, melihat riwayat pengeluaran, melakukan logout.

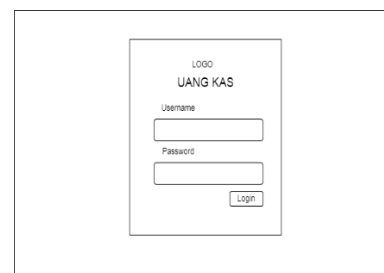
3.5 Rancangan Sistem

1. Rancangan Tatap muka

Rancangan tatap muka memaparkan tentang desain antarmuka situs web yang akan menjadi acuan visual saat implementasi. Desain tersebut dibuat dengan menggunakan aplikasi Draw.io.

1. Rancangan Tampilan Login

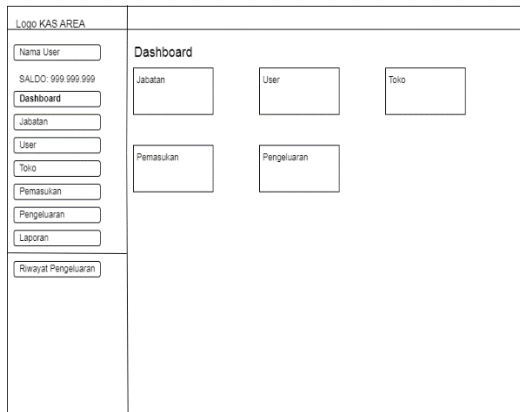
Pada gambar dibawah ini merupakan rancangan tampilan halaman login.



Gambar 5. Rancangan Tampilan Login
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

2. Rancangan Tampilan Menu Utama Admin

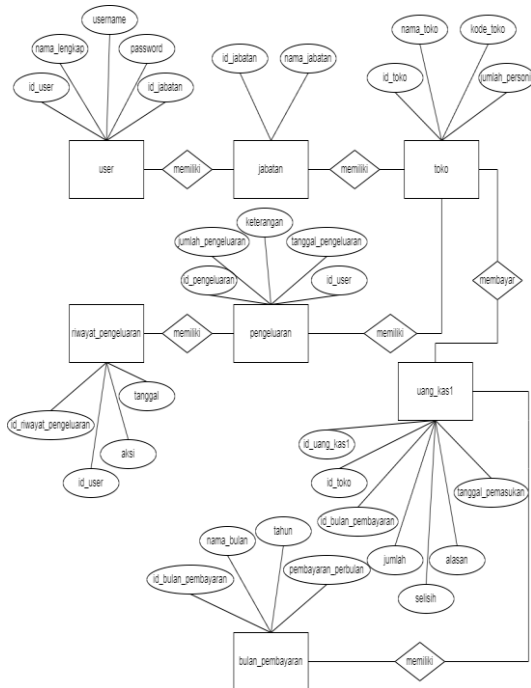
Pada gambar dibawah ini merupakan rancangan menu utama admin, yang didalamnya terdapat informasi jabatan, user, toko, pemasukan dan pengeluaran.



Gambar 6. Rancangan Tampilan Menu Utama Admin
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

2. Rancangan Basis Data

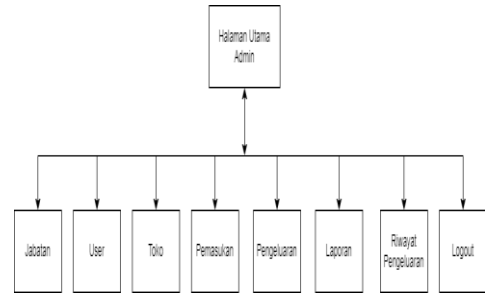
ERD merupakan alat bantu untuk memvisualkan struktur data dan hubungan antar data dalam database. ERD membantu memahami alur informasi dan relasi antar data, sehingga memudahkan perancangan dan pengelolaan database uang efektif. Berikut adalah gambaran dari ERD pengelolaan uang kas:



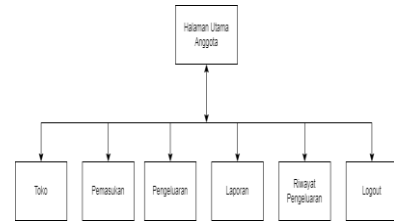
Gambar 7. ERD
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

3. Struktur Navigasi

Aplikasi ini memiliki dua struktur navigasi, yaitu navigasi untuk admin dan navigasi untuk anggota. Kedua jenis navigasi ini menggunakan struktur yang berbeda.



Gambar 8. Struktur Navigasi Halaman Admin
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 9. Struktur Navigasi Halaman Anggota
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

3.6 Implementasi

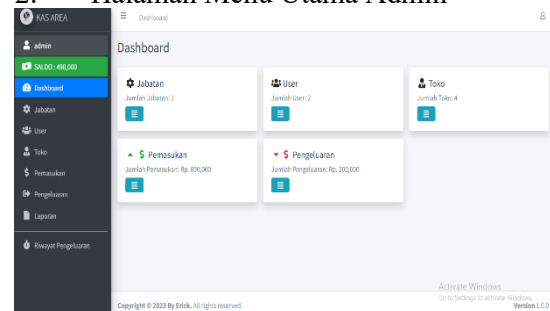
1. Halaman Login Admin dan Anggota



Gambar 10. Halaman Login Admin dan Anggota
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 10 menjelaskan halaman pertama aplikasi, yaitu tampilan login. Jika username dan password benar, maka selanjutnya aplikasi menampilkan halaman utama. Jika username dan password tidak sesuai, maka aplikasi tidak bisa masuk ke halaman utama.

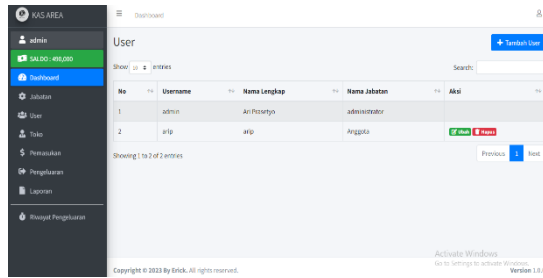
2. Halaman Menu Utama Admin



Gambar 11. Halaman Menu Utama Admin
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 11 menjelaskan tampilan menu utama yang terdapat nama aplikasi, menu jabatan, menu user, menu toko, menu pemasukan, menu pengeluaran, menu laporan, menu riwayat pengeluaran, dan tombol logout. Ketika admin memilih salah satu menu, maka aplikasi akan dibawa ke halaman menu tersebut. Jika user menekan tombol logout, maka akan keluar dari aplikasi.

3. Halaman Menu User

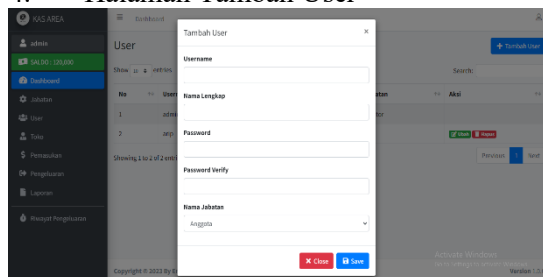


Gambar 12. Halaman Menu User

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 12 menjelaskan tampilan menu user yang terdapat tombol tambah user, ubah dan hapus. Jika admin memilih tombol tambah user, maka akan menampilkan form untuk menambah user. Jika admin memilih tombol ubah, maka akan menampilkan form untuk mengubah data user. Jika admin memilih tombol hapus, maka akan menampilkan konfirmasi hapus data user atau cancel untuk membatalkan.

4. Halaman Tambah User

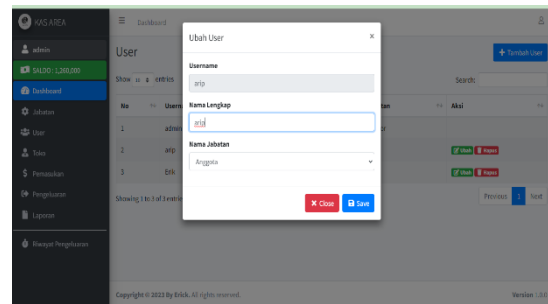


Gambar 13. Halaman Tambah User

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 13 menjelaskan tampilan tambah user, ketika admin memilih tambah user, maka akan menampilkan form tambah user yang harus diisi. Form yang harus diisi yaitu username, nama lengkap, password, password verify dan nama jabatan. Jika sudah diisi, pilih tombol save untuk menyimpan data tambah user, dan pilih close untuk membatalkan tambah user.

5. Halaman Ubah User

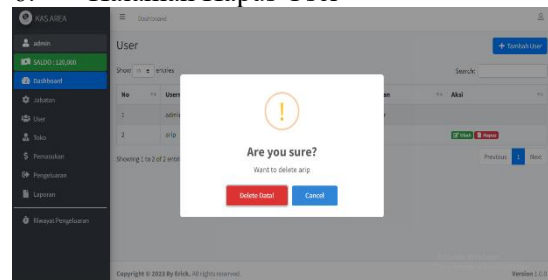


Gambar 14. Halaman Ubah User

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 14 menjelaskan tampilan ubah user, ketika admin memilih ubah user, maka akan menampilkan form ubah user yang harus diisi. Form yang harus diubah yaitu nama lengkap dan pilih nama jabatan. Jika sudah diubah, pilih tombol save untuk menyimpan data ubah user, dan pilih close untuk membatalkan ubah user.

6. Halaman Hapus User

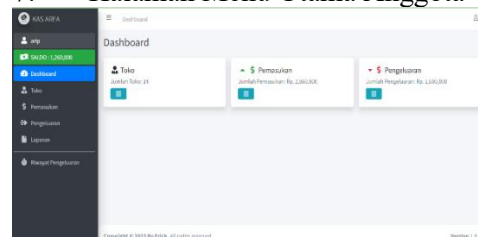


Gambar 15. Halaman Hapus User

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 15 menjelaskan tampilan hapus user yang menampilkan peringatan jika admin memilih hapus. Terdapat dua pilihan yang harus dipilih, pilih delete data jika ingin menghapus atau pilih cancel untuk membatalkan.

7. Halaman Menu Utama Anggota



Gambar 16. Halaman Menu Utama Anggota

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 16 menjelaskan tampilan menu utama yang terdapat nama aplikasi, menu toko, menu pemasukan, menu

pengeluaran, menu laporan, menu riwayat pengeluaran, dan tombol logout. Ketika anggota memilih salah satu menu, maka aplikasi akan dibawa ke halaman menu tersebut. Jika user menekan tombol logout, maka akan keluar dari aplikasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi yang dibangun ini berfungsi untuk membantu pengelolaan uang kas pada karyawan PT Sumber Alfaria Trijaya area Duren Sawit Jakarta Timur, dalam mengelola data pemasukan dan pengeluaran uang kas, serta laporan kas disimpan di *database*, sehingga tidak ada laporan yang hilang karena menggunakan buku catatan.
2. Aplikasi pengelolaan uang kas yang dirancang ini berbasis website menjadi solusi yang dapat digunakan untuk mempermudah mendapatkan informasi data pemasukan dan pengeluaran uang kas, serta laporan kas yang *up to date*.

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis mempunyai beberapa saran dengan harapan saran tersebut dapat bermanfaat dan memperbaiki aplikasi yang sudah dibuat ini. Beberapa saran diantaranya:

1. Dalam Aplikasi pengelolaan uang kas ini diharapkan adanya pengembangan yang lebih baik dan sempurna dengan tambahan fitur-fitur untuk menambah informasi, atau dibuat dengan versi aplikasi *mobile*.
2. Dengan banyaknya kekurangan pada penelitian ini, peneliti selanjutnya diharapkan mengkaji lebih luas dan lebih banyak referensi terkait dengan pengelolaan uang kas, agar hasil penelitian lebih baik dan lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R. (2015). Hyper Text Markup Language. *Web Programing Is Easy*.
- Agustini, & Kurniawan, W. J. (2019). Sistem E-Learning Do'a dan Iqro' dalam Peningkatan Proses Pembelajaran pada TK Amal Ikhlas. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer Dan Informasi*, 1(3), 154–159.

<http://www.ejournal.pelitaindonesia.ac.id/JMApTeKsi/index.php/JOM/article/view/526>

- Haviluddin, A. T. H., & Rahmawati, D. (2016). *Aplikasi program php dan Mysql*. Mulawarman University Press.
- Palungan, F., Karamoy, H., & Elim, I. (2015). Evaluasi Pengendalian Internal terhadap Prosedur Pengeluaran Kas pada PT JAMSOSTEK di Kota Manado. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 15(5), 300–311.
- Prihandoyo, M. T. (2018). Unified Modeling Language (UML) model untuk pengembangan sistem informasi akademik berbasis web. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(1), 126–129.
- Ratnasari, E. (2018). Pengertian Dan Fungsi Xampp. *Ilmuti. Org*, 1.
- Sodikin, M. (2014). *Analisis dan perancangan sistem informasi akuntansi penerimaan kas pada bmt qm sejahtera mandiri*. 8(Kommit), 303–310.
- Sudarmaji, S. (2017). Migrasi dan Optimalisasi Database Sistem Informasi berbasis E-Learning Program Diploma III Manajemen Informatika Universitas Muhammadiyah Metro. *MIKROTIK: Jurnal Manajemen Informatika*, 6(2).
- Susanti, D., & Haevi, D. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Aset SMPN 1 Kasokandel Menggunakan Netbeans 8.0. *Polban*, 313–318. <https://jurnal.polban.ac.id/index.php/proceeding/article/viewFile/1115/916>
- Wasiyanti, S. (2017). Penerapan Aplikasi Penerimaan dan Pengeluaran Kas Pada Perusahaan Jasa. Retrieved from *Ejournal. Bsi. Ac. Id/Ejurnal/Index. Php/Perspektif/Article/ViewFile/1499/1481%0A*.

STANDAR RUMAH MINIMUM

Tri Wahyuni

arsitektur, fakultas teknik, Institut Teknologi Budi Utomo

twahyuni08@gmail.com

Abstrak

Tulisan ini akan membahas tentang standard dan standardisasi rumah minimum khususnya di Indonesia melalui survei yang sudah dilakukan sebelumnya. Metode yang digunakan dalam tiga buah survei yang sudah dilakukan adalah *accidental sampling* untuk survei pertama dan kedua dengan kuesioner online, serta *judgement sampling* untuk survei terakhir dengan cara wawancara langsung. Hasil dari olah data survei yang telah ada adalah standard rumah minimum untuk kalangan menengah dengan penghasilan per bulan Rp. 7.000.000 – Rp. 10.000.000 yang bertempat tinggal di rumah hasil rancangan developer

Kata kunci : *standard minimum, rumah, standarisasi*

1. PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara dengan jumlah penduduk lebih dari 200 juta orang, dan tingkat kepadatan $\sim 130/\text{m}^2$, memiliki standard-standard tertentu dalam membangun rumah tinggal yang diatur dalam SNI 03-1733-2004, yang lalu ditegaskan dalam UU No. 1 Tahun 2011 pasal 22. Didalamnya disebutkan bahwa ‘rumah’ adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga, dengan pembagian ‘rumah inti’; ‘rumah tunggal’; ‘rumah kopel’; dan ‘rumah deret’ (bangunan tidak bertingkat). Luasan rumah minimum adalah 36 m^2 untuk empat orang penghuni rumah, atau 9 m^2 untuk setiap orangnya. Namun, peraturan ini ‘dibatalkan’ pada tahun 2012 oleh Mahkamah Konstitusi.

Pada tahun 2011, Puslitbang Permukiman mengeluarkan luas minimum rumah sebesar $47,56 \text{ m}^2$ untuk empat orang penghuni, setelah melakukan penelitian berdasarkan analisis gerakan setiap kegiatan di dalam rumah.

Perbandingan luas minimum rumah yang diajukan cukup besar— $11,56 \text{ m}^2$, artinya akan ada tambahan luas $2,89 \text{ m}^2$ untuk setiap penghuni rumah. Perbedaan-perbedaan seperti inilah yang dirasa diperlukannya tinjauan mengenai standard dan standardisasi rumah minimum di Indonesia. Menurut (Norberg-Schultz, 1971), manusia tidak hanya berada dan bertindak dalam ruang, tetapi juga menciptakan ruang sebagai ekspresi (manusia) dalam memahami dunia, serta ruang selalu berubah selama

berjalannya waktu. Jika ruang adalah tempat manusia tinggal dan bertindak didalamnya, maka hunian (*dwelling*) memiliki ruang—sebagaimana arti hunian menurut *Cambridge Dictionary*, sebuah rumah atau tempat untuk hidup. Berdasarkan pengertian tersebut, dapat dipahami bahwa rumah, sejatinya adalah sebuah manifestasi manusia untuk hidup dan tinggal didalamnya, selayaknya manusia sebagai *being in the world* (Heidegger, 1971).

Untuk manusia tinggal dan hidup di dalam rumah, dibutuhkan hal-hal mendasar yang didasari juga oleh kebutuhan dasar manusia tersebut. Kebutuhan dasar manusia dapat dibagi menjadi kebutuhan fisiologi seperti air dan makanan, kebutuhan keamanan, kebutuhan akan keberadaan dan cinta, kebutuhan akan kepercayaan, dan kebutuhan akan aktualisasi diri (Maslow, 1943). Kebutuhan-kebutuhan ini dapat dikerucutkan lagi menjadi tiga hal yaitu *labor*, *work*, dan *action*, dimana *labor* merupakan kebutuhan paling dasar (fisiologi dan keamanan), *work* adalah kegiatan pemenuh keinginan (kebutuhan akan keberadaan dan cinta), serta *action* merupakan puncak dari kebutuhan manusia (kepercayaan dan aktualisasi diri) (Arendt, 1958).

Hal-hal mendasar inilah yang perlu diakomodasikan oleh sebuah rumah tinggal. Mengenai hal tersebut, (Rani, W. M. Alfata dan Yuri H. 2013) melakukan sebuah penelitian akan rumah tinggal sederhana berdasarkan antropometri Indonesia dengan menggunakan simulasi computer untuk mendapatkan rumah dengan luasan minimum

sebesar 11,5 m² untuk setiap penghuni (rumah dengan empat orang dewasa sebagai penghuni). Perhitungan ini tidak berbeda jauh dengan penelitian Pustlitbang dimana didapatkan hasil minimum 11,89 m² per orang dalam rumah tinggal dengan penghuni empat orang.

Jika pada UU No. 11 Tahun 2011 menyatakan bahwa luas minimal rumah adalah 36 m², tentunya kedua penelitian selanjutnya pada tahun 2012 dan 2013 menghasilkan angka yang lebih besar (selisih keduanya >1,5 m² per orangnya). Walaupun kedua penelitian selanjutnya merupakan penelitian *scientific* dengan bantuan komputer, meninjau bahwa UU No. 11 dibatalkan dikarenakan terlalu besarnya luas minimum yang dibutuhkan, tidak dapat dipungkiri bahwa hasil dari dua penelitian yang sudah disebutkan tersebut akan sulit direalisasikan menjadi standard rumah minimum di Indonesia.

2. METODOLOGI

1. Desain

Penelitian ini merupakan tinjauan dari literatur mengenai standard dan standarisasi rumah minimum di Indonesia serta survei yang telah dilakukan sebelumnya.

2. Survei

Survei dilakukan sebanyak tiga kali, dengan survei pertama bertujuan untuk mengetahui sepuluh kegiatan yang paling sering dilakukan di dalam lingkup rumah. Survei pertama disebarkan secara daring, dengan metode *accidental sampling*—dimana yang mengisi merupakan partisipan sukarela. Tiga puluh orang yang menjadi responden pada survei pertama didominasi oleh penghuni rumah yang bekerja sebagai karyawan swasta dengan pendapatan didominasi dari kisaran Rp3.000.000 s.d. Rp7.000.000.

Survei kedua bertujuan untuk mengetahui pola kegiatan yang dilakukan di dalam rumah, seperti seberapa sering melakukan kegiatan tidur, membersihkan diri, dan sebagainya. Survei ini juga menggunakan

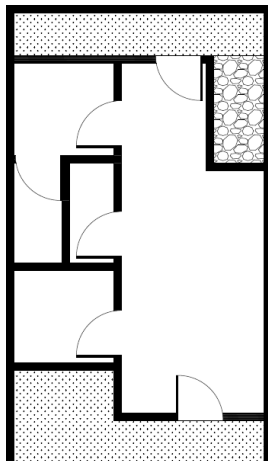
metode *accidental sampling*, dengan mayoritas responden adalah karyawan swasta dengan penghasilan sebesar Rp10.000.000,00. Survei ketiga bertujuan untuk mendapatkan sintesis berupa denah rumah minimum. Survei ini dilakukan dengan menggunakan metode *judgement sampling* dengan menginterview responden yang dicari pada survei ini: responden kelas menengah yang bertempat tinggal di Jabodetabek dengan rumah hasil rancangan *developer*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari survei pertama didapatkan hasil berupa sepuluh kegiatan yang paling sering dilakukan di dalam rumah, setelah dikategorisasi ulang menjadi: tidur, makan, membaca, ibadah, olahraga, bergawai, membersihkan rumah, membersihkan diri, dan memasak.

Selanjutnya, berdasarkan suara responden pada survei kedua, disimpulkan bahwa kegiatan yang paling dominan dilakukan (frekuensi, durasi, jumlah pelaku utama, sifat kegiatan, serta motivasi) adalah tidur, membersihkan diri, makan dan minum, belajar dan bekerja, interaksi keluarga, serta bergawai. Sebaliknya, mengurus rumah, mencuci barang pecah belah, merawat pakaian, mencuci kendaraan, reproduksi dan merawat peliharaan adalah kegiatan yang sebagian kecil dilakukan.

Survei terakhir menghasilkan denah dengan luasan sebesar ~48m² dengan ruang-ruang sebagai berikut: Ruang tidur (tiga buah), ruang makan, ruang tengah, dapur, ruang bermain dan belajar, serta ruang servis (keperluan membersihkan rumah dan lain sebagainya).



Gambar 1.0 Denah hasil sintesis survei,
9mx6m atau 36m²

Sumber : Penelitian mandiri

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan mengenai standarisasi rumah minimum di Indonesia, diketahui bahwa Indonesia belum memiliki standar khusus untuk rumah baik dalam segi besaran (dibatalkan pada tahun 2012). Ataupun dalam segi kualitas dan program rumah (aliran air, udara dan lain sebagainya). Dalam praktiknya merencanakan standar rumah minimum tidak dapat disamaratakan tanpa melihat konteks. Factor-faktor seperti lokasi, perilaku penghuni, latar belakang pekerjaan dapat mempengaruhi hasil akhir dari standar rumah minimum.

Banyaknya variable yang mempengaruhi besaran atau luasan rumah merupakan salah satu faktor akan mengapa sulitnya ditetapkan standarisasi rumah minimum. Pun ketika dilakukan upaya analisa dan sintesis seperti pada tahun 2012 dan 2013 (berdasarkan simulasi gerak penghuni) didapatkan hasil yang walaupun 'benar' dalam baik kualitasnya, tidak realistis rasanya untuk diterapkan (mengingat luasan 36 m² dibatalkna karena ketidak adilan uang dirasa akan menimpa masyarakat kelas bawah). Survey yang dilakukan pun juga terbatas dalam menstandarisasi rumah – responden yang diambil terlalu sedikit dan adanya kecenderungan hanya berpihak pada masyarakat kelas menengah.

DAFTAR PUSTAKA

Arendt, Hannah. (1958). *The Human Condition*, University of Chicago Press.

Heidegger, Martin. (1971). *Building, Dwelling, Thinking*.

Maslow, A.H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50 (4), 370-396.

Norberg-Schultz, C. (1971). *Existence, Space & Architecture*.

Rani W, M. Alfatah dan Yuri H. (2013). *Simulasi Ruang Gerak dalam Hunian Sederhana Berdasarkan Antropometri*.

Suryo, M. S. (2017). *Analisa Kebutuhan Luas Minimal Pada Rumah Sederhana Tapak di Indonesia*.

RANCANG BANGUN PENDETEKSI KETINGGIAN AIR BAK PENAMPUNG UNTUK PENCAPAIAN PENGHEMATAN LISTRIK DAN AIR

Mohammad Fathoni

*¹Program Studi Teknik Elektro ,FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
m.fathoni@itbu.ac.id*

Abstrak

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan manusia, namun pengelolaannya seringkali kurang optimal, terutama dalam konteks penggunaan di rumah tangga. Banyak pengguna yang lupa mematikan kran saat pergi, mengakibatkan pemborosan air yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pendeteksi serta pengontrol ketinggian air yang memanfaatkan Arduino UNO dan sensor Passive Infrared (PIR) sebagai kontrol kran. Alat ini dirancang untuk mendeteksi keberadaan pengguna didekat kran menggunakan sensor PIR dan mengukur ketinggian air di bak penampung dengan sensor ultrasonik. Sistem akan otomatis mengontrol aliran air dengan menyalakan dan mematikan kran berdasarkan deteksi sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini dapat secara efektif mendeteksi keberadaan pengguna dan mengontrol aliran air sesuai dengan ketinggian yang telah ditentukan. Implementasi alat ini diharapkan dapat mengurangi pemborosan air, meningkatkan efisiensi penggunaan air, serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sumber daya air yang baik. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi otomasi dalam pengelolaan air bersih di lingkungan rumah tangga dan dapat melakukan penghematan energi listrik sebesar 50% dibandingkan penggunaan pompa air tanpa kontrol otomatis.

Kata Kunci : Pengelolaan air, Arduino Uno, Sensor PIR, Sensor Ultrasonik, Kontrol Otomatis.

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, pengelolaan sumber daya air yang efisien menjadi semakin penting, terutama di daerah dengan keterbatasan air bersih. Permasalahan ini juga dapat mendorong pengembangan teknologi yang mampu memantau dan mengontrol ketinggian air dalam bak penampung secara otomatis. (F.X Suryadi, A. Purnomo, 2019)

Selain masalah diatas terdapat beberapa masalah didalam penyediaan air bersih yaitu penggunaan dari pompa air. Dimana pompa air ini memerlukan sistem kontrol otomatis agar pompa air tidak cepat rusak. Masih terdapat berbagai masalah mengenai kondisi bak penampung yang umumnya berada di atap rumah atau gedung, yaitu tidak diketahuinya kondisi penuh atau tidaknya air dalam bak penampung tersebut. Jika hal ini dibiarkan maka akan mempengaruhi kinerja pompa air dan juga mengenai penggunaan air secara efisien. (S.A Widiatmoko, H.S Rasyid, 2020)

Adapun sistem kontrol otomatis pendeteksi ketinggian air pada bak penampung yang ada saat ini masih mempunyai kekurangan mengenai tidak adanya sistem penutup dan pembuka keran pada kamar mandi secara otomatis. Hal ini, dapat menimbulkan permasalahan terjadinya pemborosan pada penggunaan air dikarenakan keran pada kamar mandi masih dalam keadaan terbuka saat meninggalkan kamar mandi dan pompa air tetap bekerja. Sehingga dapat menimbulkan pemborosan penggunaan energi listrik yang menyebabkan tagihan listrik menjadi mahal setiap bulannya. (R. Hidayat, A. Rahman, 2020)

Sistem pendeteksi ketinggian air yang sudah ada pada saat ini umumnya masih terdapat permasalahan, yaitu kita tidak dapat mengetahui seberapa ketinggian air bak penampung pada atap rumah dari dalam rumah. (L. Astuti, R.Ramadhan, 2020)

Namun, banyak dari alat yang ada masih bersifat konvensional dan kurang responsif terhadap perubahan kondisi nyata. Oleh karena itu, perlu dirancang sebuah alat yang tidak hanya mendeteksi ketinggian air, tetapi juga mampu mengendalikan kran secara canggih. Salah satunya dengan menggunakan Arduino Uno, yang menggunakan sensor PIR sebagai kontrol untuk mengatur aliran air ke bak penampung kamar mandi. (Prasetyo, & Utomo, H, 2019).

Alat ini diharapkan tidak hanya mampu mendeteksi ketinggian air berupa kosong atau penuhnya air yang ada pada bak penampung, tetapi dapat juga mendeteksi kondisi ketinggian setengah pada bak penampung. proyek ini diharapkan dapat memperlihatkan inovasi dalam pengelolaan air dan potensi implementasi di berbagai sektor, termasuk pertanian dan domestik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengembangan sistem serupa yang lebih optimal di masa yang akan datang. (Prasetyo, D., & Rahmawati, D, 2021)

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

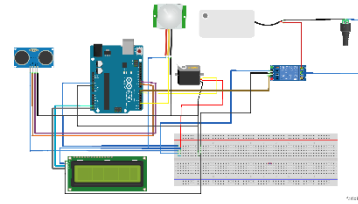
Jenis Penelitian yang dijelaskan disini ialah penelitian rancang bangun dalam melakukan uji coba prototipe pendeteksi ketinggian air pada bak penampung dan PIR sebagai kontrol keran air berbasis Arduino Uno. Jenis output yang diharapkan pada penelitian berupa data informasi ketinggian air pada bak penampung dan PIR sebagai kontrol keran air dapat menurunkan terjadinya pemborosan.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk perancangan alat meliputi : Arduino UNO, sensor ultrasonik, sensor PIR, motor servo, LCD I2C 16x2, relay, pompa air, power supply, bak penampung, kabel jumper.

otomatis menggunakan teknologi yang lebih



Gambar 1. Pengawatan Alat

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

2.2.2 Peralatan Perakitan

1. Alat yang digunakan dalam perakitan kerangka adalah sebagai berikut :
 - a. Obeng
 - b. Meteran
 - c. Penggaris
 - d. Tang
 - e. Pemotong
2. Adapun alat yang digunakan dalam proses pengukuran, yaitu :
 - 1) Stopwatch adalah alat yang bisa digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang di perlukan dalam suatu pekerjaan.
 - 2) Multimeter adalah alat yang biasa digunakan untuk mengukur tegangan, tahanan, arus listrik.
 - 3) Meteran berfungsi untuk mengukur panjang bahan dalam rancangan alat. Meteran juga berguna untuk mengukur sudut dan lain-lain.
 - 4) Wattmeter berfungsi untuk mengukur daya listrik.
 - 5) Tang Ampere berfungsi untuk mengukur arus listrik.

2.2.3 Metode Pelaksanaan

Dalam upaya melaksanakan pembuatan alat, maka terlebih dahulu di lakukan pengamatan di lapangan, studi literatur, pemilihan komponen, perancangan skematik serta konsultasi untuk mendukung pembuatan alat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Hasil Uji Kestabilan

Dalam pembahasan ini akan di sampaikan beberapa hal yang berkaitan

dengan hasil pengujian pembuatan alat. Proses pengujian alat dijelaskan sebagai berikut :

Tabel.1 Hasil Uji Berdasarkan Ketersediaan Air Dalam Bak Penampung

Sampel	Ketinggian Air (cm)	Ketersediaan (%)					Rata-Rata	Stabilitas (%)
		Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5		
1	3	12	12	12	12	12	12.0	100
2	6	23	23	23	23	23	23.0	100
3	9	34	34	34	34	34	34.0	100
4	12	49	46	49	49	46	47.8	96
5	15	54	54	54	54	54	54.0	100
6	18	69	69	69	69	69	69.0	100
7	21	74	74	74	74	74	74.0	100
8	24	80	80	80	80	80	80.0	100
9	27	86	89	86	91	86	87.6	97
10	30	100	100	100	100	100	100.0	100
Rata Rata								99.3

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Pada Tabel .1 menjelaskan tentang hasil pembacaan sensor ultrasonik, yang mana bagian sensor ini membaca ketinggian air pada bak penampung. Pembacaan sensor tersebut akan ditampilkan pada layar LCD I2C 16x2 dengan menampilkan berapa persen kestabilan pada ketinggian air yang berada pada bak penampung. Terdapat sampel data ketinggian air dengan menguji kestabilan sensor dengan menampilkan berapa angka jarak ketinggian air dengan jarak yang telah ditetapkan. Dari data pada tabel diatas telah dijelaskan terdapat 5 pengambilan data pada ketinggian material yang ada pada layar LCD I2C 16x2 dengan nilai rata rata stabilitas ialah 99.2%. dimana terdapat nilai stabilitas terendah pada alat ialah 97%. Hal ini menjelaskan bahwa sensor mampu ditetapkan sebagai alat ukur ketinggian dengan nilai yang stabil.

1.2. Hasil Uji Keakuratan

Tabel .2 Hasil Uji Keakuratan Sensor Ultrasonik

Sampel	Ketinggian Air (cm)	Delay Time Sensor	Jarak Terukur (cm)	Jarak Teoritis (cm)	Kesalahan (%)
1	30.4	17490	30	30	0.00
2	27.2	15799	27	27	0.37
3	24	13992	24	24	0.00
4	21	12243	21	21	0.00
5	18	10494	18	18	0.00
6	14.6	8801	15	15	0.67
7	12	6996	12	12	0.00
8	9	5247	9	9	0.00
9	6	3498	6	6	0.00
10	3	1749	3	3	0.00
Rata Rata Kesalahan Alat					0.10
Akurasi Alat					99.90

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Pembacaan sensor ultrasonik berdasarkan delay time mempunyai rata-rata kesalahan sebesar 0,10%, sehingga menghasilkan nilai keakuratan pengukuran sebesar 99,90%. Pengujian delay time menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki response time yang konsisten dengan variasi maksimal $\pm 2\%$ dari nilai rata-rata. Delay time terpendek tercatat 1749 μs untuk jarak 3 cm dan delay time terpanjang 17490 μs untuk jarak 30 cm, menunjukkan linearitas yang baik pada rentang pengukuran.

Berdasarkan hasil analisis delay time, sensor ultrasonik dapat dinyatakan memiliki akurasi yang sangat baik dan memenuhi standar akurasi alat ukur dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Konsistensi response time yang tinggi (99,8%) menunjukkan bahwa sensor dapat diandalkan untuk aplikasi real-time monitoring ketinggian air..

1.3. Analisis Perhitungan Daya Listrik

Berikut perhitungan daya listrik yang diperoleh dari hasil pengukuran tegangan dan arus pada komponen tersebut :

Untuk mencari watt pada Arduino Uno dapat dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (2.4)

Diketahui :

$$V = 5 \text{ Volt}$$

$$I = 0,05 \text{ Ampere}$$

Dit : P...?

Jawab :

$$P = V \times I$$

$$P = 5 \times 0,05$$

$$P = 0,25 \text{ Watt}$$

Untuk mencari watt pada sensor ultrasonik dapat dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (2.4)

Diketahui :

$V = 5 \text{ Volt}$
 $I = 0,015 \text{ Ampere}$
 Dit : $P \dots ?$
 Jawab :
 $P = V \times I$
 $P = 5 \times 0,015$
 $P = 0,075 \text{ Watt}$

Untuk mencari watt pada Pompa Air dapat dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (2.4)

Diketahui :

$V = 12 \text{ Volt}$

$I = 1 \text{ Ampere}$

Dit : $P \dots ?$

Jawab :

$P = V \times I$

$P = 12 \times 1$

$P = 12 \text{ Watt}$

Untuk mencari watt pada Sensor PIR dapat dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (2.4)

$V = 5 \text{ Volt}$

$I = 0,02 \text{ Ampere}$

Dit : $P \dots ?$

Jawab :

$P = V \times I$

$P = 5 \times 0,02$

$P = 0,1 \text{ Watt}$

Untuk mencari watt pada motor servo dapat dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (2.4)

$V = 5 \text{ Volt}$

$I = 0,15 \text{ Ampere}$

Dit : $P \dots ?$

Jawab :

$P = V \times I$

$P = 5 \times 0,15$

$P = 0,75 \text{ Watt}$

Untuk mencari watt pada motor servo dapat dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (2.4)

$V = 5 \text{ Volt}$

$I = 0,15 \text{ Ampere}$

Dit : $P \dots ?$

Jawab :

$P = V \times I$

$P = 5 \times 0,15$

$P = 0,75 \text{ Watt}$

Untuk mencari watt pada Adaptor dapat dihitung sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (2.4)

$V = 12 \text{ Volt}$

$I = 1,25 \text{ Ampere}$

Dit : $P \dots ?$

Jawab :

$P = V \times I$

$P = 12 \times 1,25$

$P = 15 \text{ Watt}$

Total keseluruhan =

- Arduino Uno ($0,25 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$)
= 6 watt
- Sensor Ultrasonik ($0,075 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$) = 1,8 watt
- Pompa Air ($12 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$)
= 288 Watt
- Sensor PIR ($0,1 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$)
= 2,4 Watt
- Motor Servo ($0,75 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$)
= 18 Watt
- Power supply ($15 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$)
= 360 Watt

Total Pemakaian

= 676,2 Watt/Hari

Kemudian diubah kWh dibagi 1000 :

= $676,2 / 1000$

= 0,68 kWh

Jadi didapatkan hasil akhir penggunaan beban alat tersebut dalam satu hari mencapai 0,68 kWh

Dari total pemakaian 676,2 watt perhari kita dapat hitung penghematan

- Energi tanpa kontrol
 $P_{\text{total}} \times T_1 = 676,2 \text{ Watt} \times 24 \text{ jam}$
= 16228 Watt = 16,2 kWh
- Energi dengan kontrol
 $P_{\text{total}} \times T_2 = 676,2 \text{ Watt} \times 12 \text{ jam}$
= 8114 Watt = 8,1 kWh

Penghematan

$$\frac{\text{Energi tanpa kontrol} - \text{Energi dengan kontrol}}{\text{Energi tanpa kontrol}} \times 100\%$$

$$\frac{16,2 - 8,1}{16,2} \times 100\% = 50\%$$

Dengan sistem kontrol otomatis yang menggunakan sensor ultrasonik

dan PIR, pompa air yang menyala 24 jam dapat menghemat listrik sebesar 50% dibandingkan dengan penggunaan air tanpa kontrol otomatis.

1.4. Analisis Perhitungan Penghematan Air

Selain penghematan energi listrik, sistem pendeteksi ketinggian air dengan kontrol otomatis juga memberikan dampak signifikan terhadap penghematan air. Analisis penghematan air dilakukan dengan membandingkan konsumsi air antara sistem manual (tanpa kontrol) dengan sistem otomatis (dengan kontrol sensor PIR dan ultrasonik).

1.4.1. Parameter Perhitungan Penghematan Air

Berdasarkan spesifikasi sistem yang telah dibuat, berikut adalah parameter yang digunakan dalam perhitungan:

Spesifikasi Sistem:

- Kapasitas tangki air: 12 L (skala prototipe)
- Flow rate pompa air: 2 L/menit
- Tinggi maksimal air: 30 cm
- Tinggi minimum untuk aktivasi pompa: 25 cm
- Sensor PIR untuk deteksi gerakan manusia

a) Perhitungan Penggunaan Air Tanpa Sistem Kontrol (Manual)

Pada sistem manual, pengguna cenderung membiarkan keran terbuka lebih lama karena tidak ada kontrol otomatis yang mengatur aliran air berdasarkan kebutuhan.

Asumsi penggunaan manual:

- Frekuensi penggunaan: 20 kali per hari
- Durasi rata-rata keran terbuka: 30 detik per penggunaan
- Flow rate keran: 0,5 L/detik
- Perhitungan :
- *Konsumsi air per penggunaan =*
Durasi keran terbuka ×
Flow rate keran

- *Konsumsi air per penggunaan =*
 $30 \text{ s} \times 0,5 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 15 \text{ L}$
- *Konsumsi air per hari =*
Frekuensi penggunaan ×
Konsumsi per penggunaan
- *Konsumsi air per hari =*
 $20 \text{ kali} \times 15 \text{ L} = 300 \text{ L/hari}$

b) Perhitungan Penggunaan Air Dengan Sistem Kontrol

Dengan sistem kontrol otomatis menggunakan sensor PIR, keran hanya akan terbuka ketika terdeteksi gerakan manusia dan akan menutup secara otomatis setelah tidak ada gerakan dalam waktu yang telah ditentukan.

Asumsi penggunaan otomatis:

- Frekuensi penggunaan: 20 kali per hari (sama dengan manual)
- Durasi rata-rata keran terbuka: 15 detik per penggunaan (lebih efisien)
- Flow rate keran: 0,5 L/detik
- Delay time sensor PIR: 5 detik setelah tidak ada Gerakan

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi air per penggunaan} \\ &= 15 \text{ s} \times 0,5 \frac{\text{L}}{\text{s}} \\ &= 7,5 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi air per hari} \\ &= 20 \text{ kali} \times 7,5 \text{ L} \\ &= 150 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan Penghematan Air :

$$\frac{\text{Konsumsi tanpa kontrol} - \text{Konsumsi dengan kontrol}}{\text{Konsumsi tanpa kontrol}} \times 100\%$$

$$\frac{300\text{L} - 150\text{L}}{300\text{L}} \times 100\% = 50 \%$$

1.5. Analisis Perhitungan Penghematan Berdasarkan Kendali Level Air

Sistem juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik yang mendeteksi ketinggian air dalam tangki. Hal ini mencegah pemborosan air akibat overflow (luapan air).

a. **Tanpa kontrol level air:**

- Potensi overflow: 2-3 kali per hari
- Volume air terbangun per overflow: 5 L
- Total air terbangun per hari: $2,5 \times 5$
 $L = 12,5$ L/hari

b. **Dengan kontrol level air:**

- Overflow: 0 kali per hari (sistem otomatis menghentikan pompa)
- Volume air terbangun: 0 L/hari

Penghematan tambahan dari kontrol level:

Penghematan tambahan = $12,5$ L/hari =
 $12,5$ L/hari

Total Penghematan Air

Perhitungan total penghematan air per hari:

Total konsumsi tanpa kontrol = 300 L +
 $12,5$ L = $312,5$ L/hari
Total konsumsi dengan kontrol = 150 L +
 0 L = 150 L/hari
Total penghematan = $(312,5 \text{ L} - 150 \text{ L}) /$
 $312,5 \text{ L} \times 100\%$
Total penghematan = $162,5 \text{ L} / 312,5 \text{ L} \times$
 100%
Total penghematan = 52%

Proyeksi Penghematan Bulanan dan Tahunan

Penghematan bulanan:

Penghematan air per bulan = $162,5$ L/hari
 $\times 30$ hari = 4.875 L/bulan

Penghematan tahunan:

Penghematan air per tahun = $162,5$ L/hari
 $\times 365$ hari = $59.312,5$ L/tahun

$\approx 59,3 \text{ m}^3/\text{tahun}$

Analisis Ekonomi Penghematan Air

Berdasarkan tarif air PDAM rata-rata di Indonesia sebesar Rp 2.500 per m^3 :

Penghematan biaya tahunan:

Penghematan biaya = $59,3 \text{ m}^3 \times \text{Rp}$
 $2.500 = \text{Rp } 148.250/\text{tahun}$

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, sistem pendeteksi ketinggian air dengan kontrol otomatis mampu menghemat air sebesar 52% dibandingkan dengan penggunaan sistem manual. Penghematan ini dicapai melalui dua mekanisme utama:

1. **Kontrol waktu aliran air** melalui sensor PIR yang mengurangi durasi keran terbuka sebesar 50%

2. **Kontrol level air** melalui sensor ultrasonik yang mencegah overflow dan pemborosan air

Total penghematan air mencapai $162,5$ L per hari atau setara dengan $59,3 \text{ m}^3$ per tahun, yang memberikan penghematan biaya hingga Rp 148.250 per tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa implementasi sistem kontrol otomatis tidak hanya efektif dalam menghemat energi listrik (50%) tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap konservasi air dan penghematan biaya operasional.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada rancang bangun alat pendeteksi ketinggian air berbasis Arduino Uno untuk bak penampung dengan sensor PIR sebagai kontrol keran air, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat pendeteksi ketinggian air berbasis Arduino Uno telah berhasil dirancang dan dibangun dengan mengintegrasikan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi

- ketinggian air, sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan pengguna, pompa air 12V sebagai penggerak air, motor servo sebagai pengatur aliran, dan LCD I2C 16x2 sebagai display informasi.
2. Sensor PIR berfungsi dengan baik untuk mendeteksi keberadaan pengguna dan mengintegrasikan input tersebut ke sistem kontrol otomatis pompa air, sehingga sistem hanya beroperasi ketika ada pengguna yang membutuhkan.
 3. Sistem berhasil mengimplementasikan pembacaan dan klasifikasi ketinggian air dalam bak penampung dengan rentang pengukuran 3-30 cm yang dapat dikategorikan menjadi 3 level:
 - Level Kosong: Ketinggian air 0-10 cm (0-33% kapasitas bak)
 - Level Sedang: Ketinggian air 10-20 cm (33-66% kapasitas bak)
 - Level Penuh: Ketinggian air 20-30 cm (67-100% kapasitas bak)
 4. Penggunaan sistem kontrol otomatis memberikan penghematan energi listrik yang signifikan sebesar 50% dibandingkan dengan sistem tanpa kontrol. Sistem mengurangi waktu operasi pompa dari 24 jam menjadi 12 jam per hari, menghemat konsumsi listrik dari 16,2 kWh menjadi 8,1 kWh per hari.
 5. Pengguna dapat mengetahui kondisi ketinggian air melalui display LCD I2C 16x2 yang menampilkan informasi real-time berupa persentase ketersediaan air dalam bak penampung, memberikan informasi yang jelas dan mudah dipahami.
 6. Sistem kontrol otomatis pompa air berhasil diimplementasikan dengan logika kontrol sebagai berikut:
 - Pompa akan aktif ketika sensor PIR mendeteksi keberadaan pengguna dan ketinggian air berada di level kosong atau sedang
 - Pompa akan berhenti secara otomatis ketika air mencapai level penuh (≥ 20 cm atau $\geq 67\%$ kapasitas)
 - Pompa juga akan berhenti ketika sensor PIR tidak mendeteksi keberadaan pengguna dalam periode waktu tertentu

- Sistem menggunakan motor servo sebagai pengatur aliran dan relay sebagai saklar otomatis pompa
7. Penghematan air mencapai 52% atau setara dengan 162,5 L per hari melalui dua mekanisme: kontrol waktu aliran air menggunakan sensor PIR dan kontrol level air menggunakan sensor ultrasonik untuk mencegah overflow.

DAFTAR PUSTAKA

- Suryadi, F. X., & Purnomo, A. (2019). Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 7(3), 145–150.
- Widiatmoko, S. A., & Rasyid, H. S. (2020). Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis Pompa Air Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Level Air. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK)*, 9(1), 45–52.
- Prasetyo, D., & Utomo, H. (2019). *Smart Water Tank Monitoring System Menggunakan Internet of Things (IoT)*. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), A89–A94.
- Hidayat, R., & Rahman, A. (2020). Perancangan Sistem Otomatisasi Pengisian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(2), 115–121.
- Astuti, L., & Ramadhan, R. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal INFOTEL*, 12(1), 45–50.
- Prasetyo, D., & Rahmawati, D. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Air Otomatis Menggunakan NodeMCU dan Telegram. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(2), 75–81.

EVALUASI KINERJA RUAS JALAN DAN PERSIMPANGAN JALAN PENGARUH PEMBANGUNAN PABRIK LESTARI NASIONAL GAS OSOWILANGON KOTA SURABAYA

Hendry Sampurna

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hendrysam@itbu.ac.id*

Abstrak

Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas bahwa untuk mengoptimalkan Penggunaan Jaringan Jalan dan Gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin kemaanan, Keselamatan, Ketertiban, dan Kelancaran lalu Lintas perlu dilaksanakannya Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas .Pembangunan Pabrik Lestari Nasional Gas Masih dalam Tahap Pembangunan pada tahun 2024 namun belum dilakukan evaluasi terhadap rekomendasi manajemen dan rekayasa lalu lintas yang telah dilakukan sehingga belum diketahui apakah manajemen dan rekayasa lalu lintas yang direkomendasikan telah dilaksanakan dan diimplementasikan dengan baik. Metode yang dilakukan dengan melakukan Observasi dan analisis yang berpedoman pada PKJI 2023 dan melakukan evaluasi kinerja ruas jalan dan persimpangan jalan di sekitar Pembangunan Pabrik LNG Osowilangon Kota Surabaya sehingga dapat diketahui apakah Evaluasi dan penyelesaian masalahnya dapat direkomendasikan secara efektif untuk memperbaiki kinerja ruas jalan.

Kata Kunci : Evaluasi, Kinerja ruas Jalan, Kinerja Persimpangan, Pembangunan, pengaruh pembangunan

1. PENDAHULUAN

Kemacetan merupakan keadaan dimana kendaraan mengalami berbagai jenis kendala yang mengakibatkan turunnya kecepatan kendaraan dibawah keadaan normal. Kemacetan akan sangat merugikan bagi para pengguna jalan, karena akan menghambat waktu perjalanan. Kemacetan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satu penyebab kemacetan karena berkurangnya kinerja sebuah jalan akibat adanya aktivitas di suatu Kawasan yang tidak diatur dengan baik (C. Jotin Khisty & B. Kent Lall, 2003).

Kota Surabaya adalah sebuah Kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Perkembangan dan pertumbuhan yang terjadi di masyarakat saat ini menimbulkan berbagai macam kegiatan. Keberlangsungan pergerakan kegiatan-kegiatan tersebut berkaitan erat dengan lalu lintas, begitu pula lalu lintas mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Pembangunan Kota Surabaya yang begitu masif tentu akan menarik untuk menjadi tempat investasi. Investor tertarik untuk melakukan pembangunan di kota tersebut, salah satunya yaitu PT. Lestari Nasional Gas yang merupakan

anak perusahaan dari PT. Temas TBK yang bergerak dalam bidang jasa pengangkutan dan pergudangan. Dengan adanya pembangunan tersebut tentu akan mengakibatkan Pengaruh adanya bangkitan dan tarikan perjalanan baru. Bangkitan dan tarikan perjalanan baru tersebut diketahui mengakibatkan meningkatkan volume lalu lintas di ruas Jalan Langan. Dengan terjadinya peningkatan volume lalu lintas di jalan tersebut maka berpengaruh terhadap kepadatan lalu lintas di ruas jalan sekitar meliputi ruas Jalan Langan dan Simpang Tiga Bersinyal Jl. Tambak Langan – Jl. Margomulyo. Permasalahan di Ruas Jalan Langan tidak hanya berdampak pada simpang tersebut, tetapi berdampak juga pada U-Turn di ruas jalan tersebut. Melihat kondisi tersebut maka diperlukan adanya suatu evaluasi terhadap kinerja ruas jalan maupun kinerja dari persimpangan untuk mengoptimalkan unjuk kinerja lalu lintas di ruas jalan tersebut. Sehingga, ruas Jalan Langan dapat tercipta menjadi ruas jalan yang optimal dan lancar (Edward K. Morlok, 1985).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah Jenis Penelitian Evaluasi, yaitu penyelesaian masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan. Penelitian menggunakan Variabel Kinerja ruas jalan dan persimpangan dengan indikator volume, kecepatan, kepadatan di ruas jalan dan antrian, tundaan serta derajat jenuh di persimpangan. Metodologinya adalah penelitian evaluasi terhadap variabel kinerja ruas jalan dan persimpangan dengan observasi yang berpedoman pada PKJI tahun 2023.

2.2 Pola Pikir

Pola pikir dimulai dari Rumusan Masalah, yang selanjutnya akan dilaksanakan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer tersebut berasal dari observasi di lapangan dan untuk data sekunder berdasarkan dari data yang diperoleh dari instansi setempat. Dalam pola pikir ini juga diperlukan adanya proses analisis Data, yang terdiri dari Analisis kinerja ruas jalan dan juga analisis kinerja simpang, yang setelah itu akan dilakukan pembahasan hasil analisis data. Setelah itu diperoleh lah kesimpulan dan selesai.

2.3 Metodologi Penelitian

2.3.1 Metodologi Pengumpulan Data

- Data Primer yang meliputi Inventarisasi Ruas dan Simpang. Inventarisasi ruas dilaksanakan untuk mengetahui tipe jalan, lebar jalan, lebar totroar, lebar median, lebar drainase. Dan untuk Inventarisasi simpang dilaksanakan untuk mengambil data terkait geometri simpang, lebar simpang per kaki simpang, kelengkapan simpang, hambatan samping, tata guna lahan, jenis pekerjaan, kondisi simpang, dan tidak adanya pulau lalu lintas.
- Data Sekunder yang diperoleh dari Dinas Perhubungan antara lain : 1) Data Klasifikasi Kendaraan, 2) Data Volume kendaraan, dan 3) Data Kecepatan

2.3.2 Metode Analisis Data

- Analisis Evaluasi Kinerja Ruas Jalan dan Persimpangan
Adapun perhitungannya sebagai berikut
 - Ruas Jalan, yang meliputi Kapasitas, Volume, V/C Ratio,

Kecepatan, Kepadatan, Tingkat Pelayanan.

- Persimpangan yang meliputi antrian, tundaan, dan derajat penuh.

- Analisis Penyelesaian Rekayasa Lalu Lintas

Adapun Langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut : 1) *Contra Flow* dan 2) Pengalihan Waktu Operasional Angkutan Barang

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

- Metode pembahasan Hasil Analisis Kinerja Ruas dan Persimpangan Jalan
Langkah yang harus dilakukan yaitu setelah penyajian pembahasan hasil analisis kinerja ruas jalan ini berupa nilai kapasitas, volume, V/C, rasio, kecepatan, kepadatan dan Tingkat pelayanan. Kemudian penyajian pembahasan hasil analisis ini berupa derajat kejenuhan simpang, tundaan dan antrian.
- Pembahasan Hasil Penyelesaian Rekayasa Lalu Lintas
Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembahasan hasil analisis ini yaitu Penyajian pembahasan berupa perbandingan antara sebelum di evaluasi dan sesudah di evaluasi dengan usulan penyelesaian yang tepat

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Analisis Evaluasi Kinerja

- Kinerja Ruas Jalan

- Kapasitas Ruas Jalan

Dari hasil pengamatan wilayah studi diperoleh data sebagai berikut:

Tabel .1 Perhitungan Kapasitas Jalan

NO	Parameter	Kondisi	Nilai
1	Kapasitas Dasar/Co (Smp/Jam)	4/2 T (untuk 2 Arah)	3400
2	Faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur/FCLJ	4/2 T dengan LLE=3	0.92
3	Faktor koreksi Pemisah Arah/FCPA	50-50	1
4	Faktor koreksi yang dilengkapi bahu jalan/kereb Fchs	Tinggi dg Lebar 1m	0.92
5	Faktor penyesuaian ukuran kota/FCUK	1-3 juta jiwa	1
	Kapasitas / C		2878

Sumber : Hasil Analisis

Dari Tabel diatas, didapat untuk kapasitas jalan yang ada di ruas jalan tambak langon dalam 2 arah yaitu sebear 2878.

2) Volume Lalu Lintas

Tabel .2 Volume Lalu Lintas per Peak

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2054
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2251
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2033
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2300
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2168
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2488

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel diatas, untuk arah menuju ke Gresik dari timur ke barat memiliki volume yang cukup tinggi dibandingkan dari semua peak dan semua arah, hal itu disebabkan karena salah satu faktornnya berupa ada pembangunan pabrik gas Osowilangon.

3) VC Ratio

Tabel 3.VC Ratio Ruas Jalan

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume	V/C Ratio
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2054	0.71
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2251	0.78
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2033	0.71
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2300	0.80
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2168	0.75
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2488	0.86

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa Diperoleh untuk tingkat VC Ratio tertinggi ada pada arah ke Gresik di jam sibuk sore hari pukul 16.00 – 17.00 dengan nilai VC Ratio sebesar 0,86.

4) Kecepatan

Berikut dibawah ini hasil data analisis kecepatan yang sudah di konversi menjadi km/jam dengan hasil sebagai berikut:

Tabel .4 Kecepatan Rata-rata kendaraan pada jl. Tambak langon

Peak Hours	Arah Barat - Timur (Ke Surabaya)			Arah Timur - Barat (Ke Gresik)		
	Waktu (Jam)	Jarak (Km)	kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)	Waktu (jam)	Jarak (Km)	kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)
07.00 - 08.00	0.00119	0.05	42.09	0.00151	0.05	33.05
12.00 - 13.00	0.00118	0.05	42.35	0.00154	0.05	32.37
16.00 - 17.00	0.00127	0.05	39.33	0.00158	0.05	31.65

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel diatas bahwasanya untuk kecepatan rata-rata di ruas jalan Tambak Langon arah ke Gresik memiliki kecepatan yang rendah dibandingkan dengan arah menuju ke Surabaya.

5) Kepadatan

Tabel .5 Kepadatan lalu lintas di ruas jalan langon

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Volume	Waktu (Jam)	Panjang Ruas (km)	Kepadatan (Smp/Jam)
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2054	0.00119	0.05	48.80
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	2251	0.00151		68.12
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2033	0.00118		48.00
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	2300	0.00154		71.03
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2168	0.00127	0.05	55.13
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	2488	0.00158		78.61

Sumber : hasil analisis

Dari table diatas bahwasanya kepadatan yang tertinggi ada pada jam sibuk siang hari dan dari arah timur ke barat menuju Gresik dengan kepadatan sebesar 78.61 smp/jam.

6) Tingkat Pelayanan

Tabel .6 Tingkat Pelayanan

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume	V/C Ratio	kecepatan	LOS
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2054	0.71	42.09	E
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2251	0.78	33.05	E
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2033	0.71	42.35	E
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2300	0.80	32.37	E
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	2168	0.75	39.33	E
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2488	0.86	31.65	E

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan dari tabel diatas bahwasannya, untuk tingkat pelayanan paling tinggi itu ada pada peak siang hari dari Timur ke barat menuju arah Gresik

b. Analisis Kinerja Persimpangan Jalan

1) Kapasitas Simpang
a) Arus Lalu Lintas (q)

Tabel .7 Volume Lalu Lintas Simpang

Tipe Simpang	Co, SMP/jam
322	2700
324	3200
344	3200
422	2900
424	3400

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel diatas diperoleh volume total kendaraan yang melewati persimpangan tersebut sebesar 1.390 smp/jam.

b) Kapasitas Dasar (Co)

Tabel .8 Penentuan Kapasitas Dasar (Co)

Arah Pergerakan	MP	Smp MP (1) x 1,0	KS	Smp KS (4) x 1,8	SM	Smp SM (6) x 0,2	UM	Kend. jkm (2+4+6+8)	Total Smp/jam (3+5+7)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Jl. Kragan - Surabaya	255	255	8	14	1.210	242	255	255	512
Jl. Grogas barat	5	5	5	9	736	147	5	5	162
Jl. Margomulyo	397	397	13	23	1.482	296	397	397	716
Total smp/jam									1390

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel diatas simpang margomulyo memiliki kapasitas dasar 3200 smp/jam.

c) Faktor Koreksi Lebar rata-rata pendekat (FLP)

Tipe simpang dalam penelitian ini adalah 324 atau 344. Kemudian dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{FLP} &= 0,62 + 0,0646 \text{ LRP} \\ &= 0,62 + 0,0646 (2,75) \\ &= 0,80 \end{aligned}$$

Sehingga faktor koreksi lebar pendekatnya adalah 0,80 m

d) Faktor Koreksi Tipe Median

Berdasarkan hasil survei inventarisasi, terdapat median lebih dari 3 m di jalan mayor, sehingga termasuk ke dalam tipe median Lebar. Jadi nilai faktor penyesuaian median adalah 1,20

e) Faktor Koreksi Ukuran Kota

Berdasarkan data primer, maka kota dalam penelitian termasuk dalam ukuran kota besar sehingga nilai factor koreksi ukuran kota adalah 1

f) Faktor Koreksi Hambatan Samping

Sebelum menentukan nilai faktor koreksi, perlu diketahui terlebih dahulu rasio kendaraan tak bermotor. Adapun rasio kendaraan takbermotor adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \text{KTb}/\text{KB} \\ &= 3/4111 = 0,001 \end{aligned}$$

Sehingga nilai koreksi hambatan samping pada simpang adalah 0,94.

g) Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri

Sebelum itu, nilai RBKi harus diketahui, adapun nilai RBKi adalah:

$$\begin{aligned} \text{RBKi} &= \text{Total kendaraan belok kiri} / \text{Total arus} \\ &= 512 / 1390 = 0,368 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga FBKI} &= 0,84 + 1,61 \\ \text{RBKi} &= 0,84 + 1,61 (0,368) = 1,43 \end{aligned}$$

h) Faktor Koreksi Arus Belok Kanan

Diketahui simpang mempunyai 3 lengan maka factor koreksi arus belok kananya dalah 0,67

i) Faktor Koreksi Rasio Arus dari Jalan Minor

Berdasarkan tipe simpang (324 & 344) menggunakan ketetapan rumus. Maka perhitungan rasio minor dibagi total yang diperoleh

$$\text{Rmi} = 2351 / 4111 = 0,57$$

Sehingga diperoleh,

$$\begin{aligned} \text{Fmi} &= 1,11 \times \text{Rmi}^2 - 1,11 \times \text{Rmi} + 1,11 \\ &= (1,11 \times (0,57)^2) - (1,11 \times 0,57) + 1,11 = 0,84 \end{aligned}$$

Sehingga Kapasitas simpang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C &= \text{Co} \times \text{FLP} \times \text{FM} \times \text{FUK} \times \\ &\quad \text{FHS} \times \text{FBKi} \times \text{FBKa} \times \text{Fmi} \end{aligned}$$

$$= 3.200 \times 0,80 \times 1,20 \times 1 \times 0,94 \\ \times 1,43 \times 0,67 \times 0,84 = 2.026$$

Sehingga, kapasitas simpang adalah 2.026 smp/jam.

2) Kinerja Simpang

a) Derajat Kejenuhan

$$DJ = q/C = 1390/2026 = 0,69$$

Dikarenakan analisis kinerja persimpangan memiliki derajat jenuh 0,69 dan kurang dari 0.85 maka untuk kinerja simpang tersebut masih optimal.

b) Tundaan Simpang

• Tundaan Lalu Lintas

$$TLL = 1,0504 / ((0,2742 - 0,2042 DJ) - (1 - DJ^2)) \\ TLL = 1,0504 / ((0,2742 - (0,2042 \times 0,69)) - (1 - 0,69)^2) = 7.73 \text{ det/smp}$$

• Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama

$$TLL_{ma} = 1,0503 / ((0,3460 - 0,2460 DJ) - ((1 - DJ)^{1,8})) \\ TLL_{ma} = 1,0503 / ((0,3460 - (0,2460 \times 0,69)) - (1 - 0,69)^{1,8}) = 5.80$$

• Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor

$$TLL_{mi} = (q_{KB} \times TLL - q_{MA} \times TLL_{ma}) / (q_{mi}) \\ TLL_{mi} = (1390 \times 7.73 - 604 \times 5.80) / ((786)) = 9.22 \text{ det/smp}$$

• Tundaan Geometri

$$TG = (1 - DJ) \times \{6RB + 3(1 - RB)\} + 4DJ \\ TG = (10,69) \times \{(6 \times 0,828) + 3(1 - 0,828)\} + (4 \times 0,69) = 4,47$$

Sehingga Tundaan Simpang dapat diketahui dan dihitung sebagai berikut:

$$T = TLL + TG \\ = 7.73 + 4.47 = 12.20$$

c) Peluang Antrian

Dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

Batas Atas

$$Pa = 47,71DJ - 24,68 DJ^2 - 56,47 DJ^3$$

$$Pa = (47,71 \times 0,69) - (24,68 \times 0,69^2) - (56,47 \times 0,69^3) = 39\%$$

Batas Bawah

$$Pa = 9,02DJ + 20,66 DJ^2 - 10,49 DJ^3$$

$$Pa = (9,02 \times 0,69) + (20,66 \times 0,69^2) - (10,49 \times 0,69^3) = 19\%$$

Sehingga dapat disimpulkan untuk batas bawah dan batas atas peluang antrian ada di 19% - 39%.

3.1.2 Penyelesaian Rekayasa Lalu Lintas

a. Contraflow

1) Kapasitas

Tabel .9 Kapasitas dasar setelah pemberlakuan *Contraflow*

NO	Parameter	Kondisi	Nilai
1	Kapasitas Dasar/Co (Smp/Jam)	4/2 T (untuk 3 Arah)	5100
2	Faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur/FCUJ	4/2 T dengan LLE=3	0.92
3	Faktor koreksi Pemisah Arah/FCPA	50-50	1
4	Faktor koreksi yang dilengkapi bahu jalan/kereb Fchs	Tinggi dg Lebar 1m	0.92
5	Faktor penyesuaian ukuran kota/FCUK	1-3 juta jiwa	1
	Kapasitas / C		4317

Sumber : Hasil Analisis

Dari Gambar dan Tabel diatas, terkait pemberlakuan *Contraflow* menggunakan Sebagian lajur yang mengarah ke Surabaya, sehingga dapat menambah kapasitas kendaraan yang kearah Surabaya.

2) Volume

Tabel .10 Rekapitan Volume setelah pemberlakuan *Contraflow*

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2054
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2251
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2033
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2300
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2168
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2488

Sumber : Hasil Analisis

Diatas merupakan tabel rekapitan volume dengan kapasitas yang

sudah bertambah. Sehingga untuk volume nya masih tetap sama.

3) VC/Ratio

Tabel .11 V/C Ratio setelah pemberlakuan Contraflow

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume	V/C Ratio
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2054	0.48
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2251	0.52
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2033	0.47
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2300	0.53
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2168	0.50
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2488	0.58

Sumber : Hasil Analisis

Dengan adanya penambahan kapasitas untuk pemberlakuan contraflow, maka v/c ratio di semua ruas akan menjadi lebih baik.

4) Kecepatan

Tabel .12 Kecepatan setelah pemberlakuan contra flow

Peak Hours	Arah Barat - Timur (Ke Surabaya)			Arah Timur - Barat (Ke Gresik)		
	Waktu (Jam)	Jarak (Km)	kecepatan Rata Rata (Km/Jam)	Waktu (Jam)	Jarak (Km)	kecepatan Rata Rata (Km/Jam)
07.00 - 08.00	0.00090	0.05	55.38	0.00093	0.05	54.00
12.00 - 13.00	0.00090	0.05	55.84	0.00093	0.05	53.95
16.00 - 17.00	0.00091	0.05	54.93	0.00100	0.05	50.14

Sumber : Hasil Analisis

Dengan memanfaatkan lajur yang digunakan contraflow, akan meningkatkan kecepatan kendaraan

5) Kepadatan

Tabel .13 Kepadatan setelah pemberlakuan Contraflow

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Volume	Waktu (Jam)	Panjang Ruas (Km)	Kepadatan (Smp/Jam)
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2054	0.00119	0.05	48.80
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	2251	0.00093		41.69
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2033	0.00118		48.00
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	2300	0.00093		42.63
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2168	0.00127		55.13
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	2488	0.00100		49.63

Sumber : Hasil Analisis

Dengan adanya pemberlakuan contraflow tentu akan menyebabkan kecepatan berubah, sehingga kepadatannya akan semakin turun.

6) Tingkat Pelayanan

Tabel 3.14 Tingkat Pelayanan setelah pemberlakuan Contraflow

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume	V/C Ratio	kecepatan	LOS
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2054	0.48	55.38	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2251	0.52	54.00	C
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2033	0.47	55.84	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2300	0.53	53.95	C
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4317	2168	0.50	54.93	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		2488	0.58	50.14	C

Sumber : Hasil Analisis

Tingkat Pelayanan atau Level Of Service akan mengalami penurunan sehingga kinerja ruas jalan di jalan tersebut menjadi lebih optimal dikarenakan adanya Contraflow

b. Pengalihan Waktu Operasional Angkutan Barang

1. Kapasitas

Tabel .15 Kapasitas setelah pengalihan Angbar

NO	Parameter	Kondisi	Nilai
1	Kapasitas Dasar C_0 (Smp/Jam)	4/2 T (untuk 2 Arah)	3400
2	Faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur FCLJ	4/2 T dengan LLE=3	0.92
3	Faktor koreksi Pemisah Arah FCPA	50-50	1
4	Faktor koreksi yang dilengkapi bahu jalan keroh Fbhu	Tinggi dg Lebar 1m	0.92
5	Faktor penyesuaian ukuran kota FCUK	1-3 juta jiwa	1
	Kapasitas / C		2878

Sumber : Hasil Analisis

terkait pemberlakuan pelarangan angkutan barang baik dari maupun kearah Surabaya dan Gresik, sehingga dapat menambah kapasitas kendaraan yang kearah Surabaya.

2. Volume

Tabel .16 Rekap Volume setelah pengalihan Angbar

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1424
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1667
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1457
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1719
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1447
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1726

Sumber : Hasil Analisis

Diatas merupakan tabel rekap volume kendaraan pada ruas jalan tambak langon, dimana dengan adanya pengalihan angkutan barang maka akan mengurangi volume kendaraan angkutan barang nya.

3. VC/Ratio

Tabel .17 V/C ratio setelah pengalihan Angbar

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume	V/C Ratio
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1424	0.49
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1667	0.58
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1457	0.51
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1719	0.60
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1447	0.50
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1726	0.60

Sumber : Hasil Analisis

Dengan penambahan kapasitas Pengalihan angkutan Barang, maka v/c ratio di semua ruas akan menjadi lebih baik.

4. Kecepatan

Tabel 3.18 Kecepatan setelah pengalihan Angbar

Peak Hours	Arah Barat - Timur (Ke Surabaya)			Arah Timur - Barat (Ke Gresik)		
	Waktu (Jam)	Jarak (Km)	kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)	Waktu (jam)	Jarak (Km)	kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)
07.00 - 08.00	0.00091	0.05	55.16	0.00100	0.05	50.14
12.00 - 13.00	0.00091	0.05	54.77	0.00103	0.05	48.69
16.00 - 17.00	0.00091	0.05	54.93	0.00103	0.05	48.74

Sumber : Hasil Analisis

Dengan pengalihan waktu operasional angkutan barang tentu akan meningkatkan kecepatan kendaraan yang melewati ruas tersebut.

5. Kepadatan

Tabel 3.19 Kepadatan setelah pengalihan Angbar

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Volume	Waktu (Jam)	Panjang Ruas (Km)	Kepadatan (Smp/Jam)
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	1424	0.00119	0.05	33.83
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	1667	0.00093		30.87
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	1457	0.00118		34.40
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	1719	0.00093		31.86
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	1447	0.00127	0.05	36.80
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	1726	0.00100		34.43

Sumber : Hasil Analisis

Dengan adanya pengalihan Angkutan Barang tentu akan menyebabkan kecepatan berubah, sehingga kepadatannya akan semakin turun.

6. Tingkat Pelayanan

Tabel 3.20 Tingkat Pelayanan setelah pengalihan Angbar

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Kapasitas	Volume	V/C Ratio	kecepatan	LOS
07.00 - 08.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1424	0.49	55.16	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1667	0.58	50.14	C
12.00 - 13.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1457	0.51	54.77	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1719	0.60	48.69	C
16.00 - 17.00	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	2878	1447	0.50	54.93	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)		1726	0.60	48.74	C

Sumber : Hasil Analisis

Tingkat Pelayanan atau Level Of Service akan mengalami penurunan sehingga kinerja ruas jalan di jalan tersebut menjadi lebih optimal dikarenakan adanya Pengalihan Angbar.

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Hasil Analisis Evaluasi Kinerja

a. Ruas Jalan

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting, maka dapat diperoleh data pembahasan yang dianalisis pada jam sibuk pagi, siang dan sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis data sekunder maka diperoleh untuk data di jam sibuk pagi hari di pukul 07.00 - 08.00 WIB dengan Volume 4305 smp/jam. Jam Sibuk siang hari pukul 12.00 – 13.00 WIB dengan Volume 4332 smp/jam. Jam Sibuk sore hari pukul 16.00 – 17.00 WIB dengan Jumlah Volume kendaraan sebesar 4657 smp/jam. Dengan data data diatas, maka dapat disimpulkan hasil pembahasan analisis data di ruas jalan dan juga persimpangan di Tabel dibawah ini:

Tabel 3.21 Kinerja Ruas Jalan Eksisting

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergerakan Lalu Lintas	Tipe Lajur	Lebar Jalan (m)	Kondisi Eksisting					
				Kapasitas (Smp/Jam)	Volume (Smp/Jam)	V/C Ratio	Kecepatan (Km/Jam)	Kepadatan (Smp/Jam)	LOS
Peak Hours Pagi (07.00-08.00)	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4/2 T	19	2878	2054	0.71	42.09	48.80	E
	Timur ke Barat (Ke Gresik)			2878	2251	0.78	33.05	68.12	E
Peak Hours Siang (12.00-13.00)	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4/2 T	19	2878	2033	0.71	42.35	48.00	E
	Timur ke Barat (Ke Gresik)			2878	2300	0.80	32.37	71.03	E
Peak Hours Sore (16.00-17.00)	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	4/2 T	19	2878	2168	0.75	39.33	55.13	E
	Timur ke Barat (Ke Gresik)			2878	2488	0.86	31.65	78.61	E

Sumber : Hasil Analisis 2024

Berdasarkan tabel diatas kinerja ruas jalan tambak langon dan di kota Surabaya dapat diketahui untuk hasil evaluasi kinerja ruas jalan tambak langon memiliki kinerja buruk. Hal ini

dapat dibuktikan pada pukul 16.00 – 17.00 WIB dari arah timur ke barat menuju Gresik memiliki v/c ratio sebesar 0,86, kepadatan 78,61 smp/jam, kecepatan 31,65 km/jam dengan mengacu pada PKJI 2023 bahwa dengan kecepatan sekurang kurangnya 30 km/jam maka kepadatan tinggi dan terjadi kemacetan sehingga memiliki tingkat pelayanan dengan klasifikasi E.

b. Persimpangan Jalan

Tabel .22 Kinerja Persimpangan Jalan Eksisting

Indikator	Nilai
Derajat Kejenuhan	0,69
Tundaan	12,20
Peluang Antrian	19%-39%

Sumber : Hasil Analisis

Untuk evaluasi persimpangan mergomulyo memiliki kinerja persimpangan dengan derajat jenuh sebesar/vc ratio 0,69 dan memiliki kinerja baik.

3.2.2 Pembahasan Penyelesaian Rekayasa Lalu Lintas

a. Contraflow

1. Regresi Linear dan Korelasi

Analisis regresi dan korelasi menggunakan kolom excel sehingga diketahui diketahui $y=a+bx$, dimana $a= -8054562$ dan $b=3.6486$. Sehingga dapat dimasukkan ke dalam persamaan $y= -8054562+4,6686x$ atau $y=3,6486x-8272066$.

2. Pertambahan Penduduk

Setelah didapatkan laju pertumbuhan maka, dapat diketahui jumlah penduduk tahun kedepan. $P_n=P_o [(1+i)]^n$. Dengan rumus diatas Prediksi jumlah penduduk tahun 2024 adalah 3.022.828 jiwa.

3. Pertumbuhan Lalu Lintas

Adapun salah satu perhitungan untuk mendapatkan jumlah kepemilikan kendaraan berdasarkan persamaan y adalah sebagai berikut:

Jumlah kepemilikan kendaraan pada tahun 2024:

$$y = -8054562 + (3,6486 \times 3022828) = 2974572$$

Untuk menghitung presentase angka pertumbuhan lalu lintas dihitung sebagai berikut:

$$i = \sqrt[n]{(P_n/P_o)} - 1$$

$$i = \sqrt[10]{(10 \times 3481008 / 2974527)} - 1$$

$$i = 0,02 = 2\%$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan laju pertumbuhan kendaraan sebesar 2%.

4. Peralaman Lalu Lintas

Lalu Lintas Harian menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LHR_t = LHR [(1+i)]^n$$

$LHR_t = LHR$ yang direncanakan

$LHR = LHR$ yang didapat dalam penelitian

i = angka pertumbuhan

n = umur rencana (tahun)

untuk tahun 2025 pendekat kaki simpang Jl. Puput diperoleh LHRt sebagai berikut:

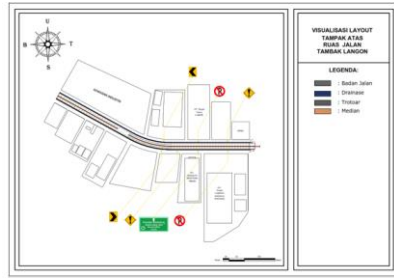
$$LHR_t = 6255 [(1+0,02)]^1$$

$$LHR_t = 6255$$

diketahui persentase pertambahan LHRT selama 5 tahun adalah sebagai berikut, diambil salah satu sampel dari arah B ke T sebagai berikut:

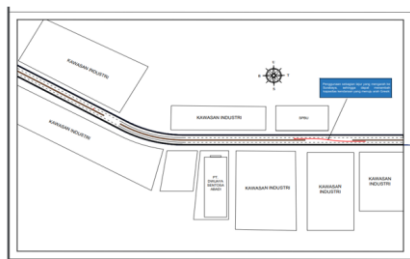
$$LHR_{sampling} - LHR_o \text{ Pendekat} = 6906 - 6255 = 651$$

Sehingga persentase pertambahan arus selama 5 tahun adalah: $651/6255 = 9.6\%$



Gambar 1. Eksisting Ruas Jalan Tambak Langon

Sumber : Sumber : Hasil Analisis



Gambar .2 Contra Flow Ruas Jalan Tambak Langon

Sumber : Hasil Analisis

b. Pengalihan Waktu Operasional Angkutan Barang

Pengalihan waktu operasional angkutan barang tentu diharapkan dapat menaikkan kapasitas jalan, hal itu dikarenakan banyaknya kendaraan berat yang melewati ruas jalan tersebut, tentu akan menimbulkan peluang antrian kendaraan lainnya yang akan menyebabkan kemacetan (Oglesb.y,f1999).

Berikut ini merupakan tabel hasil analisis pembahasan penyelesaian contraflow dan pengalihan angkutan barang dan juga tabel kondisi eksistingnya.

Tabel .23 Tabel Penyajian Hasil Analisis Data

TIME SLICE (Peak Hours)	Arah Pergeseran Lalu Lintas	Eksisting				Contraflow				Pengalihan Angkar			
		V/C Ratio	Kecepatan (Km/Jam)	Kepadatan (Smp/Jam)	LOS	V/C Ratio	Kecepatan (Km/Jam)	Kepadatan (Smp/Jam)	LOS	V/C Ratio	Kecepatan (Km/Jam)	Kepadatan (Smp/Jam)	LOS
Peak Hours Pagi (07.00 - 08.00)	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	0.71	42.09	48.80	E	0.48	55.38	48.80	C	0.49	55.16	33.83	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	0.78	33.05	68.12	E	0.52	54.00	41.69	C	0.58	50.14	30.87	C
Peak Hours Siang (12.00 - 13.00)	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	0.71	42.35	48.00	E	0.47	55.84	48.00	C	0.51	54.77	34.40	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	0.80	52.37	71.03	E	0.53	53.95	42.63	C	0.60	48.69	31.86	C
Peak Hours Sore (16.00 - 17.00)	Barat ke Timur (Ke Surabaya)	0.75	39.33	55.13	E	0.50	54.93	55.13	C	0.50	54.93	36.80	C
	Timur ke Barat (Ke Gresik)	0.86	31.65	78.61	E	0.58	50.14	49.63	C	0.60	48.74	34.43	C

Sumber : Hasil Analisis 2024

untuk penyelesaian dengan contraflow mendapatkan kinerja jalan yang optimal yaitu pada pukul 16.00-17.00 dari arah timur ke barat yang semula vc ratio sebesar 0,86 berubah menjadi 0,58.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis evaluasi kinerja ruas jalan dan persimpangan jalan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Evaluasi terhadap kinerja ruas jalan tambak langon dan persimpangan margomulyo di kota Surabaya dapat diketahui untuk hasil evaluasi kinerja ruas jalan tambak langon memiliki kinerja buruk. Hal ini dapat dibuktikan pada pukul 16.00 – 17.00 WIB dari arah timur ke barat menuju Gresik memiliki v/c ratio sebesar 0,86, kepadatan 78,61 smp/jam, kecepatan 31,65 km/jam. Untuk persimpangan mergomulyo memiliki kinerja persimpangan dengan derajat jenuh sebesar vc ratio 0,69 dan memiliki kinerja baik.
2. Penyelesaian Rekayasa Lalu Lintas yang telah disampaikan yaitu dengan contraflow dan pengalihan waktu operasional angkutan barang dengan melakukan pelarangan kendaraan angkutan barang beroperasi pada pukul 06.00 – 18.00 WIB didapatkan kinerja jalan yang paling tepat menggunakan yaitu menggunakan penyelesaian contraflow.

DAFTAR PUSTAKA

C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. (2003). Dasar – dasar Rekayasa Transportasi Jilid I. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta

Edward K. Morlok. (1985). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga. Jakarta

Oglesby, Clarkson H. (1999). Teknik Jalan Raya. Erlangga. Jakarta

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL LIMBAH SERBUK GYPSUM TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS DAN MODULUS ELASTISITAS PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI CIKARANG

Jon Putra

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
jonputra@itbu.ac.id*

Abstrak

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur diatasnya. Pada tanah lempung ekspansif terdapat beberapa masalah yang sering terjadi yaitu masalah daya dukung tanah yang rendah dan penurunan yang besar. Hanya tanah yang mempunyai stabilitas baik yang mampu mendukung konstruksi yang besar. Sedangkan tanah yang kurang baik harus distabilisasi terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai pondasi. Salah satu upaya yang akan dilakukan oleh penulis untuk meningkatkan kestabilan tanah ekspansif adalah melakukan penelitian terhadap penambahan bahan tambah serbuk Gypsum dengan persentase penambahan yang berbeda. Penelitian ini dilakukan guna untuk menguji dan mengetahui seberapa kuat pengaruh penambahan serbuk Gypsum terhadap kuat tekan bebas dan modulus elastisitas tanah lempung ekspansif. Pengujian ini dilakukan dengan cara menambahkan serbuk Gypsum pada tanah lempung dengan komposisi penambahan kadar variasi serbuk Gypsum terhadap tanah lempung yaitu: 0%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil dari pengujian Unconfined Compression Test didapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 5,53 kg/cm² dengan variasi campuran Tanah Asli + Serbuk Gypsum 25%, nilai ini meningkat 122,73% dari nilai Unconfined Compression Test tanah asli. Hasil dari pengujian Modulus Elastisitas Tanah didapatkan nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu sebesar 4,85 kg/cm² dengan variasi campuran Tanah Asli + Serbuk Gypsum 25%, nilai ini meningkat 61,25% dari nilai modulus elastisitas tanah asli.

Kata Kunci : tanah lempung, serbuk gypsum, kuat tekan bebas, modulus elastisitas

1. PENDAHULUAN

Beberapa penelitian dilakukan untuk mencari alternatif perbaikan tanah, hal ini menghadirkan pada suatu pilihan untuk mendirikan bangunan pada lokasi tanah yang kurang menguntungkan bila ditinjau dari segi geoteknisnya. Pada penelitian kali ini, digunakan bahan campuran yang dapat meningkatkan stabilisasi pada tanah lempung ekspansif. Bahan yang digunakan adalah gypsum. Gypsum merupakan mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Gypsum yang paling umum ditemukan adalah jenis hidrat kalsium sulfat dengan rumus kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Untuk mengetahui pengaruh gypsum dalam stabilisasi tanah lempung ekspansif maka dilakukan penelitian di laboratorium.

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur diatasnya.. Hanya tanah yang mempunyai stabilitas baik yang mampu mendukung konstruksi yang besar.

Sedangkan tanah yang kurang baik harus distabilisasi terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai pondasi. Kurangnya pemahaman para perencana dan pelaksana terhadap perilaku tanah ekspansif. Tanah lempung menjadi salah satu dari jenis tanah yang sering menjadi masalah dalam suatu proyek. Tanah Lempung merupakan tanah dengan ukuran mikroskopik sampai dengan sub mikroskopik yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. (Bowles, Joseph E, 1991).

Berdasarkan uraian di atas dan penelitian-penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh campuran gypsum terhadap kuat daya dukung tanah lempung ekspansif di Cikarang Kab. Bekasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase campuran gypsum yang efektif untuk mengetahui nilai kuat tekan bebas dan modulus

elastisitas pada tanah asli maupun tanah yang telah diberi campuran gypsum, dan besarnya perubahan-perubahan pada sifat fisik tanah tersebut karena adanya penambahan jumlah komposisi gypsum yang bervariasi Craig, F.R. , 1991).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan cara melakukan kajian eksperimen dengan melakukan penambahan serbuk Gypsum terhadap tanah asli, setelah dilakukan uji Specific Gravity, uji Standart Proctor. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Unconfined Compression Test dan Modulus Elastisitas. Sedangkan variabel tetap dalam penelitian ini adalah serbuk Gypsum. metodologi yang digunakan peneliti yaitu kajian eksperimen untuk mendapatkan nilai unconfined compression test (uji kuat tekan) dan nilai modulus elastisitas tanah setelah dilakukan penambahan campuran serbuk Gypsum.

2.2 Pola Pikir

Pada penelitian ini dimulai dengan dua butir rumusan masalah yang kemudian dilakukan proses pengumpulan data yaitu berupa data primer. Secara konsep penelitian ini terdapat dua variabel dimana variabelnya yaitu tanah lempung ekspansif dan campuran serbuk Gypsum. Kemudian dari hasil analisis dilakukan pembahasan untuk mencapai sebuah tujuan atau kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang sudah ditentukan.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan data sekunder. Data sekunder berupa data analisis hasil pengujian laboratorium mengacu pada peraturan yang sudah ada seperti SNI (Standar Nasional Indonesia) ataupun ASTM (American Society for Testing and Materials). Pengumpulan data sekunder ini dilakukan dengan cara pengambilan sampel tanah langsung di Cikarang, Tanah disimpan didalam kantong plastik dan dibawa ke Laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo, di uraikan, dijemur, dan dihaluskan kemudian

melakukan penelitian langsung di laboratorium mekanika tanah kampus Institut Teknologi Budi Utomo.

2.3.2 Metode Analisis Data

a. Pra Uji

1) Pengujian Specific Gravity (Berat Jenis)

Berikut rumus perhitungan Specific Gravity (G_s) ialah sebagai berikut:

$G_s = (\text{Masa butiran})/(\text{Massa air dengan volume yang sama}) = M_s/M_w$

$G_s = (c-a)/((b-a) T_1 - (d-c) T_2)$

2) Pengujian *Standard Proctor*

Berikut rumus perhitungan standar proctor ialah sebagai berikut:

- Berat volume basah (Y_b)
 $Y_b = \text{berat volume tanah basah} / \text{volume tanah basah}$
- Berat volume kering (Y_{dry})
 $Y_{dry} = Y_b / (1+w)$
- Angka pori
 $e = (G_s \cdot Y_s \cdot (1+w)) / Y_b - Y_w$
- Porositas : $n = e / (e+1)$
- Berat volume tanah jenuh (Y_{sat})
 $Y_{sat} = Y_b (1 - n) + n$

b. Analisis Nilai Unconfined Compression Test (UCT) pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan serbuk Gypsum.

Pengujian pemadatan tanah dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Ukur diameter dan tinggi tanah. , kemudian letakkan sampel tanah pada alat uji tekan bebas dan diatur supaya load dial dan dial deformasi menunjukkan angka nol, kemudian catat faktor kalibrasi proving ring. Kemudian Pemberian tekanan vertikal dilakukan dengan memutar engkol pada alat uji tekan bebas. Kemudian pembacaan pada beban dilakukan tiap interval deformasi, yaitu 50, 100, 150, 200 dan seterusnya sampai benda uji mengalami keruntuhan. Lalu sampel tanah yang telah selesai pengujian kemudian dikeluarkan dari alat UCT dan diremas

dalam kantong plastik. Setelah itu tanah dilakukan pencetakan ulang didalam silinder ring. Sampel ini digunakan untuk pengujian kuat tekan bebas dalam keadaan cetak ulang (remolded). Kemudian sampel tanah remolded dikeluarkan dari silinder ring menggunakan (extruder). Dan dilakukan pengujian lagi seperti pada pengujian tanah pemadatan. Kemudian Lakukan pengujian pada setiap sampel tanah (Das, B.M, 1995).

- c. Analisis Nilai Modulus Elastisitas pada tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk *Gypsum*. Berdasarkan grafik stress – strain ini dapat ditentukan modulus elastisitas tanah E50. Pada grafik stress-strain didapat nilai $E=E_0$ yang didefinisikan sebagai Young's Modulus, sedangkan nilai E50 adalah nilai modulus sekan (Secant's Modulus) yang didapat dari nilai $\sigma_{50}/\epsilon_{50}$.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

- a. Metode pembahasan hasil analisis nilai Unconfined Compression Test (UCT) pada tanah lempung ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum. Pada pengujian ini, akan diperoleh hasil tegangan (σ) dan regangan (ϵ) dari sampel tanah yang mengalami deformasi. Menentukan nilai unconfined compression test tanah dengan menggunakan rumus:
 σ (tegangan)=P (aplikasi beban aksial)/A (Luas penampang sampel tanah) dan ϵ_a (regangan aksial) = ΔL (perubahan tinggi sampel tanah (L-L₀)/L₀ (Tinggi awal sampel))
- b. Metode pembahasan hasil analisis nilai modulus elastisitas tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk Gypsum. Menentukan modulus elastisitas tanah dengan menggunakan rumus:
 E_{50} (modulus elastisitas tanah) = $\Delta\sigma$ (Nilai tegangan tanah asli atau campuran)/ $\Delta\epsilon$ (Nilai regangan tanah asli atau campuran)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Pengujian Berat Jenis Tanah

Adapun rumus untuk menghitung berat jenis tanah adalah sebagai berikut:

G_s (Berat jenis) = $(w_2 \text{ (berat picnometer dan tanah kering)} - w_1 \text{ (berat picnometer)}) / ((w_4 \text{ (berat picnometer dan air bersih)} - w_1) - (w_3 \text{ (berat picnometer, tanah dan air)} - w_2))$

Dari hasil pengujian berat jenis tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Gypsum dengan variasi campuran 0%,15%, 20% dan 25% maka didapat tabel sebagai berikut :

Tabel.1 Data Pengujian Berat Jenis Tanah

NO	Jenis Tanah	Picnometer Kering (botol 50ml) (gram)	Picnometer + Aquades (gram)	Picnometer + Tanah	Picnometer + Tanah + Campuran	Picnometer + Tanah + Campuran + Aquades (full)
1	TA	18.0	68.0	34.67	0	78.70
2	TA + SG 15%	22.5	70.9	39.17	41.70	82.90
3	TA + SG 20%	21.6	70.1	38.27	41.60	82.50
4	TA + SG 25%	19.4	68.8	36.07	40.20	81.40

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Hasil perhitungan analisis berat jenis tanah tanpa campuran = $G_s = (c-a)/((b-a) T_1 - (d-c) T_2)$
 $= (34,7-18,0)/((68,0-18,0)0,965 - (78,7-34,7)0,965) = 2,71 \text{ gr/cm}^3$

3.1.2 Pengujian Pemadatan Tanah

Dari hasil pengujian pemadatan tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Gypsum dengan variasi campuran 0%,15%, 20% dan 25% maka didapat tabel sebagai berikut :

Tabel
Hasil

Campuran	Sample Tanah + serbuk Gypsum	Berat Cawan (gr)	Sebelum dioven (gr)	Setelah dioven (gr)	Berat Volume Tanah Basah (lb)	Berat Volume Tanah Kering (lb)	ZAV
Tanah Asli	1	34,2	84,6	71,3	1,49	1,10	1,38
	2	34,3	83,3	70,6	1,38	1,03	1,39
	3	32,8	85,5	70	1,45	1,03	1,27
	4	34,2	86	67,8	1,38	0,90	1,10
TA+SG 15%	1	34,0	97,8	86,1	1,34	1,09	1,64
	2	34,9	118,3	101,1	1,42	1,12	1,56
	3	32,1	116,3	96,7	1,42	1,09	1,46
	4	34,1	118,2	96,1	1,45	1,07	1,35
TA+SG 20%	1	31,2	121,3	102,6	1,38	1,10	1,54
	2	35,1	120,6	102,3	1,40	1,10	1,52
	3	33,5	123,3	102,9	1,40	1,02	1,47
	4	34,6	118,7	99,1	1,33	0,96	1,45
TA+SG 25%	1	34,1	120,9	101,9	1,41	1,10	1,47
	2	34,4	121,2	101,3	1,41	1,08	1,42
	3	34,8	120,2	98,2	1,46	1,08	1,34
	4	31,7	119,1	95,9	1,41	1,04	1,31

.2 Data

Pengujian Pemadatan Tanah

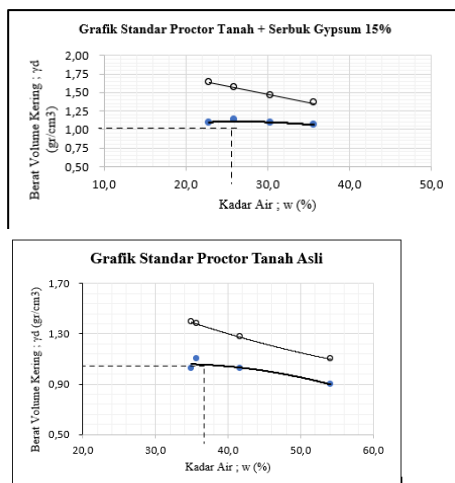
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Data Alat:

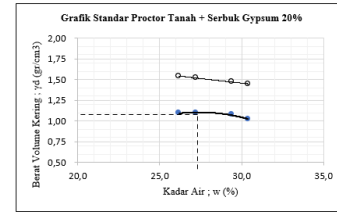
Berat alat= 1777,3. Tinggi alat = 11,7. Diameter alat = 10,2

Dari data pemadatan (Standart Proctor) tersebut, maka dapat dianalisis dengan menggunakan rumus seperti contoh berikut:

- 1) Volume alat = $\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (10,2)^2 \cdot 11,7 = 955,5 \text{ cm}^3$
- 2) Berat Volume basah = ("berat tanah+cetakan")-"berat alat" /"volume proctor" = $(3200-1777,3)/955,5 = 1,49 \text{ gr/cm}^3$
- 3) Kadar Air
Berat air = $84,6 - 71,3 = 13,3$
Berat tanah kering= $71,3 - 34,2 = 37,1$
Kadar air $w = 13,3 / 37,1 \times 100 \% = 35,7 \%$
- 4) Berat volume kering = $\gamma_{dry} = \gamma_b / "1+w" = \gamma_{dry} = "1,49" / (1+35,7/100) = 1,10 \text{ gr/cm}^3$
- 5) Zero Air Void
 $ZAV = (GS \times \gamma_w) / "1 + (GS \times W)$
Dimana $\gamma_w = 1 \text{ gr/cm}^3$ $GS = 2,71 \text{ gr/cm}^3$
 $= 2,71 \times 1 / (1 + (2,71 \times 35,7 / 100)) = 1,38$



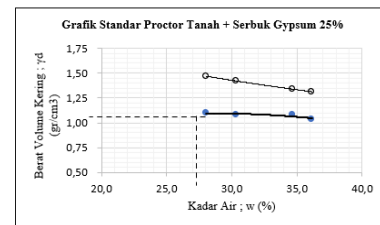
Gambar .1 Grafik Standar Proctor Tanah Asli
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Didapatkan hasil :

MDD = $1,12 \text{ gr/cm}^3$ dan OMC = 37,5 %

Gambar .2 Grafik Standar Proctor Tanah Asli +
Serbuk Gypsum 15%
(Sumber : Olahan Penelitian Mandiri)



Didap
atkan
hasil :
MDD
= $1,13 \text{ gr/cm}^3$

dan OMC = 28,2 %

Gambar 3. Grafik Standar Proctor Tanah Asli +
Serbuk Gypsum 20%
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil :

MDD = $1,11 \text{ gr/cm}^3$ dan OMC = 27,4 %

Gambar .4 Grafik Standar Proctor Tanah Asli +
Serbuk Gypsum 25%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil : MDD = 1,06 gr/ cm³
Dan OMC = 27,2 %

Gambar .5 Grafik OMC pada Variasi Kandungan Serbuk Gypsum
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Gambar .6 Grafik MDD pada Variasi Kandungan Serbuk Gypsum
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

3.1.3 Analisis Data Nilai Unconfined Compression Test pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum

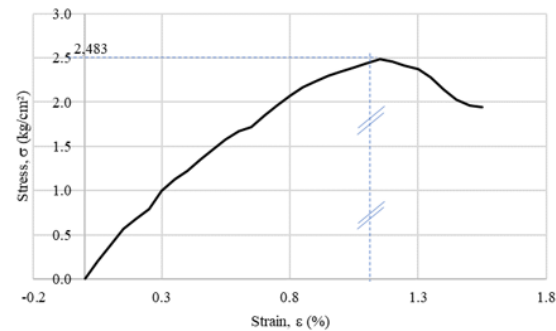
Dari hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Gypsum dengan variasi campuran 0%,15%, 20% dan 25% maka didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli

Deform	Strain	A	Dial Reading Deformation	P	σ
mm	$\epsilon = \Delta H / H_0 \cdot 100\%$	$A = A_0$	Div	Dial x Calibration	P/A
	%	cm ²		kg	kg/cm ²
0	0	19.625	0	0	0
0.5	0.05	19.625	9	3.987	0.203
1	0.10	19.625	17	7.531	0.384
1.5	0.15	19.625	25	11.075	0.564
2	0.20	19.625	30	13.290	0.677
2.5	0.25	19.625	35	15.505	0.790
3	0.30	19.625	44	19.492	0.993
3.5	0.35	19.625	50	22.150	1.129
4	0.40	19.625	54	23.922	1.219
4.5	0.45	19.625	60	26.580	1.354
5	0.50	19.625	65	28.795	1.467
5.5	0.55	19.625	70	31.010	1.580
6	0.60	19.625	74	32.782	1.670
6.5	0.65	19.625	76	33.668	1.716
7	0.70	19.625	82	36.326	1.851
7.5	0.75	19.625	87	38.541	1.964
8	0.80	19.625	92	40.756	2.077
8.5	0.85	19.625	96	42.528	2.167
9	0.90	19.625	99	43.857	2.235
9.5	0.95	19.625	102	45.186	2.302
10	1.00	19.625	104	46.072	2.348
10.5	1.05	19.625	106	46.958	2.393
11	1.10	19.625	108	47.844	2.438
11.5	1.15	19.625	110	48.730	2.483
12	1.20	19.625	109	48.287	2.460
12.5	1.25	19.625	107	47.401	2.415
13	1.30	19.625	105	46.515	2.370
13.5	1.35	19.625	101	44.743	2.280
14	1.40	19.625	95	42.085	2.144
14.5	1.45	19.625	90	39.870	2.032
15	1.50	19.625	87	38.541	1.964
15.5	1.55	19.625	86	38.098	1.941
Kuat Tekan q_u (kg/cm ²)					2.483
Kohesi c_u (kg/cm ²)					1.242

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

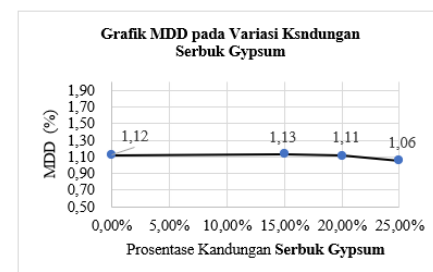
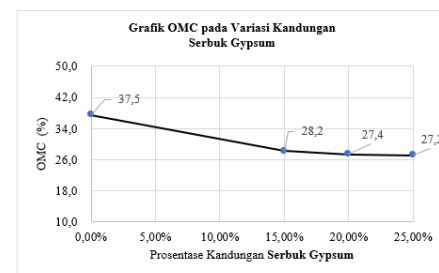
Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar .7 Grafik Stress - Strain Tanah Asli
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil Kuat tekan (q_u) = 2,483kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure

Tabel .4 Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli + Serbuk Gypsum 15%



Deform	Strain $\epsilon = \Delta H/H_0 100\%$	A A = A ₀	Dial Reading Deformation	P Dial x Calibration	σ P/A
mm	%	cm ²	Div	kg	kg/cm ²
0	0	19.625	0	0	0
0.5	0.05	19.625	10	4.430	0.226
1	0.10	19.625	12	6.645	0.339
1.5	0.15	19.625	25	11.075	0.564
2	0.20	19.625	35	15.505	0.790
2.5	0.25	19.625	45	19.935	1.016
3	0.30	19.625	55	24.365	1.242
3.5	0.35	19.625	65	28.795	1.467
4	0.40	19.625	75	33.225	1.693
4.5	0.45	19.625	80	35.440	1.806
5	0.50	19.625	90	39.870	2.032
5.5	0.55	19.625	95	42.085	2.144
6	0.60	19.625	105	46.515	2.370
6.5	0.65	19.625	115	50.945	2.596
7	0.70	19.625	123	54.489	2.777
7.5	0.75	19.625	130	57.590	2.935
8	0.80	19.625	137	60.691	3.093
8.5	0.85	19.625	145	64.235	3.273
9	0.90	19.625	152	67.336	3.431
9.5	0.95	19.625	160	70.880	3.612
10	1.00	19.625	167	73.981	3.770
10.5	1.05	19.625	175	77.525	3.950
11	1.10	19.625	180	79.740	4.063
11.5	1.15	19.625	190	84.170	4.289
12	1.20	19.625	195	86.385	4.402
12.5	1.25	19.625	200	88.600	4.515
13	1.30	19.625	205	90.815	4.628
13.5	1.35	19.625	210	92.020	4.740
14	1.40	19.625	213	94.359	4.808
14.5	1.45	19.625	210	92.050	4.740
15	1.50	19.625	208	90.144	4.695
15.5	1.55	19.625	205	90.815	4.628
16	1.60	19.625	201	89.043	4.537
16.5	1.65	19.625	196	86.828	4.424
17	1.70	19.625	190	84.170	4.289
17.5	1.75	19.625	185	81.955	4.176
18	1.80	19.625	180	79.740	4.063
18.5	1.85	19.625	173	76.639	3.905
19	1.90	19.625	165	73.095	3.725
19.5	1.95	19.625	160	70.880	3.612
20	2.00	19.625	150	66.450	3.386
Kuat Tekan (kg/cm ²)					4.808
Koheisi (kg/cm ²)					2.404

Sumber : Olahan Penelitian

Deform	Strain $\epsilon = \Delta H/H_0 100\%$	A A = A ₀	Dial Reading Deformation	P Dial x Calibration	σ P/A
mm	%	cm ²	Div	kg	kg/cm ²
0	0	19.625	0	0	0
0.5	0.05	19.625	10	4.430	0.226
1	0.10	19.625	20	8.860	0.451
1.5	0.15	19.625	30	13.290	0.677
2	0.20	19.625	40	17.720	0.903
2.5	0.25	19.625	50	22.150	1.129
3	0.30	19.625	60	26.580	1.354
3.5	0.35	19.625	70	31.010	1.580
4	0.40	19.625	82	36.326	1.851
4.5	0.45	19.625	90	39.870	2.032
5	0.50	19.625	100	44.300	2.257
5.5	0.55	19.625	110	48.730	2.483
6	0.60	19.625	120	53.160	2.709
6.5	0.65	19.625	130	57.590	2.935
7	0.70	19.625	138	61.134	3.115
7.5	0.75	19.625	145	64.235	3.273
8	0.80	19.625	152	67.336	3.431
8.5	0.85	19.625	160	70.880	3.612
9	0.90	19.625	167	73.981	3.770
9.5	0.95	19.625	175	77.525	3.950
10	1.00	19.625	182	80.626	4.108
10.5	1.05	19.625	190	84.170	4.289
11	1.10	19.625	195	86.385	4.402
11.5	1.15	19.625	205	90.815	4.628
12	1.20	19.625	210	92.020	4.740
12.5	1.25	19.625	215	95.245	4.853
13	1.30	19.625	220	97.460	4.966
13.5	1.35	19.625	225	99.675	5.079
14	1.40	19.625	228	101.004	5.147
14.5	1.45	19.625	225	99.675	5.079
15	1.50	19.625	223	98.789	5.024
15.5	1.55	19.625	220	97.460	4.966
16	1.60	19.625	216	95.688	4.876
16.5	1.65	19.625	211	93.473	4.761
17	1.70	19.625	205	90.815	4.628
17.5	1.75	19.625	200	88.600	4.515
18	1.80	19.625	195	86.385	4.402
18.5	1.85	19.625	188	83.284	4.244
19	1.90	19.625	180	79.740	4.063
19.5	1.95	19.625	175	77.525	3.950
20	2.00	19.625	165	73.095	3.725
Kuat Tekan (kg/cm ²)					5.147
Koheisi (kg/cm ²)					2.573

Sumber : Olahan Penelitian

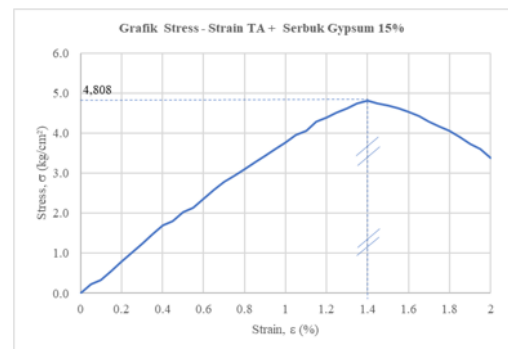
Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:

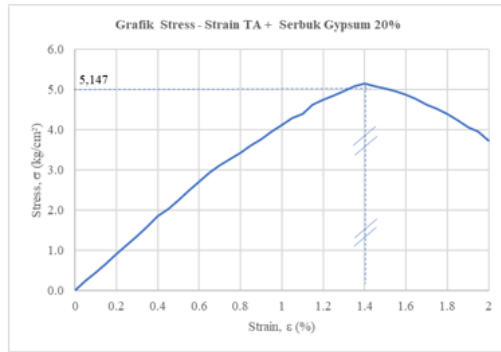
Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:

Gambar .8 Grafik Stress - Strain Tanah Asli + Serbuk Gypsum 15%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:
Kuat tekan (qu) = 4,808 kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure

Tabel .5 Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli+ Serbuk Gypsum 20%

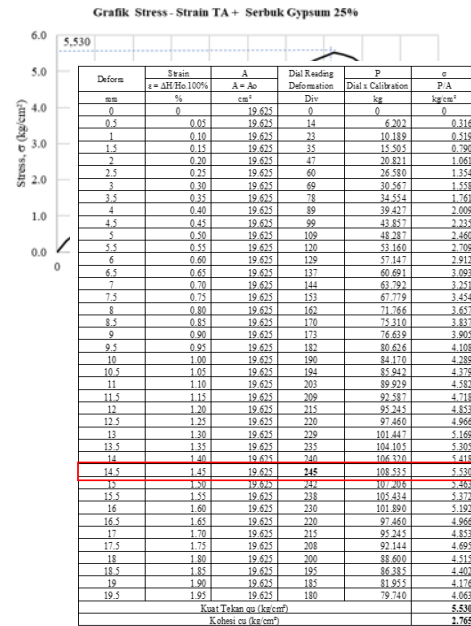




Gambar 9 Grafik Stress - Strain Tanah Asli +Serbuk Gypsum 20%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 5,147 kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure



Gambar .10 Grafik Stress - Strain Tanah Asli +Serbuk Gypsum 25%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 5,530 kg/cm²
Tipe Keruntuhan = Brittle Failure

Tabel .6 Data Hasil Pengujian UCT Tanah Asli + Serbuk Gypsum 25%

3.1.4 Analisis Data Nilai Modulus Elastisitas pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum

Dari hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk gypsum dengan variasi campuran 0%, 15%, 20% dan 25% maka didapat grafik sebagai berikut :

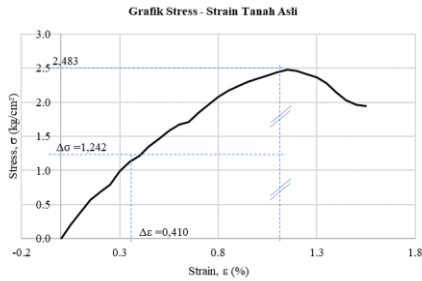
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Gambar .11 Grafik Stress – Strain Tanah Asli
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Dari tabel perhitungan diatas dapat diperoleh grafik sebagai berikut:

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 2,483 kg/cm²



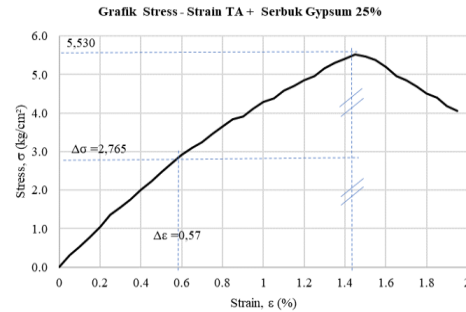
Kohesi
(c_u) =
1,245
kg/cm
2
Tipe
Kerunt
uhan =
Brittle

Failure

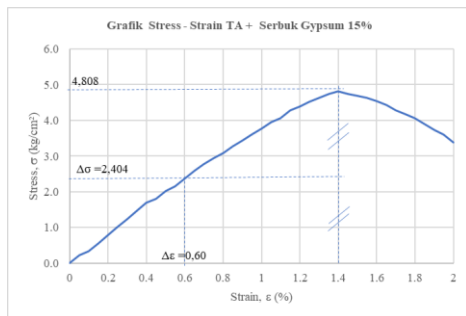
Modulus Elastisitas = $E_{50} = \Delta\sigma/\Delta\epsilon$
= $1,242/0,410 = 3,010 \text{ kg/cm}^2$

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u)= 5,147 kg/cm², Kohesi (c_u) =
2,573 kg/cm², Tipe Keruntuhan = Brittle Failure
Modulus Elastisitas =
 $E_{50} = \Delta\sigma/\Delta\epsilon = 2,573/0,57 = 4,515 \text{ kg/cm}^2$



Gambar .14 Grafik *Stress – Strain* Tanah Asli +
Serbuk *Gypsum* 25%
(Sumber: Olahan Penelitian Mandiri)

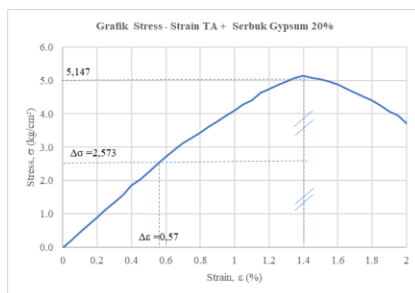


Gambar
.12
Grafik
Stress –
Strain
Tanah
Asli +

Serbuk *Gypsum* 15%
(Sumber : Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil:

Kuat tekan (q_u) = 4,808 kg/cm², Kohesi (c_u)=
2,404 kg/cm² , Tipe Keruntuhan= Brittle Failure
Modulus Elastisitas = $E_{50} = \Delta\sigma/\Delta\epsilon =$
 $2,404/0,60 = 3,994 \text{ kg/cm}^2$



Gambar .13 Grafik *Stress – Strain* Tanah Asli +
Serbuk *Gypsum* 20%
(Sumber : Olahan Penelitian Mandiri)

Didapatkan hasil: Kuat tekan (q_u)= 5,530
kg/cm², Kohesi (c_u) = 2,765 kg/cm² , Tipe
Keruntuhan=Brittle Failure,ModulusElastisitas=
 $E_{50}=\Delta\sigma/\Delta\epsilon=2,765/0,57=4,853 \text{ kg/cm}^2$

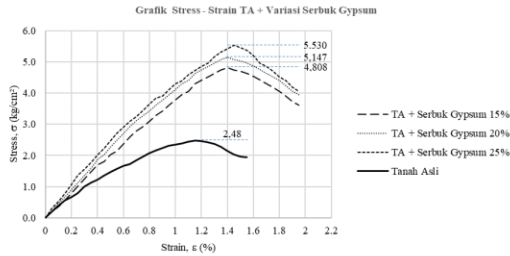
3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Nilai Unconfined Compression Test pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk Gypsum

Tabel .7 Rekapitulasi Nilai *Unconfined Compression*
Test.

Deformasi	Strain	Tanah Asli	TA + Serbuk Gypsum 10%	TA + Serbuk Gypsum 20%	TA + Serbuk Gypsum 25%
mm	%	σ	σ	σ	σ
0	0	0	0	0	0
0.5	0.05	0.203	0.226	0.226	0.316
1	0.10	0.384	0.339	0.451	0.519
1.5	0.15	0.564	0.564	0.677	0.795
2	0.20	0.677	0.795	0.903	1.061
2.5	0.25	0.795	1.016	1.129	1.354
3	0.30	0.892	1.242	1.254	1.528
3.5	0.35	1.129	1.467	1.580	1.761
4	0.40	1.219	1.693	1.821	2.009
4.5	0.45	1.254	1.808	2.032	2.232
5	0.50	1.467	2.032	2.247	2.460
5.5	0.55	1.580	2.144	2.481	2.709
6	0.60	1.670	2.170	2.709	2.912
6.5	0.65	1.716	2.598	2.933	3.093
7	0.70	1.851	2.777	3.111	3.251
7.5	0.75	1.894	2.832	3.273	3.454
8	0.80	2.077	3.093	3.451	3.677
8.5	0.85	2.167	3.273	3.612	3.917
9	0.90	2.242	3.411	3.776	4.092
9.5	0.95	2.302	3.612	3.950	4.108
10	1.00	2.345	3.770	4.105	4.282
10.5	1.05	2.392	3.920	4.282	4.379
11	1.10	2.438	4.062	4.402	4.582
11.5	1.15	2.482	4.282	4.626	4.718
12	1.20	2.480	4.402	4.740	4.832
12.5	1.25	2.462	4.512	4.822	4.986
13	1.30	2.470	4.626	4.986	5.161
13.5	1.35	2.380	4.740	5.079	5.302
14	1.40	2.144	4.808	5.147	5.418
14.5	1.45	2.032	4.740	5.079	5.130
15	1.50	1.894	4.692	5.024	5.462
15.5	1.55	1.693	4.626	4.986	5.174
16	1.60	1.580	4.571	4.878	5.162
16.5	1.65	1.467	4.424	4.761	4.998
17	1.70	1.254	4.282	4.626	4.832
17.5	1.75	1.129	4.176	4.512	4.692
18	1.80	1.062	4.062	4.402	4.512
18.5	1.85	0.903	3.920	4.244	4.402
19	1.90	0.795	3.724	4.062	4.176
19.5	1.95	0.677	3.612	3.920	4.062
Kuat Tekan (q_u)		2.48	4.808	5.147	5.530
Kohesi (c_u)		1.24	2.484	2.479	2.765

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Gambar .15 Grafik Nilai *Unconfined Compression Test* tanah dan Tanah + Serbuk *Gypsum*
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

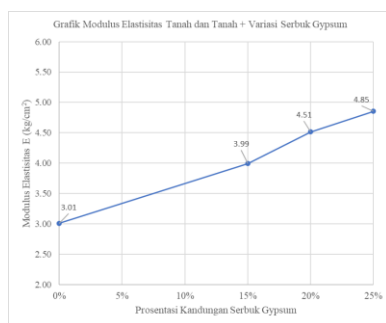
peningkatan nilai *Unconfined Compression Test* tertinggi pada variasi campuran serbuk *Gypsum* 25% dengan nilai 5,530 kg/cm², sedangkan peningkatan nilai *Unconfined Compression Test* terendah pada variasi campuran serbuk *Gypsum* 15% dengan nilai 4,808 kg/cm².

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Nilai Modulus Elastisitas pada Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk *Gypsum*

Tabel .8 Rekapitulasi Nilai Modulus Elastisitas Tanah

Jenis Sampel Tanah		Modulus Elastisitas(kg/cm ²)
Tanah Asli	0%	3.01
Tanah Asli + Serbuk <i>Gypsum</i>	15%	3.99
Tanah Asli + Serbuk <i>Gypsum</i>	20%	4.51
Tanah Asli + Serbuk <i>Gypsum</i>	25%	4.85

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Gambar 16 Grafik Nilai Modulus Elastisitas Tanah dan Tanah + Serbuk *Gypsum*
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

peningkatan nilai Modulus Elastisitas tertinggi pada variasi campuran serbuk

Gypsum 25% dengan nilai 4,85 kg/cm², sedangkan peningkatan nilai Modulus Elastisitas terendah pada variasi campuran serbuk *Gypsum* 15% dengan nilai 3,99 kg/cm².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian analisis data dan pembahasan yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai *Unconfined Compression Test* tanah asli sebesar 2,48 kg/cm². Setelah melakukan penambahan Serbuk *Gypsum* dengan menggunakan variasi campuran 15% didapatkan nilai 4,81 kg/cm², nilai ini meningkat 93,64%. Variasi campuran 20% didapatkan nilai 5,15 kg/cm², nilai ini meningkat 107,27%. Variasi campuran 25% didapatkan nilai 5,53 kg/cm², nilai ini meningkat 122,73%.
2. Nilai Modulus Elastisitas tanah asli sebesar 3,01kg/cm². Setelah melakukan penambahan Serbuk *Gypsum* dengan menggunakan variasi campuran 15% didapatkan nilai 3,99 kg/cm², nilai ini meningkat 32,69%. Variasi campuran 20% didapatkan nilai 4,51 kg/cm², nilai ini meningkat 50,00%. Variasi campuran 25% didapatkan nilai 4,85 kg/cm², nilai ini meningkat 61,25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. (1991). Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Edisi Kedua. Erlangga Jakarta.
- Craig, F.R. (1991). Mekanika Tanah. Erlangga. Jakarta
- Das, B.M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayas Geoteknis) Jilid-1. Erlangga. Jakarta

ANALISA TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE PADA MESIN INJECTION MOLDING MERK XX-ARB 570 220-800 KAPASITAS 220T UNTUK PRODUKSI COSMETIC PACKAGING DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

Parulian

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
parulians@itbu.ac.id*

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi cosmetic packaging seperti lipstick, compact dan jar yang tidak terlepas dari masalah yang berkaitan dengan efektivitas mesin atau peralatan, namun selama ini PT. XYZ belum ada penelitian mengenai Total Productive Maintenance (TPM). Evaluasi TPM juga dapat dilakukan dengan upaya perhitungan nilai OEE (Overall Equipment Effectiveness), oleh karena itu penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui besarnya nilai OEE dan Kerugian (Losses) yang paling berpengaruh terhadap nilai OEE terutama untuk proses injection, mesin injeksi XX-ARB adalah mesin injeksi plastik yang akan dilakukan evaluasi efektifitasnya untuk mencegah terjadinya 6 kerugian besar (Six Big Losses). Hasil perhitungan losses yang terjadi dilakukan dengan metode pengukuran efektifitas menggunakan tiga sudut pandang untuk mengidentifikasi six big losses, yaitu availability, performance dan quality. Hasil pengolahan data, didapat nilai rata – rata OEE pada periode Januari s/d Desember 2019 adalah sebesar 74.81 % standard ideal OEE adalah 85%, Nilai breakdown losses sebesar 54,81 %, setup and adjustment losses sebesar 15,25 %, idling and minor stoppages losses sebesar 15,64 %, reduced speed losses sebesar 14,31 %, rework losses dan yield / scrap losses sebesar 0 %.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, Availability, Quality, Performance*

1. PENDAHULUAN

Bagian produksi merupakan bagian yang paling penting dari sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur. Bagian produksi ini harus terus ditingkatkan produktivitasnya, mencakup perawatan pabrik serta peralatan untuk mencapai kualitas dan keandalan tertentu serta tingkat kerja yang efektif dan efisien. Sistem perawatan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memulihkan kembali kondisi sistem ke dalam kondisi siap pakai atau menjamin peralatan dan permesinan yang berfungsi meningkatkan utilisasi peralatan yang ada seoptimal mungkin, agar sistem selalu dalam keadaan siap pakai. Pemanfaatan dan penggunaan dari peralatan yang ada pada rata-rata industri manufaktur adalah setengah dari

kemampuan mesin yang sesungguhnya (Agus, 2002).

Terhentinya suatu proses produksi sering kali disebabkan adanya masalah dalam mesin/peralatan produksi, misalnya mesin berhenti secara tiba-tiba, menurunnya kecepatan produksi mesin, lamanya waktu setup dan adjustment, mesin menghasilkan produk yang cacat serta tidak sempurna dan mesin beroperasi tetapi tidak menghasilkan produk. Hal ini akan menimbulkan kerugian pada perusahaan karena selain dapat menurunkan tingkat efisiensi dan efektifitas mesin/peralatan, juga mengakibatkan adanya biaya besar yang harus dikeluarkan akibat kerusakan tersebut (Ansori, 2013).

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi manufactur cosmetics packaging seperti lipstick, compact dan jar yang tidak

terlepas dari masalah yang berkaitan dengan efektifitas mesin/peralatan. Oleh karena itu diperlukan langkah langkah untuk mencegah atau mengatasi masalah tersebut. Overall Equipment Effectiveness merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat produktifitas mesin.

OEE sendiri sangat erat hubungannya dengan availability ratio, performance ratio, dan quality ratio dari suatu proses. OEE merupakan salah satu metode dari Total Productive Maintenance (TPM), dimana TPM ini merupakan pengembangan dari sitem perawatan tradisional yang melibatkan semua departemen dan semua orang untuk ikut berpartisipasi dan mengemban tanggung jawan dalam pemeliharaan mesin/peralatan. Dengan menghitung Overall Equipment Effectiveness (OEE) dapat dilakukan peningkatan sesuai dengan pokok permasalahan yang terjadi dan mengetahui losses yang paling berpengaruh terhadap rendahnya nilai OEE sebagai alat yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui kinerja dari sebuah mesin.

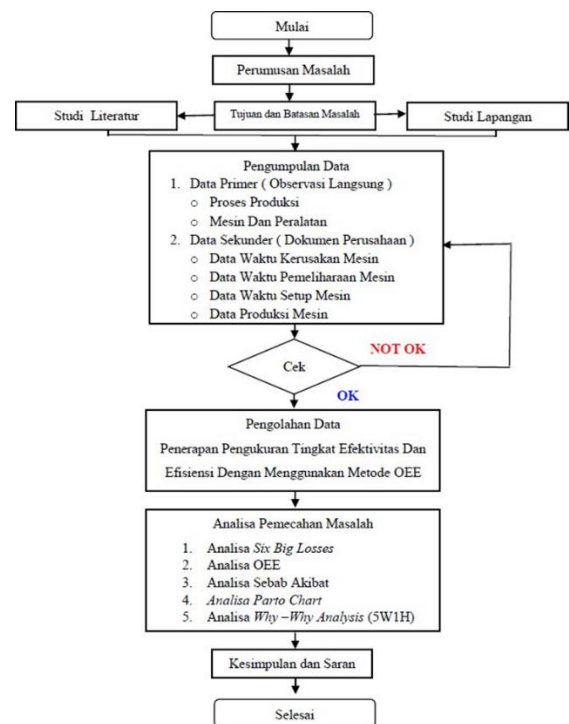
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang kesesuaian faktor-faktor yang menentukan kebutuhan penerapan total productive maintenance dengan kondisi perusahaan dan melihat faktor mana dari six big losses tersebut yang dominan mempengaruhi terjadinya penurunan efektifitas mesin. Dengan demikian penulisan ini akan memberikan usulan perbaikan efektifitas mesin dalam usaha meningkatkan efisiensi produksi pada perusahaan melalui penerapan total productive maintenance. Kesesuaian proses injction merupakan tahapan yang sangat penting karena jika diproses ini banyak ditemukan masalah/problem maka secara otomatis diproses selanjutnya akan muncul loss/efisiensi yang tidak tercapai mengakibatkan proses delivery ke customer menjadi delay. Namun pada perakteknya masih terdapat banyak hal yang menyebabkan

kegagalan saat proses injection, sementara hasil yang di harapkan oleh customer harus sesuai dengan spesifikasi yang di inginkan customer Quality, Cost, Delivery (QCD).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Metodologi Pengerjaan Skripsi

Dalam proses pengerjaan Skripsi ini dilakukan dengan tahapan yang digambarkan pada diagram alir berikut:



Gambar .1 Diagram Alir Pemecahan Masalah
Sumber: Penelitian mandiri 2024

2.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

1. Perhitungan Availability Rasio

Availability rasio merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan.

2. Perhitungan Performance Efficiency Rasio

Performance efficiency rasio merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari

peralatan dalam menghasilkan barang.

3. Perhitungan Rate of Quality Product
Rate of Quality Product merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar.
4. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)
Setelah nilai availability, performance efficiency dan rate of quality product pada mesin injection molding diperoleh maka dilakukan perhitungan nilai overall equipment effectiveness (OEE) untuk mengetahui besarnya efektivitas dan efisien penggunaan mesin tersebut.
5. Perhitungan OEE Six Big Losses
 - a. Perhitungan Downtime Losses (penurunan waktu)
 - Perhitungan Breakdown losses, Kerugian waktu karena kerusakan peralatan
 - Perhitungan Setup dan Adjustment, Kerugian waktu karena pemasangan dan penyetelan.
 - b. Perhitungan Speed Loss (penurunan kecepatan)
 - Perhitungan Idling dan Minor Stoppages, kerugian yang terjadi karena mesin beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat
 - Perhitungan Reduced Speed, kerugian yang diakibatkan karena penurunan kecepatan produksi.
 - c. Perhitungan Defect Loss (cacat)
 - Perhitungan Rework Loss, kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang.
 - Perhitungan Yield/Scrap Loss, kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil.

3. PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data periode Januari – Desember 2019, meliputi Data waktu breakdown dan setup mesin Injection Molding, Planed Downtime untuk mesin Injection Molding, Data waktu produksi mesin Injection Molding serta Data yang lain yang mendukung dalam pemecahan masalah

3.2. Pengolahan Data

3.2.1 Perhitungan Availability

Availability merupakan rasio operation time terhadap waktu loading time, yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk melakukan kegiatan operasi mesin atau peralatan untuk tujuan produksi.

Tabel .1 Nilai *Availability* Mesin Injection
Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	Loading Time (Jam)	Operation Time (Jam)	Downtime (Jam)	Availability (%)
1	Januari	681,00	590,75	90,25	86,75%
2	Februari	638,00	597,33	40,67	93,63%
3	Maret	758,00	602,08	155,92	79,43%
4	April	419,00	337,05	81,95	80,44%
5	Mei	520,00	400,50	119,50	77,02%
6	Juni	456,00	418,50	37,50	91,78%
7	Juli	656,00	558,58	97,42	85,15%
8	Agustus	542,00	467,42	74,58	86,24%
9	September	471,50	388,33	83,17	82,36%
10	Oktober	581,50	546,33	35,17	93,95%
11	November	456,00	394,75	61,25	86,57%
12	Desember	472,00	346,08	107,42	73,32%
Average					84,72%

Keterangan warna :

- Biru : Nilai tertinggi
- Kuning : Nilai terendah

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Dari Tabel diatas Nilai availability terendah terjadi pada bulan desember 2019 yaitu sebesar 73.32 % dimana nilai tersebut masih dibawah nilai standard Normal OEE yaitu % Availability = 79%, sedangkan nilai rata-rata Availability pada periode Januari – Desember 2019 adalah sebesar 84.72%. Hal ini diakibatkan oleh tingginya waktu downtime dimana waktu operation time rendah. Hal ini perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap penyebab downtime mesin agar % availability tergolong Ideal

OEE 90% (Standar ideal OEE, % Availability = 90%, OEE =85%).

3.2.2 Perhitungan *Performance Efficiency*

Performance efficiency merupakan hasil perkalian dari operation speed rate dan net operation rate, atau rasio kuantitas produk yang di dihasilkan di kalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia yang melakukan proses produksi (operation time).

Tabel .2 Nilai *Performance* Mesin Injection Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	Produk yang dihasilkan	Operation Time (Jam)	Ideal CT	Performance %
1	Januari	682.099	590,75	0,00082	95,14%
2	Februari	716.494	597,33	0,00090	107,66%
3	Maret	268.778	602,08	0,00247	110,23%
4	April	783.682	337,05	0,00030	70,28%
5	Mei	580.036	400,50	0,00066	95,23%
6	Juni	119.455	418,50	0,00330	94,33%
7	Juli	280.539	558,58	0,00166	83,33%
8	Agustus	691.168	467,42	0,00061	89,53%
9	September	811.565	388,33	0,00048	100,60%
10	Oktober	1.221.913	546,33	0,00046	103,21%
11	November	825.685	394,75	0,00039	81,39%
12	Desember	227.399	346,08	0,00143	93,97%

Keterangan Warna :
• Biru : Nilai tertinggi
• Kuning : Nilai terendah

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Nilai performance efficiency terendah terjadi pada bulan April 2019 sebesar 70.28% dan nilai tertinggi terjadi pada bulan Maret 2019 sebesar 110.23%, sedangkan nilai untuk rata-rata % Performance Efficiency pada periode Januari – Desember 2019 adalah sebesar 93.74%. Faktor utama yang menyebabkan tinggi rendahnya nilai performance tersebut karena pengaruh jumlah produk yang dihasilkan dan jumlah waktu operation time dari mesin.

3.2.3 Perhitungan *Rate Of Quality Product*

Rate of quality product adalah rasio perbandingan jumlah produk yang baik (good products) yang sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah total produk yang diproses.

Tabel 3. Nilai *Rate of Quality Product* Mesin Injection Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	Produk yang dihasilkan	Produk NG (pcs)	% Rate Of Quality
1	Januari	682.099	6.251	99,08%
2	Februari	716.494	2.206	99,69%
3	Maret	268.778	6.735	97,49%
4	April	783.682	25.485	96,75%
5	Mei	580.036	150.756	74,01%
6	Juni	119.455	21.380	82,10%
7	Juli	280.539	21.113	92,47%
8	Agustus	691.168	17.283	97,50%
9	September	811.565	7.012	99,14%
10	Oktober	1.221.913	74.308	93,92%
11	November	825.685	15.353	98,14%
12	Desember	227.399	7.006	96,92%

Keterangan warna :

- Biru : Nilai tertinggi
- Kuning :Nilai terendah |

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Nilai Rate of Quality product, dapat dilihat nilai quality terendah terjadi pada bulan Mei 2019 sebesar 74.01% dan nilai tertinggi terjadi pada bulan Februari 2019 sebesar 99.69%. Hal ini diakibatkan karena dari produk yang dihasilkan banyak tercipta produk NG.

3.2.4 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan OEE adalah perkalian nilai – nilai availability, performance efficeincy dan rate of quality product yang sudah diperoleh.

Tabel .4 Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	Availability %	Performance %	Rate Of Quality %	OEE %
1	Januari	86,75%	95,14%	99,08%	81,78%
2	Februari	93,63%	107,66%	99,69%	100,49%
3	Maret	79,43%	110,23%	97,49%	85,36%
4	April	80,44%	70,28%	96,75%	54,70%
5	Mei	77,02%	95,23%	74,01%	54,28%
6	Juni	91,78%	94,33%	82,10%	71,08%
7	Juli	85,15%	83,33%	92,47%	65,61%
8	Agustus	86,24%	89,53%	97,50%	75,28%
9	September	82,36%	100,60%	99,14%	82,14%
10	Oktober	93,95%	103,21%	93,92%	91,07%
11	November	86,57%	81,39%	98,14%	69,15%
12	Desember	73,32%	93,97%	96,92%	66,78%

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Dari Tabel diatas seluruh nilai OEE hampir semua periode 2019 berada diatas standard normal OEE (60%) hanya pada bulan April dan Mei 2019 masih dibawah nilai OEE Normal, sedangkan untuk nilai rata - rata % OEE Tahun 2019 adalah 74.81%, Hal ini berarti mesin injection 20 belum tergolong OEE ideal, sehingga perlu perbaikan baik dari segi ketersediaan alat (Availability)

3.3. Perhitungan OEE : Six Big Losses

3.3.1 Downtime Losses (Penurunan Waktu)

1. Breakdown Losses

Tabel.5 Nilai *Breakdown Losses*
Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	Breakdown (Jam)	Loading Time (Jam)	Breakdown Losses %
1	Januari	62,25	681,00	9,14%
2	Februari	32,75	638,00	5,13%
3	Maret	148,42	758,00	19,58%
4	April	55,95	419,00	13,35%
5	Mei	101,75	520,00	19,57%
6	Juni	18,00	456,00	3,95%
7	Juli	58,58	656,00	8,93%
8	Agustus	52,75	542,00	9,73%
9	September	78,75	471,50	16,70%
10	Oktober	29,42	581,50	5,06%
11	November	31,83	456,00	6,98%
12	Desember	100,00	472,00	21,19%

Keterangan :
• Warna Biru : Nilai tertinggi
• Warna Kuning : Nilai terendah

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Dari Tabel diatas, Nilai breakdown losses mesin injection 20 Januari – Desember 2019 terbesar berada pada bulan Desember 2019 sebesar 21.19% karena besarnya waktu terjadinya breakdown pada bulan tersebut yaitu 100 jam dengan nilai loading timenya rendah yaitu 472 jam. Penyumbang Nilai Breakdown Loses terbesar ditahun 2019 adalah membersihkan mold yaitu 24,21 – 56,32 menit, sedangkan standard kegiatan membersihkan mold adalah 15 – 25 menit, sehingga perlu dikaji lebih lanjut penyebab lamanya proses pembersihan mold.

2. Setup and Adjustment Losses

Tabel.6 Nilai *Setup And Adjustment*
Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	Setup (Jam)	Loading Time (Jam)	Setup & ADJ %
1	Januari	28,00	681,00	4,11%
2	Februari	7,92	638,00	1,24%
3	Maret	7,50	758,00	0,99%
4	April	26,00	419,00	6,21%
5	Mei	17,75	520,00	3,41%
6	Juni	19,50	456,00	4,28%
7	Juli	38,83	656,00	5,92%
8	Agustus	21,83	542,00	4,03%
9	September	4,42	471,50	0,94%
10	Oktober	5,75	581,50	0,99%
11	November	29,42	456,00	6,45%
12	Desember	7,42	472,00	1,57%

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Tinggi dan rendah nilai setup and adjusment losses dipengaruhi oleh frekuensi produksi dan jumlah waktu mesin melaksanakan kegiatan produksi.

3.3.2 Speed Losses

Speed losses terjadi karena mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan standar produksi maksimum yang sesuai dengan kecepatan mesin yang dirancang. Speed losses dibagi menjadi 2, yaitu: idling and minor stoppages dan reduced speed.

1. Idling and Minor Stoppages Losses

Adalah kerugian waktu karena mesin berhenti secara berulang-ulang dalam angka waktu singkat atau beroperasi tanpa menghasilkan produk.

Tabel.7 Nilai *Idling and Minor Stoppages Losses* Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	SetUp (Jam)	Loading Time (Jam)	Waktu Pemeliharaan (Jam)	Non Produktive (Jam)	Idling and Minor Stoppage %
1	Januari	28,00	681,00	0,00	28,00	4,11%
2	Februari	7,92	638,00	0,00	7,92	1,24%
3	Maret	7,50	758,00	0,00	7,50	0,99%
4	April	26,00	419,00	1,50	27,50	6,55%
5	Mei	17,75	520,00	0,00	17,75	3,41%
6	Juni	19,50	456,00	0,00	19,50	4,28%
7	Juli	38,83	656,00	2,00	38,83	6,19%
8	Agustus	21,83	542,00	0,00	21,83	4,03%
9	September	4,42	471,50	4,00	8,42	1,78%
10	Oktober	5,75	581,50	0,00	5,75	0,99%
11	November	29,42	456,00	0,00	29,42	6,45%
12	Desember	7,42	472,00	0,00	7,42	1,57%

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Dari Tabel diatas nilai idling and minor stoppages losses tertinggi terjadi pada bulan April 2019 sebesar 6,55 % karena pada bulan ini banyak waktu yang terbuang akibat set up mesin yaitu sebesar 27,50 jam dan waktu pemeliharaan selama 1,50 jam (ganti manipol cair, membersihkan cair screw barrel dan air colling mesin).

2. Reduced Speed Losses

Adalah kerugian waktu yang timbul dari selisih antara kecepatan produksi aktual dengan kecepatan produksi mesin yang ideal atau secara teoritis untuk menyelesaikan satu siklus.

Tabel 8 Nilai *Reduced Speed Losses*
Periode Jan – Des 2019

No	Bulan	Operation Time (Jam)	Ideal CT	Avg Produk Yang Dhasilkan	Loading Time (Jam)	Reduced %
1	Januari	590,75	0,00082	682.099	681,00	4,21%
2	Februari	597,33	0,00090	716.494	638,00	-7,17%
3	Maret	602,08	0,00247	268.778	758,00	-8,12%
4	April	337,05	0,00030	783.682	419,00	23,90%
5	Mei	400,50	0,00066	580.036	520,00	3,67%
6	Juni	418,50	0,00330	119.455	456,00	5,20%
7	Juli	558,58	0,00166	281.288	656,00	14,01%
8	Agustus	467,42	0,00061	691.168	542,00	9,03%
9	September	388,33	0,00048	811.565	471,50	-0,49%
10	Oktober	546,33	0,00046	1.221.913	581,50	-3,02%
11	November	394,75	0,00039	825.685	456,00	16,11%
12	Desember	346,08	0,00143	227.399	472,00	4,42%

Sumber: Penelitian mandiri 2024
Nilai reduced speed losses tertinggi terjadi pada bulan April 2019 yaitu 23.90%, Hal ini menunjukkan adanya besarnya kerugian waktu akibat kecepatan saat melakukan produksi tidak seperti dengan kecepatan mesin saat ideal, yang mungkin disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya pelumasan pada mesin, material bahan yang tidak sesuai standar, kurangnya pengalaman operator, dan bahkan kecepatan mesin yang sengaja dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin maupun kualitas produksi (Perlu dikaji lebih lanjut terkait faktor penyebab, karena data yang dibutuhkan kurang mendukung).

3.3.3 Defect Losses

1. Rework Losses

Adalah kerugian waktu yang timbul karena produk cacat sehingga tidak memenuhi spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan, maupun karena kerja produk di proses ulang.

Data Rework yang digunakan adalah data treatment (Record data di ambil dari data Laporan Harian Produk Reject).

Perhitungan Rework Losses periode januari 2019

Ideal CT = 0.00082

Total Rework = 0

Loading Time = 681 Jam

Rework Losses = $0.00082 \times 0 / 681 \times 100 \% = 0.00 \%$

2. Yield / Scrap Losses

Adalah kerugian produk yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang stabil pada saat proses produksi mulai dilakukan hingga mencapai keadaan produksi yang stabil.

Tabel 9 Nilai *Yield Jan-Des*

No	Bulan	Ideal CT	Produk Rework (pes)	Produk Scrap (pes)	Loading Time (Jam)	Rework %	Scrap %
1	Januari	0.00082	0	6.251	681.00	0.00%	0.76%
2	Februari	0.00090	0	2.206	638.00	0.00%	0.31%
3	Maret	0.00247	1005	6.735	758.00	0.33%	2.19%
4	April	0.00030	0	25.485	419.00	0.00%	1.84%
5	Mei	0.00066	0	150.756	520.00	0.00%	19.06%
6	Juni	0.00330	0	21.38	456.00	0.00%	15.49%
7	Juli	0.00166	0	21.862	656.00	0.00%	5.53%
8	Agustus	0.00061	0	17.283	542.00	0.00%	1.93%
9	September	0.00048	0	7.012	471.50	0.00%	0.72%
10	Oktober	0.00046	0	74.308	581.50	0.00%	5.90%
11	November	0.00039	0	15.353	456.00	0.00%	1.31%
12	Desember	0.00143	0	7.006	472.00	0.00%	2.12%

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Dari Tabel diatas dapat dilihat nilai % Scrap tertinggi tedapat pada bulan Mei 2020 Hal ini berbanding lurus dengan banyaknya produk NG yang dihasilkan, sedangkan nilai % Rework tertinggi terdapat pada bulan Maret 2020 yaitu 0,33% dengan kasus treatment flash pada product compact 2027 Compact Tion. Untuk nilai rework 0 bukan berarti tidak terdapat proses rework, karena untuk data rework tidak ada datanya, bukan hanya data rework namun data losses time untuk proses rework dan scrap juga tidak terdata dengan baik yang berdampak tidak dapat diketahui losses time dari proses tersebut.

3.4. Analisa Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Selama periode Januari - Desember 2019 diperoleh nilai OEE berkisar antara 54,28% sampai 100,49 %. Nilai OEE tertinggi pada mesin injection 20 dicapai pada bulan Februari 2019 sebesar 100.49 % dengan rasio availability 93.63 %, performance efficiency 107.66 % dan quality of rate 99.69 %. Dari nilai OEE tertinggi tersebut dapat kita ketahui bahwa nilai availability dan nilai performance tergolong kelompok ideal OEE, sedangkan nilai kualitas tidak tergolong nilai Ideal OEE.

Berdasarkan nilai rata – rata OEE mesin injection 20 pada periode Januari-

Desember 2019 dapat dilihat bahwa nilai % OEE tahun 2019 tidak tergolong kelompok Ideal OEE (Karena nilai rata-rata OEE 2019 <80%) Hal ini berarti perlu adanya improvement dari semua lini terutama nilai Availability (Pengurangan waktu terbuang / downtime) dan Quality (Penurunan terciptanya produk NG) agar kedepannya nilai OEE setiap bulannya bisa tergolong Ideal OEE.

3.5. Analisa Perhitungan OEE Six Big Losses

Tabel .10 Nilai Six Big Losses Periode Jan – Des 2019

No	Six Big Losses	Total Time Losses (Jam)	Persentase %	Kumulatif %
1	Breakdown losses	770,45	54,81%	54,81%
2	Setup / adjustment losses	214,33	15,25%	70,06%
3	Idling & minor stop losses	219,84	15,64%	85,69%
4	Reduced speed losses	201,09	14,31%	100,00%
5	Rework losses	0,00	0,00%	100,00%
6	Yield / scrap losses	0,00	0,00%	100,00%
	Total Waktu	1405,71	100,00%	100,00%

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Dari Tabel diatas Persentase kumulatif tertinggi dari six big losses pada mesin 20 tahun 2019 disebabkan oleh Breakdown losses sebesar 770,45 jam . Dengan analisis diagram pareto terhadap seluruh jenis losses, akar permasalahan yang sesungguhnya dapat ditemui dari six big losses dapat digambarkan diagram pareto yang memperlihatkan dengan jelas pengaruh six big losses tersebut terhadap efektifitas mesin. Pada gambar pareto dibawah ini terlihat bahwa Breakdown Losses merupakan factor dominan yang menyebabkan rendahnya nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE).

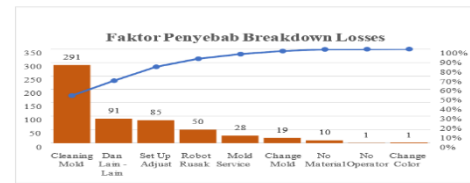


Gambar .1 Diagram Pareto Chart Six Big Losses

Sumber: Penelitian mandiri 2024

3.6. Analisis Cause And Effect Diagram (Fishbone Diagram)

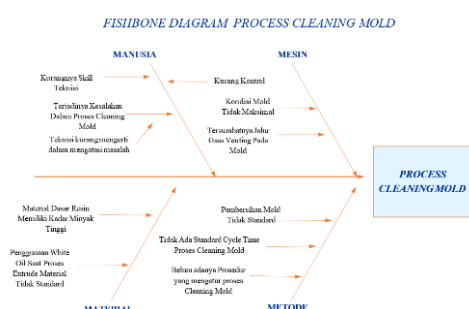
Berdasarkan diagram pareto yang telah dibuat, faktor dominannya adalah Breakdown Losses, untuk factor penyebab breakdown losses yang tinggi bisa dilihat pada pareto chart gambar dibawah ini



Gambar .2 Diagram Pareto Chart Penyebab Breakdown Losses

Sumber: Penelitian mandiri 2024

Analisa ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dilapangan, wawancara dengan operator, teknisi, juga dengan Ka. Divisi di area injection molding. Hasil wawancara tersebut, merupakan salah satu kemungkinan untuk mengetahui factor penyebab dari nilai OEE yang didapatkan parameter – parameter yang mempengaruhi terjadinya kerugian / losses tersebut yaitu, manusia, material, mesin dan metode. Diagram Sebab akibat (Fishbone Diagram) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 Fishbone Diagram Process Cleaning Mold

Sumber: Penelitian mandiri 2024

3.7. Usulan Penyelesaian Masalah Proses Cleaning Mold

Prinsip TPM yang digunakan dalam usaha peningkatan produktivitas dan efisiensi pada mesin injection molding yang ada di PT. XYZ dengan melakukan

perhitungan OEE untuk mengetahui faktor – faktor dalam six big losses yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan. ada beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin yang digunakan sehingga merupakan prioritas perusahaan untuk dilakukan perbaikan sebagai langkah awal dalam usaha peningkatan produktivitas dan efisiensi mesin injection. Adapun usulan penyelesaian masalah yang dapat dilakukan diantaranya sebagai berikut dibawah ini.

Tabel .11 *Corrective and Preventive Action Plan proses Cleaning Mold*

GME Faktor	Possibility Causal	Root Cause			Corrective Action	Preventive Action
		Why 1	Why 2	Why 3		
Material	Kemungkinan karena dari Ka Di Injection Molding terdapat beberapa kesalahan yang menyebabkan produk down karena yang seharusnya tidak terjadi.	Ka Di terbelah, tidak dengan prosedur proses pemrosesan mesin yang ada diarah.			Melakukan inspeksi bahan produksi, dan melakukan inspeksi mesin ke Proses Engine Molding	- Memastikan target bahan down lower karena target CPM / mesin down - Review Jaka Takt time dimana Ka Di terbelah kontrol standar mesin secara rutin dan rutin.
	Kemungkinan dari setup mesin PCC Cleaning Mold yang tidak sesuai.	Kemungkinan karena mesin yang ada pada area per cleaning mold			Dilakukan evaluasi terhadap mesin PCC cleaning mold	melakukan kontrol kualitas proses cleaning mold untuk menjaga waktu proses cleaning mold.
GME Faktor	Possibility Causal	Root Cause			Corrective Action	Preventive Action
		Why 1	Why 2	Why 3		
Material	Penggunaan White Oil Soft Proses Ekstensi Material tidak Standar	Bahan yang digunakan untuk penggunaan white oil untuk setup mesin standar yang ada di proses			Dilakukan standar komposisi untuk penggunaan white oil	Validasi dan Implementasi komposisi yang sudah dibuat berdasarkan kebutuhan.
	Material dasar resin mengandung minyak yang tinggi	Kondisi minyak dalam material tidak baik untuk produksi, secara visual			Penyortiran resin untuk kondisi yang baik, coating yang baik dengan minyak lainnya yang sudah teruji proses cleaning mold untuk produk coating bisa dihilangkan.	Implementasi penggunaan material resin yang kandungan minyaknya sudah teruji secara produk coating.
GME Faktor	Possibility Causal	Root Cause			Corrective Action	Preventive Action
		Why 1	Why 2	Why 3		
Metode	Kondisi mold (etakan) tidak optimal	Tool produksi tidak 100% terawat	Profilus kurang terawat secara rutin	Kemungkinan PCC tidak dilakukan profilus	Proses pemeliharaan dilakukan oleh PCC yang sudah terlatih	Lintas rutin terawat dan perbaikan dan kondisi mold (etakan) secara rutin PCC (weekly)
	Tersumbatnya jalur gas coating	Kemungkinan karena proses pemeliharaan di jalur gas coating			Membakukan jalur gas coating pemeliharaan mold	Update pada PCC untuk jalur gas yang bisa dibersihkan secara rutin dan dipastikan jalur gas proses maintenance mold
Metode	Proses cleaning mold dan proses setup mesin	Jalur yang digunakan proses cleaning mold untuk mesin yang ada di area mesin	Proses cleaning mold- jalur yang ada di mesin yang ada di mesin		Dilakukan standar cycle time untuk proses cleaning mold dan area mesin yang ada di mesin	Validasi standar cycle time dan standar area mesin untuk proses cleaning mold dan area mesin yang ada di mesin
	Belum adanya prosedur yang ada untuk proses Cleaning Mold				Dilakukan prosedur yang ada untuk proses Cleaning Mold	Prosedur yang ada untuk proses Cleaning Mold

Sumber: Penelitian mandiri 2024

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisa dari pengolahan data maka dapat ditarik kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Rata – rata pencapaian OEE Mesin Injction Molding #20 yaitu 74,81%, berdasarkan standard ideal Overall Equipment Effectiveness yang di dipersyaratkan adalah nilai OEE > 85%, Hal ini berarti perlu adanya improvement terutama untuk penurunan waktu downtime dan mengurasi terciptanya produk NG.

2. Faktor yang paling besar mempengaruhi tidak tercapainya nilai OEE tersebut adalah breakdown losses 770,45 Jam (54,81%) setup / adjustment losses 214,33 Jam (15,25 %), idling & minor stp losses 219,84 Jam 15,64%, dan Reduced speed losses 201,09 Jam (14,31%).

3. Penyebab permasalahan tidak tercapainya OEE sebagai berikut:

- Pengawasan yang kurang (tidak ketat) yang menyebabkan karyawan tidak melakukan pekerjaan dengan effective.
- Kemampuan / skill yang kurang dalam penanganan masalah pada saat proses setup, perbaikan mold, dan perbaikan robot pengambil produk, yang menyebabkan loss time yang tinggi.
- Waktu Cleaning mold dan setup yang lama karena tidak adanya standar waktu dan cara – cara yang cepat dan tepat.
- Mold (Cetakan) yang digunakan tidak dalam kondisi maksimal karena perbaikan mold yang berulang yang tidak memberikan hasil maksimal.
- Material resin yang mengandung minyak alami yang banyak yang digunakan untuk produk yang akan dilakukan proses coating sehingga adanya proses cleaning mold yang memakan waktu yang lumayan lama dengan frekuensi yang paling banyak, total kegiatan ini selama periode 2019 adalah 291 kali dengan kerugian loss time 196,17 jam

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus. 2002. “*Manajemen Produksi; Pengendalian Produksi, edisi empat*”. Yogyakarta: BPFE
- Ansori, Nachrul dan Mustajib, M. Imron. 2013. “*Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*”. Yogyakarta: Graha Ilmu

ARSITEKTUR BIOFILIK PADA PERANCANGAN PUSAT PERBELANJAAN DI KOTA KUNINGAN

Dian Kusumowardani

Program Studi Arsitektur, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
diankus@itbu.ac.id

Abstrak

Pusat perbelanjaan merupakan bangunan sarana berbelanja yang terdiri dari beberapa retail yang lokasinya digabung dalam satu bangunan. Untuk memenuhi kebutuhan pasar sekaligus menjadi sarana penunjang peradaban sebuah kota tidak terkecuali dengan kota Kuningan. Pusat perbelanjaan ini berpeluang untuk mendorong pertumbuhan dalam sektor riil di sekitar lokasi pusat perbelanjaan dan sekaligus menjadi ruang publik bagi aktivitas perdagangan yang nyaman, tenang, dan aman, selain itu, keberadaan pusat perbelanjaan ini akan berkontribusi pada penyerapan tenaga kerja lokal. Penelitian ini dilatarbelakangi dengan adanya fenomena pemenuhan tuntutan ekonomi dan kebutuhan masyarakat Kota Kuningan seiring bertambahnya waktu yang tentunya harus memenuhi kebutuhan tersebut namun juga harus selaras dengan tuntutan alam dan lingkungan sekitar dalam menciptakan ruang binaan dengan dasar kepedulian dan investasi lingkungan dimasa yang akan datang. Arsitektur biofilik yang digunakan dalam konsep perancangan merupakan konsep yang memiliki banyak dampak positif bagi alam dan penggunaan bangunan. Arsitektur biofilik dalam perancangan ini tidak hanya dilakukan dengan penambahan unsur alam dalam konsepnya tetapi juga dilakukan melalui pengakuan “alam” secara luas dalam lingkungan binaan kontemporer. Konsep arsitektur biofilik dalam perancangan ini memberikan tujuan penyampaian pesan bangunan sebagai bagian dari alam baik secara tersirat maupun tidak agar tersampaikan sebagai perwujudan bangunannya sendiri.

Kata Kunci : Pusat Perbelanjaan, Ekonomi, Alam, Manusia, Arsitektur Biofilik

1. PENDAHULUAN

Kota Kuningan merupakan salah satu kota di Jawa Barat yang terletak diantara Kabupaten Majalengka, Kabupaten Cirebon, dan Kabupaten Ciamis. Wilayah barat dan selatan Kabupaten Kuningan merupakan dataran tinggi yang terletak di bawah Gunung Ciremai (3.078 m dpl), yang subur dengan endapan vulkanis serta kaya akan sumber daya air, baik berupa sungai, waduk, maupun mata air, sedangkan wilayah timur dan utara merupakan dataran rendah.

Perekonomian Kabupaten Kuningan periode 2010 - 2020 dapat tetap tumbuh di atas 5,5% sd tahun 2019 dan mengalami pertumbuhan hanya sebesar 0,09% di tahun 2020 sementara tahun 2021 dan 2023 kembali mengalami perubahan positif, yakni untuk tahun 2021 sebesar 3,56% dan tahun 2022 menjadi sebesar 5,53%. Pertumbuhan ekonomi Kabupaten Kuningan didominasi pertumbuhan komponen Pengeluaran Konsumsi Rumah tangga (PK-RT), yang menyumbang lebih dari 80% total PDRB. (Wati, P.K & Widyawati, 2023).

Pada hakekatnya, pembangunan ekonomi adalah serangkaian usaha dan kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup

masyarakat, memperluas lapangan kerja, pemeratakan distribusi pendapatan masyarakat, meningkatkan hubungan ekonomi regional dan melalui pergeseran kegiatan ekonomi dari sektor primer ke sektor sekunder dan tersier. Dengan perkataan lain arah dari pembangunan ekonomi adalah mengusahakan agar pendapatan masyarakat naik, disertai dengan tingkat pemerataan yang sebaik mungkin. (Badan Pusat Statistik, 2024))

Indeks Pembangunan Manusia, laju pertumbuhan penduduk, dan perkembangan sektor ekonomi di Kabupaten Kuningan dapat meningkatkan pendapatan per kapita masyarakatnya. Berdasarkan data jumlah sarana perdagangan menurut jenisnya di Kabupaten Kuningan tahun 2022, jumlah pasar tradisional ada 31 unit, pasar swalayan/supermarket/toserba ada 203 unit dan pertokoan/warung/kios ada 14152 unit. (Goma, & Djailani, 2020) Dari data tersebut bisa ditinjau untuk keberadaan pasar modern di Kabupaten Kuningan sudah ada 203 unit namun tidak ada yang termasuk dalam klasifikasi pusat perbelanjaan (mall).

Untuk memenuhi kebutuhan pasar sekaligus menjadi sarana penunjang peradaban kota

modern di Kota Kuningan, Pusat perbelanjaan ini berpeluang untuk mendorong pertumbuhan dalam sektor riil di sekitar lokasi pusat perbelanjaan ini dan sekaligus akan menjadi ruang publik bagi aktifitas perdagangan yang nyaman, tenang dan aman bagi masyarakat. Selain itu, keberadaan pusat perbelanjaan ini akan berkontribusi pada penyerapan tenaga kerja lokal.

Perancangan pusat perbelanjaan ini berada di hutan kota Kota Kuningan, berkaitan dengan hal tersebut diharapkan pembangunan ini tidak berakibat buruk pada keberadaan alam sekitar. Menghubungkan dengan 'alam' telah diakui sebagai salah satu tantangan paling mendesak pada Arsitektur Kota kontemporer. Maka, pendekatan arsitektur biofilik ini dipilih sebagai solusi untuk pembangunan yang efisien bagi alam dan bangunan ini sendiri.

Arsitektur biofilik merupakan salah satu konsep yang bertujuan untuk membangun hubungan positif antara manusia dan alam secara arsitektur. Efek luas dari hilangnya interaksi manusia dengan alam dan pentingnya peningkatan kontak dengan ekosistem alami, termasuk dalam hal pengurangan stres, kesejahteraan, kualitas hidup dan kesehatan, telah dipelajari secara luas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan kajian perancangan yang dilakukan dengan menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif, yang dikembangkan secara keseluruhan baik dari aspek mikro sampai makro dalam bangunan dan pelingkupnya

Dalam kualitatif deskriptif ada dua pokok yang akan diuraikan yaitu pembahasan mengenai pengembangan konsep arsitektur biofilik dimana konsep yang menjadi acuan dalam merancang bentuk bangunan dan elemen yang ada di dalamnya yaitu mengenai persyaratan teknis untuk bangunan pusat perbelanjaan yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan dan merupakan langkah kepedulian terhadap keberlangsungan lingkungan di sekitar bangunan yang dirancang.

Penelitian ini dilakukan melalui kajian terhadap konsep perancangan sebagai penelitian bangunan baru, dimana kajian dilakukan dengan menganalisis terhadap konsepsi secara menyeluruh pada aspek perancangan mulai dari eksisting hingga bangunan dengan konsep pendekatan arsitektur

biofilik sebagai pola perancangan bentuk bangunan dan elemen-elemen pendukungnya.

2.2. Metode Pengumpulan data

Pengumpulan data yang dianalisis dalam kajian terhadap perancangan ini dilakukan pada dua jenis data, yaitu data primer dan sekunder. Data primer yaitu metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan hal-hal penting terhadap objek serta pengamatan terhadap masalah-masalah yang ada. Sedangkan data sekunder meliputi data peraturan, data iklim, topografi dan elemen pendukung tapak, serta data kependudukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konsep Perancangan

3.1.1. Konsep Site

a. Analisis Kondisi Site Eksisting

Lahan perancangan berada di desa Purwawinangun, kecamatan Kuningan, kabupaten Kuningan. Lahan eksisting merupakan lahan kosong hutan kota kawasan milik peneliti/perorangan.

b. Luas lahan dan topografi

Lahan Perancangan memiliki luasan bangunan 12.109 m². Berdasarkan peraturan pemerintah daerah Kabupaten Kuningan sebagai acuan perancangan, dalam site area yang dapat terbangun adalah 70% dari total luasan dan koefisien daerah hijau (KDH) sebesar 30% dari total luasan lahan. Maka pertimbangan untuk dapat memenuhi kebutuhan untuk perancangan pusat perbelanjaan maksimal 8.476,3 m² untuk area yang dapat dibangun.

c. Potensi Site

Site perancangan berada di kawasan pengembang dengan akses dari 2 jalur jalan yaitu jalan Dr. Ir. Soekarno dan jalan Veteran. Jalan Veteran merupakan jalan utama kabupaten menuju pusat kota Kuningan. Lokasi site berada tidak jauh dari alun-alun Kota Kuningan dan berbagai bangunan lainnya seperti kantor pemerintah, sekolah, dan lainnya. Ditinjau dari keberadaan fasilitas umum dan

pusat kegiatan di dalam kabupaten keberadaan pusat perbelanjaan ini menjadi potensi akan menarik pengunjung dari berbagai kalangan dalam kota.

d. Aksesibilitas Site

Aksesibilitas site dapat dilalui melalui dua jalan yang berbeda yaitu Jalan Dr. Ir. Soekarno dan Jalan Veteran masuk kedalam jalan Kawasan dan menuju Lokasi perancangan pusat perbelanjaan. Aksesibilitas site bisa dilalui dengan kendaraan umum yaitu angkutan kota (angkot) melalui jalan Veteran disambung dengan berjalan kaki melalui jalan kawasan. Aksesibilitas dari 2 jalan ini memberikan kemudahan untuk pengunjung yang akan berkunjung ke area pusat perbelanjaan dan mendukung konsep ramah lingkungan.

e. Peruntukan Ruang Site

Peruntukan site dibagi menjadi 2 zona. Zona A merupakan zona bangunan utama yaitu bangunan pusat perbelanjaan. Dan zona B merupakan lahan terbuka yang dimanfaatkan untuk sirkulasi parkir.



Gambar .1 Peruntukan Ruang Site
Sumber : Google Maps

f. Sirkulasi Site

Sirkulasi site dalam bangunan menggunakan pola sirkulasi radial. Pola sirkulasi radial adalah pola sirkulasi yang memiliki jalan-jalan lurus yang berkembang dari sebuah pusat Bersama.

Sirkulasi site luar bangunan memiliki pola sirkulasi dari berbagai arah namun dapat diatasi dengan penambahan pembatas

(pohon) sebagai bentuk sirkulasi yang efektif untuk lahan.

g. Tampak Bangunan dan Orientasi Sinar Matahari

Tampak bangunan dan akses utama bangunan menghadap ke arah timur. Bagian muka bangunan berada pada sisi timur untuk mengoptimalkan cahaya matahari dipagi hari dengan orientasi matahari dari arah timur ke barat. Pemanfaatan cahaya matahari dilakukan dari berbagai sudut bangunan secara maksimal sebagai bentuk hemat energi.



Gambar .2 View dan Orientasi Matahari

Sumber : Google Maps

h. Analisis Kebisingan

Kebisingan dalam site perancangan cukup relative rendah mengingat keberadaan nya dalam lingkungan Kawasan dan berbatasan dengan tempat pemakaman umum. Dari arah timur kebisingan cukup rendah hanya berasal dari jalan Kawasan akses pusat perbelanjaan. Dari arah utara kebisingan cukup rendah berasal dari jalan Kawasan dan area parkir luar bangunan. Dari arah barat kebisingan cukup rendah berasal dari kebisingan jalan kawasan dan jalan Dr. Ir. Soekamo tidak terlalu dekat dengan bangunan. Dari arah selatan kebisingan cukup rendah berasal dari jalan Kawasan.

i. Perhitungan Ruang Site

Tabel .1 Perhitungan Ruang Site

Perhitungan Ruang	
Lokasi	Kelurahan Purwawinangun, Kec. Kuningan, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat
Luas Lahan	12.109 m ²
Peraturan Setempat	
Peruntukan	Pusat Perbelanjaan
KDB (Koefisien Dasar Bangunan)	70% = 8.476,3 m ²
KL.B (Koefisien Luas Bangunan)	3,6 = 43.592 m ²
KDH (Koefisien Daerah Hijau)	30% = 3.632,7 m ²
GSB (Garis Sepadan Bangunan)	7,5 meter (dari as jalan)
TB (Tinggi Bangunan)	Maksimal 30 meter

Sumber : Data Olahan Peneliti

3.2 Konsep Bangunan

a. Fungsi Bangunan

Pusat perbelanjaan tidak hanya menjadi sarana tempat berbelanja saja, tetapi juga menjadi tempat refreshing bagi Sebagian orang. Pendekatan konsep biofilik pada bangunan ini ditujukan pada eksterior dan interior bangunan. Konsep biofilik ini berfungsi untuk melengkapi kebutuhan arsitektur dan juga menjadi sarana pengenalan dan pengakuan alam terhadap bangunan dan pengguna bangunan.

b. Klasifikasi Pusat Perbelanjaan

Berdasarkan *International Council of Shopping Center (1999)* mengklasifikasikan pusat perbelanjaan menjadi dua bagian , yakni Strip Mall yang bersusunan sejajar dengan area pejalan kaki yang terbuka ditengahnya yang menghubungkan antara unit unit retail yang saling berhadapan, serta Shopping mall, yakni pusat perbelanjaan yang bersifat tertutup dan merupakan multistorey building atau terdiri lebih dari 2 lantai karena lahan pembangunan yang terbatas tetapi tuntutan fungsinya tetap banyak, sehingga pembangunan mall harus dilakukan secara vertikal.

c. Analisis Pelaku Kegiatan

1) Pengelola

Pengelola adalah individu yang tergabung dalam suatu badan yang bertanggung jawab penuh terhadap segala kegiatan pengelolaan yang terdapat dalam pusat perbelanjaan.



Gambar 3. Bagan Pelaku Aktivitas
Sumber : Olahan Peneliti

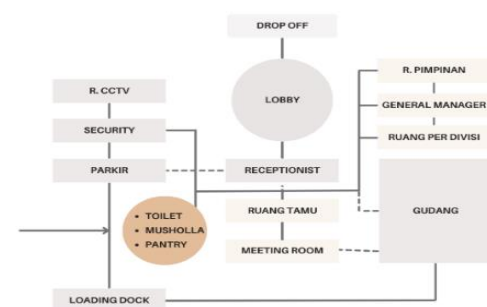
2) Penyewa

Penyewa adalah orang atau sekelompok orang yang menyewa dan menggunakan ruang serta fasilitas yang disediakan dalam melakukan kegiatan jual beli.

3) Pengunjung

Pengunjung merupakan individu atau sekelompok orang yang datang mengunjungi suatu bangunan dengan maksud tertentu.

d. Organisasi Ruang



Gambar .4 Organisasi Ruang
Sumber : Data Olahan Peneliti

e. Zoning Bangunan

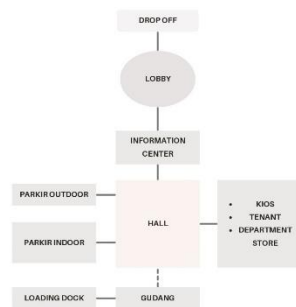
Bangunan pusat perbelanjaan terbagi atas 3 zona utama :

1) Zona Publik, yang diperuntukkan untuk pengguna bangunan secara umum

- 2) Zona semi publik, yang terbuka tetapi terbatas sehingga beberapa pengguna saja yang dapat mengaksesnya. Serta
- 3) Zona Privat, zona yang hanya diakses oleh pengguna yang memiliki kewenangan atas ruang atau wilayah tersebut.

f. Aksesibilitas

Aksesibilitas antar ruang dan lantai dapat melalui eskalator atau lift, dan juga tersedia tangga darurat untuk jalur evakuasi.

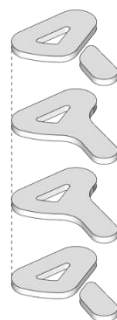


Gambar .5 Aksesibilitas Bangunan
Sumber : Data Olahan Peneliti

Berdasarkan ketentuan bangunan ramah difabel maka bangunan ini juga dilengkapi beberapa fasilitas seperti, ramp difabel, toilet difabel, lift difabel, parkir difabel.

g. Gubahan Massa Bangunan

Transformasi bangunan dibentuk dari 2 bentuk yang terpisah dan terikat. Penggunaan void bangunan sebagai area sirkulasi alami yang terbentuk sebagai bagian daripada bangunan merupakan langkah penerapan konsep biofilik.



Gambar .6 Gubahan Massa Bangunan
Sumber : Data Olahan Peneliti

h. Pemenuhan Aspek Kendala Bangunan

1) Keselamatan

Memperhatikan kemampuan bangunan Gedung terhadap beban muatan, bahaya kebakaran, bahaya petir dan Listrik.

2) Kesehatan

Meliputi system penghawaan bangunan Gedung, Sistem pencahayaan bangunan, sistem pengelolaan air pada bangunan Gedung, sistem pengelolaan sampah, penggunaan bahan bangunan gedung

3) Kenyamanan

Meliputi kenyamanan ruang Gerak, kenyamanan kondisi udara dalam ruang, kenyamanan pandangan dari dan ke dalam bangunan Gedung, kenyamanan terhadap getaran dan kebisingan terhadap bangunan.

4) Kemudahan

Meliputi hubungan horizontal antar ruang atau bangunan, serta hubungan vertical antar lantai dalam bangunan Gedung.

i. Analisis unsur alam pendekatan Arsitektur Biofilik

Terdapat 2 unsur arsitektur biofilik yang diterapkan pada perancangan bangunan ini yaitu kayu dan tanaman hijau. Sebagaimana asal dari tapak bangunan ini adalah hutan maka pertimbangan 2 unsur alam ini sebagai upaya untuk mempertahankan kondisi alam hutan.

3.2 Konsep Pra Rancangan



Gambar .7 Alternatif desain 2
Sumber : Data Olahan peneliti

1) Arsitektur biofilik

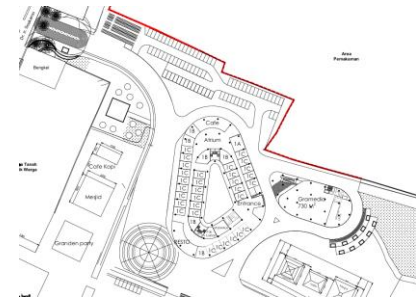
Penerapan arsitektur biofilik ini lebih dekat dengan unsur alam hijau yang tergambar dalam desain dipadukan dengan ruang terbuka memberikan kesan pengguna yang berada di alam terbuka

- 2) Pemanfaatan lahan
Pemanfaatan lahan ini mengutamakan 2 hal yaitu unsur kebutuhan bangunan dan juga unsur arsitektur biofilik yang mengacu pada area ruang ruang terbuka.
- 3) Desain eksterior
Desain eksterior ini cenderung berbentuk lengkung pada denah dan facade bangunan, menggambarkan kesan alam yang bebas dan berkontur penggunaan tanaman hias penutup kaca dioptimalkan disekeliling bangunan guna melindungi privasi bangunan dan juga menghindari cahaya matahari langsung.
- 4) Sirkulasi
Sirkulasi pada bangunan ini cukup unik yang mana sirkulasinya adalah mengelilingi dan menyilang bangunan. Sirkulasi ini digunakan sebagai pengoptimalan alur kendaraan masuk dan keluar bangunan serta mempermudah pengguna bangunan dalam mengakses bangunan.
- 5) View bangunan
View utama bangunan ini adalah menghadap ke timur sebagai bentuk pemanfaatan cahaya matahari dipagi hari yang berguna bagi tubuh manusia dan sebagai bentuk pengenalan wajah bangunan terhadap lahan samping yang masih kosong dan belum terbentuk.

3.3 Pengembangan Rancangan

3.3.1 Gambar Situasi

Gambar situasi terbagi atas 2 jenis yaitu site plan dan blok plan, dapat dijabarkan sebagai berikut:



Gambar .8 Site Plan
Sumber ; Data Olahan Peneliti

3.3.2 Gambar Arsitektur

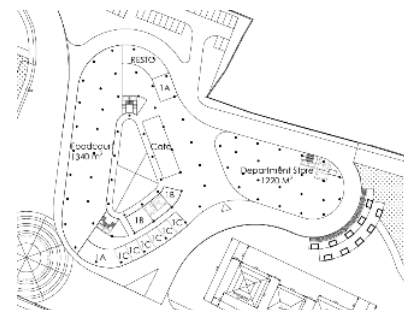
a. Denah



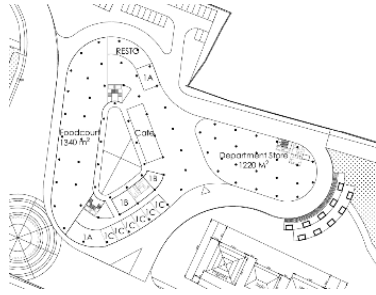
Gambar .9 Denah Lantai Basement
Sumber : Data Olahan Peneliti



Gambar .10 Denah Lantai Dasar
Sumber : Data Olahan Peneliti



Gambar .11 Denah Lantai Dua
Sumber : Data Olahan Peneliti



Gambar .12 Denah Lantai Tiga
Sumber : Data Olahan Peneliti

b. Tampak

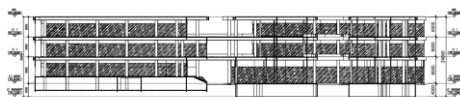


Gambar .13 Tampak Depan
Sumber : Data Olahan Peneliti



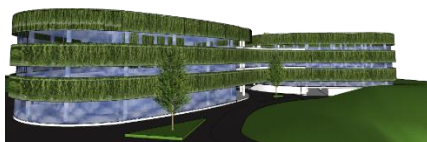
Gambar .14 Tampak Belakang
Sumber : Data Olahan Peneliti

c. Potongan



Gambar .15 Potongan
Sumber : Data Olahan Peneliti

d. Perspektif



Gambar .16 Perspektif
Sumber : Data Olahan Peneliti

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan diatas dapat disimpulkan bahwa perancangan bangunan gedung dengan pendekatan arsitektur biofilik diharapkan dapat memberikan dampak positif baik bagi pengguna

bangunan maupun lingkungan sekitarnya. Dengan pemenuhan aspek sebagai berikut:

- Pemenuhan syarat keandalan bangunan sangat perlu diperhatikan untuk keberlangsungan bangunan yang fungsional, diantaranya adalah aspek keselamatan yang meliputi pengaturan ruang gerak manusia dan penataan ruang yang sesuai dengan keterkaitan fungsinya, aspek Kesehatan meliputi pengaturan penghawaan, pencahayaan dan sanitasi serta penunjang aspek kemudahan yang meliputi pola aksesibilitas gedung yang mudah dipahami dan dijangkau.
- Penerapan konsep arsitektur biofilik ini diterapkan dengan hubungan erat antara arsitektur, alam dan bangunan. Kesadaran penuh terhadap keberadaan alam yang hidup berdampingan dengan manusia menjadi hal yang penting untuk diakui penuh dalam kehidupan kita sebagai manusia dan penerapannya dalam rancang bangun arsitektur.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. (2024). “*Profil Perdagangan Indonesia 2022*”. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

Goma, Z.A. rafiq, Djailani, Z.A. and Idji, B. (2020). “*Perancangan Pusat Perbelanjaan Modern Dengan Konsep Citywalk di Kota Gorontalo*”. JAMBURA Journal of Architecture, 2(1), pp. 11-18.

Wati, P.K., Widyawati, K. and Lutvaidah, U. (2023). “*Perancangan Resort Wisata Cibulan di Kota Kuningan Jawa Barat*”.

ANALISIS PENGARUH SENSOR *BOOST PRESSURE* TERHADAP *ENGINE* MTU SERI 16V2000M96L

Eko Priyono

Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
ekopriyono@itbu.ac.id

Abstrak

Mesin (*Engine*) merupakan penggerak utama pada sebuah kendaraan, yang semakin hari mengalami perubahan. Salah satu contohnya adalah dengan adanya penambahan perangkat *Turbocharger* pada sistem udaranya. Sistem udara berkaitan dengan performa pada sebuah mesin, oleh karenanya penulis melakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh nilai dari sensor *Boost Pressure* dan beban terhadap performa dari sebuah mesin. Analisa pengaruh sensor *Boost Pressure* terhadap mesin MTU mengacu pada penelitian yang dilakukan saat evaluasi terhadap pengaruh sensor *Boost Pressure* pada performa mesin. Mesin produk MTU sendiri adalah mesin Diesel yang dibuat di Negara Jerman dan mesin ini sering digunakan pada kapal-kapal besar seperti kapal kargo, kapal penumpang, kapal perang, kapal kepolisian, kapal penjagaan laut, dan kapal pesiar, serta digunakan pada truk besar yang ada di area tambang. Penelitian ini menunjukkan penggunaan sensor *Boost Pressure* dapat memberi manfaat yang signifikan terhadap performa mesin dan efisiensi bahan bakar.

Kata Kunci : Mesin, Turbocharger, Boost Pressure, MTU Engine, Efisiensi

1. PENDAHULUAN

Engine Merupakan suatu rangkaian komponen yang memanfaatkan gas untuk memutar turbin dengan pembakaran internal. Didalam turbin gas energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik melalui udara bertekanan yang memutar bleed turbin sehingga menghasilkan daya. Sedangkan Turbocharging adalah bagian penting dari perampungan mesin. Turbocharger biasanya terdiri dari turbin dan kompresor, yang dihubungkan melalui poros. Turbin mentransfer daya dari gas buang ke poros. Kompresor mengkonsumsi daya dari poros untuk memampatkan udara masuk, memaksa lebih banyak udara ke silinder. Dengan cara ini, *turbocharger* menghubungkan sistem pembuangan dan saluran masuk mesin, membentuk lingkaran umpan balik, membuat mesin turbocharged secara intrinsik sulit dikendalikan. sensor yang menghitung jumlah bilah kompresor yang lewat selama jendela waktu yang telah ditentukan. Kecepatan turbocharger kemudian digunakan sebagai ukuran dalam sistem kontrol *boost*.

Pengontrol kaskade dirancang untuk mengontrol kecepatan turbocharger untuk mencapai tekanan dorongan yang diinginkan. Pengontrol ini kemudian dievaluasi dengan

membandingkannya dengan pengontrol lain dengan tingkat kerumitan yang sama yang tidak menggunakan kecepatan turbocharger. Kedua kontroler diimplementasikan dan dievaluasi pada mesin bensin empat silinder segaris turbocharger di meja uji mesin (Nasution, A., & Ibrahim, 2017).

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor boost pressure dapat memberikan manfaat yang signifikan terhadap performa mesin, bahan bakar. Oleh karena itu penggunaan sensor ini sangat dianjurkan oleh mesin-mesin diesel yang digunakan kapal-kapal besar, truk truk yang beroperasi di pertambangan dan juga kapal kapal yacht untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi bahan bakar.

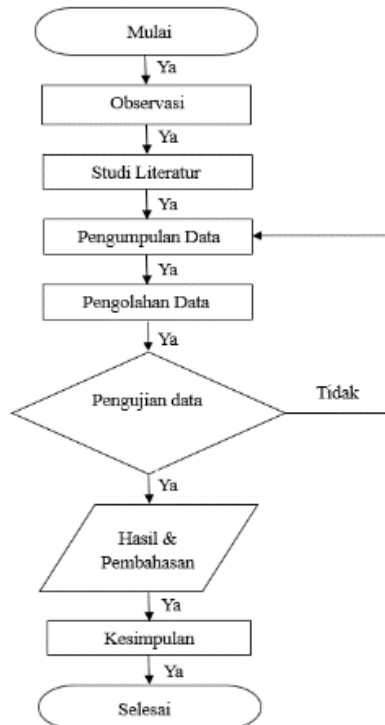
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan (*Field Research*), yaitu memperoleh data dari penelitian lapangan secara langsung pada saat dilakukan manipulasi terhadap sensor Boost Pressure dalam mengamati efek yang dihasilkan pada performa mesin Diesel MTU 16V2000M96L. Penelitian dilakukan dengan survey di lapangan, melakukan pengukuran

terhadap alat-alat yang nantinya akan disajikan datanya, baik secara angka maupun teori. Selanjutnya, data yang disajikan akan dibandingkan. Bagaimana data yang ada dilapangan, disesuaikan dengan teori yang digunakan, seakurat mungkin, sehingga akan mendapatkan hasil akhir yang sesuai dengan tujuan penelitian.

2.2 Diagram Alir



Gambar .1 Diagram Alir

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Penjelasan diagram alir :

1. Mulai Penelitian.
2. Observasi terhadap jenis mesin dan sistem kerja mesin pada kapal SuperYacht.
3. Studi Literatur. Berkaitan dengan pengembangan dasar teori yang nantinya akan ditulis sebagai bagian dari metode penelitian, maka dilakukan pengamatan pada sensor Boost Pressure mesin , serta melakukan wawancara.
4. Pengumpulan Data dilakukan dengan mengambil data dari uji mesin, dengan mengontrol dan memanipulasi sensor Boost Pressure terhadap mesin Diesel pada berbagai keadaan.

5. Pegolahan Data atau Analisis Data, baik data observasi dilapangan, maupun data penunjang teori dasar sistem mesin kapal.
6. Apabila data uji kurang lengkap, maka dilakukan pengambilan data lapangan kembali.
7. Apabila data uji sudah lengkap, data kemudian di olah hingga menjadi Hasil Pembahasan.
8. Kesimpulan dan saran dari keseluruhan data yang sudah dianalisa.
9. Selesai Penelitian

2.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode gabungan, dimana pendekatan kuantitatif dengan mengumpulkan data dilapangan sesuai pengujian. Menggunakan metode Kualitatif dengan menghadirkan teori sebagai landasan utama penelitian yang berkaitan dengan data yang ada di lapangan.

Pendekatan secara survey pun dilakukan, guna mendapat data yang akurat, sehingga segala pengukuran dan landasan teori yang dipakai sesuai dengan tujuan penelitian.

- Data primer
Data Primer didapatkan dari data yang sudah ada, berkaitan dengan teori penunjang penelitian dan analisa terhadap beberapa aspek di lapangan.
- Data sekunder
Data sekunder adalah data yang dihasilkan dari analisa dan perhitungan terhadap data primer, sehingga dapat menghasilkan suatu hasil kesimpulan pada analisa yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Analisis Sensor Boost Pressure Pada Kondisi Normal

Throttle memberikan masukan signal ke Local Operation Panel (LOP), yang mana LOP meneruskan masukan signal tersebut ke Engine Control Unit (ECU). Kemudian Engine Control Unit (ECU) menerima signal dan mengolahnya dari throttle untuk memberikan perintah ke sensor kecepatan.

Kemudian pada monitor display akan terlihat parameter yang dihasilkan dari tiap-tiap sensor yang terdapat pada mesin MTU 16V2000M96L.

Data saat mesin beroperasi dapat kita gunakan untuk mengetahui normal atau tidaknya fungsi suatu sensor pada mesin MTU 16V2000M96L. Data mesin yang normal dapat kita lihat pada gambar dibawah melalui parameter yang dihasilkan saat mesin sedang beroperasi :

Sensor	Unit	Left
[0] 1.2500.044 Engine Speed (ECU)	rpm	550.6
[1] 1.0100.001 P-Lube Oil after Filter	bar	1.99500
[2] 1.0102.001 P-Fuel	bar	5.60250
[3] 1.0103.001 P-Charge Air	bar	1.01975
[4] 1.0104.001 P-HD (Common Rail)	barHD	600
[5] 1.0120.001 T-Coolant	degC	72.75
[6] 1.0121.001 T-Charge Air	degC	68.14
[7] 1.0122.001 T-Fuel	degC	66.02
[8] 1.0125.001 T-Lube Oil	degC	70.96
[9] 1.1005.012 Engine Power	kW	26.160
[10] 1.1005.021 Rated Power	kW	1939.000
[11] 1.1020.200 Requested Torque 0-120%	%	6.000

Gambar 2. Nilai / Parameter Mesin Normal Saat Idle Speed

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Sensor	Unit	Left
[0] 1.2500.044 Engine Speed (ECU)	rpm	1228.4
[1] 1.0100.001 P-Lube Oil after Filter	bar	5.71125
[2] 1.0102.001 P-Fuel	bar	8.80875
[3] 1.0103.001 P-Charge Air	bar	1.82687
[4] 1.0104.001 P-HD (Common Rail)	barHD	1025
[5] 1.0120.001 T-Coolant	degC	74.12
[6] 1.0121.001 T-Charge Air	degC	69.18
[7] 1.0122.001 T-Fuel	degC	68.47
[8] 1.0125.001 T-Lube Oil	degC	72.37
[9] 1.1005.012 Engine Power	kW	243.460
[10] 1.1005.021 Rated Power	kW	1939.000
[11] 1.1020.200 Requested Torque 0-120%	%	25.100

Gambar 3.2 Nilai / Parameter Mesin Normal Saat Middle Speed

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Sensor	Unit	Left
[0] 1.2500.044 Engine Speed (ECU)	rpm	2438.6
[1] 1.0100.001 P-Lube Oil after Filter	bar	7.38000
[2] 1.0102.001 P-Fuel	bar	9.57375
[3] 1.0103.001 P-Charge Air	bar	4.17125
[4] 1.0104.001 P-HD (Common Rail)	barHD	2189
[5] 1.0120.001 T-Coolant	degC	82.81
[6] 1.0121.001 T-Charge Air	degC	43.36
[7] 1.0122.001 T-Fuel	degC	85.40
[8] 1.0125.001 T-Lube Oil	degC	79.49
[9] 1.1005.012 Engine Power	kW	1935.500
[10] 1.1005.021 Rated Power	kW	1939.000
[11] 1.1020.200 Requested Torque 0-120%	%	100.500

Gambar 3. Nilai / Parameter Mesin Normal Saat Full Speed

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

3.1.2 Analisis Sensor Boost Pressure Pada Kondisi Tidak Normal

Throttle memberikan masukan signal ke Local Operation Panel (LOP), yang mana LOP meneruskan masukan signal tersebut ke Engine Control Unit (ECU). Kemudian Engine Control Unit (ECU) menerima signal dan mengolahnya dari throttle untuk memberikan perintah ke sensor kecepatan (R. Yunandi & Steven, 2021).

Kemudian pada monitor display akan terlihat parameter yang dihasilkan dari tiap-tiap sensor yang terdapat pada mesin MTU 16V2000M96L. Data saat mesin beroperasi dapat kita gunakan untuk mengetahui normal atau tidaknya fungsi suatu sensor pada mesin MTU 16V2000M96L. Data mesin yang normal dapat kita lihat pada gambar dibawah melalui parameter yang dihasilkan saat mesin sedang beroperasi :

Sensor	Unit	Left
[0] 1.2500.044 Engine Speed (ECU)	rpm	549.4
[1] 1.0100.001 P-Lube Oil after Filter	bar	1.98750
[2] 1.0102.001 P-Fuel	bar	5.57250
[3] 1.0103.001 P-Charge Air	bar	1.01975
[4] 1.0104.001 P-HD (Common Rail)	barHD	600
[5] 1.0120.001 T-Coolant	degC	72.75
[6] 1.0121.001 T-Charge Air	degC	68.13
[7] 1.0122.001 T-Fuel	degC	65.68
[8] 1.0125.001 T-Lube Oil	degC	70.88
[9] 1.1005.012 Engine Power	kW	29.800
[10] 1.1005.021 Rated Power	kW	1939.000
[11] 1.1020.200 Requested Torque 0-120%	%	6.850

Gambar .4 Nilai / Parameter Mesin Tidak Normal Saat Idle Speed

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Sensor	Unit	Left
[0] 1.2500.044 Engine Speed (ECU)	rpm	1199.5
[1] 1.0100.001 P-Lube Oil after Filter	bar	5.64375
[2] 1.0102.001 P-Fuel	bar	8.78250
[3] 1.0103.001 P-Charge Air	bar	1.62062
[4] 1.0104.001 P-HD (Common Rail)	barHD	1019
[5] 1.0120.001 T-Coolant	degC	73.09
[6] 1.0121.001 T-Charge Air	degC	68.84
[7] 1.0122.001 T-Fuel	degC	68.47
[8] 1.0125.001 T-Lube Oil	degC	71.58
[9] 1.1005.012 Engine Power	kW	260.420
[10] 1.1005.021 Rated Power	kW	1939.000
[11] 1.1020.200 Requested Torque 0-120%	%	27.500

Gambar .5 Nilai / Parameter Mesin Tidak Normal Saat Middle Speed

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Sensor	Unit	Left
[0] 1.2500.044 Engine Speed (ECU)	rpm	2167.7
[1] 1.0100.001 P-Lube Oil after Filter	bar	7.30500
[2] 1.0102.001 P-Fuel	bar	9.67500
[3] 1.0103.001 P-Charge Air	bar	3.82612
[4] 1.0104.001 P-HD (Common Rail)	barHD	1757
[5] 1.0120.001 T-Coolant	degC	81.72
[6] 1.0121.001 T-Charge Air	degC	42.66
[7] 1.0122.001 T-Fuel	degC	83.18
[8] 1.0125.001 T-Lube Oil	degC	78.01
[9] 1.1005.012 Engine Power	kW	1373.720
[10] 1.1005.021 Rated Power	kW	1939.000
[11] 1.1020.200 Requested Torque 0-120%	%	80.200

Gambar .6 Nilai / Parameter Mesin Tidak Normal Saat Full Speed

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

3.1.3 Hasil Analisis

Tabel .1 Tabel Hasil Pengukuran

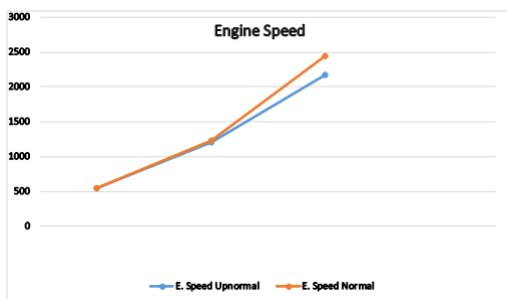
Time	Description	Normal Sensor	Unnormal Sensor	Unit
	Engine Speed ECU	550	549	Rpm
	Pressure Charge Air	1.01	1.01	Bar
	T- Charge Air	68.14	68.13	degC
	Engine Power	26.16	29.8	kW
	Engine Speed ECU	1228	1199	Rpm
	Pressure Charge Air	1.82	1.62	Bar
	T- Charge Air	69.1	68.84	degC
	Engine Power	243.4	240.4	kW
	Engine Speed ECU	2436	2167	Rpm
	Pressure Charge Air	4.1	3.82	Bar
	T- Charge Air	43.3	42.6	degC
	Engine Power	1935	1373	kW

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

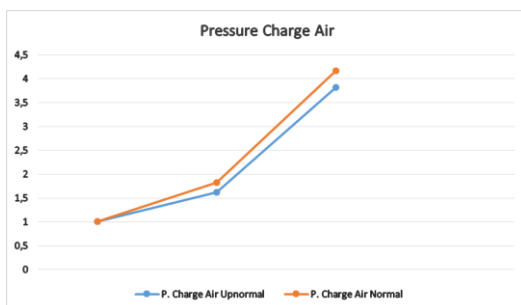
3.2 Pembahasan Hasil Analisis

Analisis ini bertujuan untuk membandingkan pembacaan nilai sensor boost pressure yang berfungsi normal dan sensor yang tidak berfungsi normal, dengan alat ukur yaitu pengolahan data parameter yang di dapat saat engine di operasikan dan menentukan tingkat deviasi, sehingga persentase selisih pembacaan nilai sensor dapat terlihat dengan jelas.

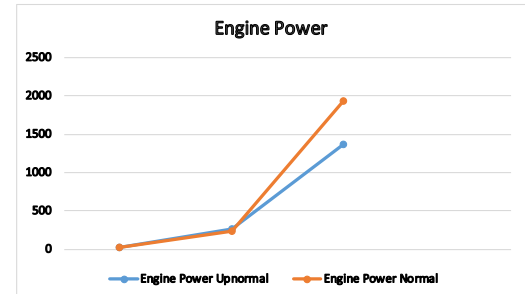
Pengujian ini untuk membandingkan tingkat pembacaan sensor boost pressure (*P. Charge Air*) dengan menggunakan daisys program untuk mendapatkan data yang akurat sehingga dapat menentukan proporsi penyimpangan atau perbedaan pembacaan nilai sensor.



Gambar .7 Grafik Perbedaan Engine Speed
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Gambar .8 Gambar Grafik Perbedaan Pressure Charge Air
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri



Gambar .9 Gambar Grafik Perbandingan Engine Power
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Tabel .2 Data Perhitungan Sensor Boost Pressure Yang Normal

RPM	No	Tegangan Volt	Pressure (Bar)
550,6	1	0.89 Volt	1.01 Bar
1228,4	2	1.51 Volt	1.82 Bar
2438,6	3	3.41 Volt	4.17 Bar

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Cara perhitungannya :

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

Keterangan ;

P_1 = Tekanan maksimal Sensor

P_2 = Tekanan nyata pembacaan

V_1 = Tegangan maksimal Sensor

V_x = Tegangan yang dicari ...?

1. Bost Pressure Sensor yang normal

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

$$P_1 \times V_x = P_2 \times V_1$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1}$$

Diketahui = $P_1 = 6$ Bar

$P_2 = 1.01$ Bar

$V_1 = 5$ Volt

$V_x = \dots\dots?$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1}$$

$$= \frac{1.01 \text{ bar} \times 5 \text{ volt}}{6 \text{ bar}}$$

$$= 0.84 \text{ volt}$$

2. Bost Pressure Sensor yang normal

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

$$P_1 \times V_x = P_2 \times V_1$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1}$$

$$\text{Diketahui} = P_1 = 6 \text{ Bar}$$

$$P_2 = 1.82 \text{ Bar}$$

$$V_1 = 5 \text{ Volt}$$

$$V_x = \dots\dots?$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1} = \frac{1.82 \text{ bar} \times 5 \text{ volt}}{6 \text{ bar}} = 1.51 \text{ volt}$$

3. Bost Pressure Sensor yang normal

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

$$P_1 \times V_x = P_2 \times V_1$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1}$$

$$\text{Diketahui} = P_1 = 6 \text{ Bar}$$

$$P_2 = 4.17 \text{ Bar}$$

$$V_1 = 5 \text{ Volt}$$

$$V_x = \dots\dots?$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1} = \frac{4.17 \text{ bar} \times 5 \text{ volt}}{6 \text{ bar}} = 3.41 \text{ volt}$$

Tabel 3. Data Perhitungan Sensor Boost Pressure Yang Tidak Normal

RPM	Tegangan Volt (V)	Pressure (Bar)
549,4	0.89 Volt	1.01 Bar
1199,5	1.35 Volt	1.62 Bar
2167,7	3.18 Volt	3.82 Bar

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Cara perhitungan nya :

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

Keterangan ;

P_1 = Tekanan maksimal Sensor

P_2 = Tekanan nyata pembacaan

V_1 = Tegangan maksimal Sensor

V_x = Tegangan yang dicari

1. Boost presure Sensor yang tidak normal

Cara pengitungan nya :

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

$$P_1 \times V_x = P_2 \times V_1$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1}$$

$$\text{Diketahui} = P_1 = 6 \text{ Bar}$$

$$P_2 = 1.01 \text{ Bar}$$

$$V_1 = 5 \text{ Volt}$$

$$V_x = \dots\dots?$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1} = \frac{1.01 \text{ bar} \times 5 \text{ volt}}{6 \text{ bar}} = 0.84 \text{ volts}$$

2. Boost presure Sensor yang tidak normal

Cara pengitungan nya :

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

$$P_1 \times V_x = P_2 \times V_1$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1}$$

$$\text{Diketahui} = P_1 = 6 \text{ Bar}$$

$$P_2 = 1.62 \text{ Bar}$$

$$V_1 = 5 \text{ Volt}$$

$$V_x = \dots\dots?$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1} = \frac{1.62 \text{ bar} \times 5 \text{ volt}}{6 \text{ bar}} = 1.35 \text{ volts}$$

3. Boost presure Sensor yang tidak normal

Cara pengitungan nya :

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_x}$$

$$P_1 \times V_x = P_2 \times V_1$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1}$$

$$\text{Diketahui} = P_1 = 6 \text{ Bar}$$

$$P_2 = 3.82 \text{ Bar}$$

$$V_1 = 5 \text{ Volt}$$

$$V_x = \dots\dots?$$

$$V_x = \frac{P_2 \times V_1}{P_1} = \frac{3.82 \text{ bar} \times 5 \text{ volt}}{6 \text{ bar}} = 3.18 \text{ volts}$$

Selisih pengukuran sensor boost pressure:

Keterangan ;

V_1 = hasil sensor normal

V_2 = hasil sensor yang upnormal

$V_2 - V_1 = 3,41 - 3,18 = -0,23$ volt

$V_2 - V_1 = 3,41 - 3,18$
 $= 0,23$ Volts

Keterangan ;

V_2 = Tegangan sensor normal

V_1 = Tegangan sensor ubnormal

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow P_1 \times V_2 = P_2 \times V_1$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times V_2}{V_1}$$

$$= \frac{6 \text{ bar} \times 0,23 \text{ Volt}}{5 \text{ Volt}}$$

$$= 0,276 \text{ bar}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil pemaparan dan analisa data diatas, dapat disimpulkan bahwa :

1. Sensor Charge Air Pressure (Boost pressure Sensor) memberikan masukan / Input Signal pada Engine Control Unit (ECU) yang dapat mempengaruhi Output Signal terhadap sensor lainnya.
2. Sensor Charge Air Pressure (Boost pressure Sensor) berpengaruh pada saat putaran maksimum mesin MTU 16V2000M96L. Dengan pengaruh yang dihasilkan Sensor Charge Air Pressure (Boost pressure Sensor) yang bermasalah tersebut, sehingga membuat tenaga mesin yang dihasilkan menjadi kurang maksimal.
3. Pada saat kecepatan rendah, Sensor Charge Air Pressure (Boost pressure Sensor) yang bermasalah nilainya masih terbaca dengan normal. Ketika kecepatan mesin mulai naik, Sensor Charge Air Pressure (Boost pressure Sensor) yang terbaca mulai mengalami perbedaan dengan nilai Sensor Charge Air Pressure (Boost pressure Sensor) yang normal, juga ketika kecepatan mesin maksimal Sensor Charge Air Pressure (Boost pressure Sensor) terlihat lebih jelas nilainya, tentunya dibawah batas normal.
4. Tekanan bertambah ditemukan di sepanjang pipa tekanan, ini dapat

mengukur peningkatan Turbocharger sehingga mesin tidak rusak karena mendapat dorongan yang terlalu besar. Kombinasi Sensor suhu NTC, jika mesin mendapat dorongan yang terlalu besar, maka ECU akan mematikan mesin untuk melindungi dari kerusakan. Sensor ini tidak dapat berfungsi apabila tersumbat oleh oli / karbon, sehingga perlu dilakukan inspeksi secara lanjutan dan visual.

DAFTAR PUSTAKA

- H. Nasution, A., & Ibrahim, 2017. "Kajian Studi Turbocharger Terhadap Performasi Motor Bakar Diesel Daya 150 Ps.
- R. Yunandi, A. Abrar, and S. Steven, 2021. "Unjuk Kerja Mesin Diesel terhadap Penambahan Turbocharger," J. Syntax Admiration, vol. 2, no. 3, pp. 465–477.

SISTEM MONITORING PENYALURAN AIR BAKU BERBASIS *IOT* DENGAN *PLATFORM THINGER.IO* MENGUNAKAN PROTOKOL MQTT

Cahyono Koerniawan Hidayat

Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo,

cahyonokh@itbu.ac.id

Abstrak

Penyaluran air baku atau yang sering di sebut PAB merupakan titik awal masuknya air sungai ataupun sumber air lainnya, yang akan di distribusikan melalui pompa air ke Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) ataupun perusahaan swasta pengolahan air. Penyaluran air baku pada umumnya menyalurkan air dari sungai secara langsung melalui pompa air menuju titik distribusi tujuan, yang tentunya kita tidak tahu kualitas air tersebut dari tingkat kekeruhannya, kadar pH air tersebut berapa dan tercemar atau tidaknya air tersebut. Terlebih lagi di perkotaan sering terjadi luapan air pada saat hujan turun yang secara mendadak. Sehingga dibutuhkan sebuah monitoring yang bisa di akses secara real-time, sehingga ketika terjadi perubahan secara signifikan pada pH air, tingkat kekeruhan air dan ketinggian air sehingga dapat di lakukan maintenance pada permasalahan tersebut. Dengan membuat sebuah prototipe sistem monitoring penyaluran air baku berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan MQTT Broker. Dengan memanfaatkan platform Thinger.io sebagai MQTT Broker, mikrokontroler esp32 berikut pH sensor, ultrasonic sensor dan turbidity sensor sebagai Publisher. Perangkat Laptop atau Smartphone sebagai Subscriber. Hasil sensor nilai pH air, ketinggian air dan kekeruhan air dapat di monitoring pada platform thinger.io dan dapat di akses melalui Link atau berkode yang dapat di akses siapa pun sehingga proses monitoring bisa di lakukan secara real-time dan jarak jauh dengan menggunakan protokol MQTT.

Kata Kunci: pH sensor, ultrasonic sensor, turbidity sensor, thinger.io, protokol MQTT.

1. PENDAHULUAN

Penyaluran air baku atau yang sering di sebut PAB merupakan titik awal masuknya air sungai ataupun sumber air lainnya, yang akan di distribusikan melalui pompa air ke Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) ataupun perusahaan swasta pengolahan air. Air sungai di daerah perkotaan merupakan sumber daya air alami yang harus diamankan dan dijaga dari penyebab pencemaran, seperti discharge dari limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian dan lainnya. Penyaluran air baku pada umumnya menyalurkan air dari sungai secara langsung melalui pompa air menuju titik distribusi tujuan, akan tetapi sungai di perkotaan sering kali di temukan berbagai macam limbah yang tentunya mempengaruhi kualitas air tersebut. Terlebih lagi di perkotaan sering terjadi luapan air pada saat hujan turun yang secara mendadak. Sehingga dibutuhkan sebuah monitoring yang bisa di akses secara real-time, yang menunjukkan parameter pH air, kekeruhan air dan keadaan air yang meluap atau

normal yang dapat di akses di mana pun dan oleh siapa pun (Junaidi, 2015).

Menggunakan sistem Internet of Things (IoT) dengan sistem Protokol MQTT merupakan sebuah solusi yang tepat karena kita dapat memonitoring secara real-time dan jarak jauh melalui MQTT (Message Queueing Telemetry Transport) Broker atau yang sering di sebut Platform IoT . sistem Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana suatu device atau perangkat yang diintegrasikan input-input sensor dan program software dengan tujuan untuk mengirim data dan bertukar data yang mengkoneksikan benda fisik dan virtual selama terhubung ke internet. (Wilianto, 2018).

Dengan monitoring kondisi air yang masuk dengan sebuah parameter menjadi satu hal yang sangat penting sebelum air di distribusikan ke titik – titik tujuan, sehingga apabila terjadi perubahan pada tingkat pH air yang tidak di ambang batas normal yaitu kurang dari pH 6 atau lebih dari pH 8 ataupun kondisi air yang keruh tidak seperti biasanya dan tingkat volume air yang meluap dapat di lakukan

tindakan maintenance sehingga PAB dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Hal tersebut mendorong penulis untuk membuat sebuah prototipe monitoring penyaluran air baku berbasis Internet of things (IoT) menggunakan MQTT Broker. Dengan memanfaatkan platform Thinger.io sebagai MQTT Broker, microcontroller esp32 berikut pH sensor, ultrasonik sensor dan turbidity sensor yang akan menjadi Publisher dan perangkat laptop atau handphone android sebagai Subscriber. Penulis menggunakan ESP32 yang merupakan mikrokontroler yang memiliki chip prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 sehingga sangat mendukung untuk membuat aplikasi Internet of Things dan kompatibel dengan program Arduino IDE. Bahasa pemrograman yang dipakai dalam Arduino IDE yaitu menggunakan bahasa pemrograman C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka - pustaka (libraries) yang ada di dalam program (Zhu & M Leung, 2015)

Pada penelitian ini penulis ingin memperkenalkan sistem monitoring penyaluran air baku dengan menggunakan pH sensor yang berfungsi mendeteksi pH air, ultrasonik sensor berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air dan turbidity sensor sebagai pendeteksi kekeruhan air pada area device di pasang. Kemudian hasil pembacaan sensor tersebut di transmisikan melalui esp32 dengan sistem MQTT Protokol yang digunakan untuk komunikasi perangkat dengan metode publish/subscribe melalui jaringan internet yang akan di tampilkan pada halaman dashboard thinger.io sebagai MQTT Broker. Halaman dashboard hasil pembacaan sensor dapat di akses melalui Link oleh lebih dari satu pengguna selama pengguna mempunyai Link tersebut tanpa harus log in pada MQTT Broker tersebut, sehingga proses monitoring dapat berjalan secara terus menerus selama device terhubung ke internet (Dharmawan, 2017).

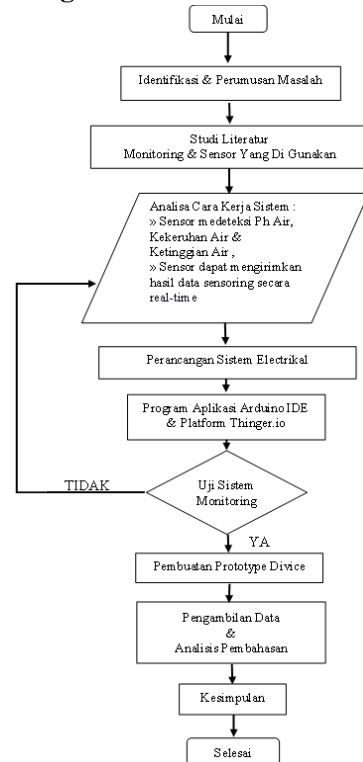
2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah rancang bangun dengan membuat suatu kerangka dasar sistem untuk penyelesaian terhadap permasalahan yang diangkat dalam

skripsi ini. Pada penelitian ini penulis membuat rancang bangun sebuah sistem yaitu Rancang Bangun Sistem Monitoring Penyaluran Air Baku Berbasis IoT Dengan Platform Thinger.io Menggunakan Protokol MQTT.

2.2 Diagram Alir



Gambar 1 Diagram Alir Sistem Monitoring
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

1) Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan pertama yang di lakukan dalam penyelesaian penelitian kemudian setelah itu dirumuskan dalam perumusan masalah dengan tujuan agar memudahkan dalam mengenali dan menganalisis masalah yang ada.

2) Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan sebagai landasan teori dalam menghimpun data serta penyelesaian masalah. Pencarian referensi- referensi dalam Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber seperti, jurnal penelitian, tugas akhir, maupun dari internet.

- 3) Pengumpulan Data Analisa Cara Kerja Sistem
Tahapan ini penulis melakukan analisa setiap sensor yang akan di gunakan melalui sumber sumber referensi jurnal dan media internet.
- 4) Perancangan Sistem Electrical
Tahapan ini dilakukan simulasi penyatuan wiring melalui software fritzing. Setelah wiring di software di anggap benar, maka langsung di implementasikan secara langsung di modul sensor yang di gunakan seperti pH sensor, turbidity sensor / sensor kekeruhan air, ultrasonic dan mikrokontroler esp32.
- 5) Program Aplikasi Arduino IDE & Platform Thinger.io
Tahapan ini dilakukan untuk pembuatan program perintah untuk mikrokontroler esp32 pada software Arduino IDE. Setelah pembuatan program dilakukan pengujian program untuk memeriksa ada tidaknya kesalahan dalam pemrograman dengan melakukan compile pada menu yang ada di software Arduino.
- 6) Konfigurasi Platform Thinger.io
Tahap konfigurasi ini dengan melakukan pembuatan Device ID pada platform tinger.io dan melakukan pengaturan jenis protokol komunikasi MQTT pada platform.
- 7) Uji Sistem Monitoring
Tahapan ini dilakukan setelah perancangan sistem electrical berhasil dan pemrograman berhasil yaitu dengan melakukan pengujian monitoring pada tiap sensor apakah sudah berfungsi dengan baik dalam pembacaan nilai sensor. Pengujian di lakukan pada menu serial monitor di software Arduino menggunakan pembacaan serial

baud untuk mendapatkan nilai pembacaan sensor dan pada dashboard menu platform thinger.io. Apabila uji sistem gagal atau mengalami masalah maka harus mengulangi pada langkah sebelumnya

- 8) Pengambilan, Pengolahan Data dan Kesimpulan
Pengambilan dan pengolahan data dilakukan setelah melihat hasil monitoring yang ditampilkan pada dashboard thinger.io. Kemudian dari hasil data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan dalam penelitian tersebut.

2.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian yang dilakukan secara sengaja dan sistematis untuk menyempurnakan produk yang telah ada maupun mengembangkan suatu produk baru melalui pengujian sehingga produk tersebut dapat dipertanggungjawabkan. Dengan membuat Suatu kerangka dasar penyelesaian terhadap permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini. Pada penelitian ini penulis membuat rancang bangun Sistem Monitoring Penyaluran Air Baku Berbasis IoT Dengan Platform thinger.io menggunakan protokol MQTT yang merupakan sebuah pengembangan dari beberapa alat ukur konvensional dengan menggunakan sensor – sensor terkait menjadi sebuah device yang diintegrasikan dengan sistem IoT. Dengan mengumpulkan literatur, jurnal, Paper dan penelitian yang terkait sebagai data referensi, proses selanjutnya yaitu rancang bangun. Rancang bangun dilakukan dengan langkah – langkah proses perencanaan, perancangan, implementasi, pengujian alat, pengambilan data, dan analisis. Metode ini sering digunakan sebagai pengembangan sistem dibidang teknik.

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari lapangan atau data hasil dari penelitian seperti :

- Data monitoring pH air, kekeruhan air dan ketinggian air yang di tampilkan thinger.io pada area device yang di pasang.
- Data-data bahasa pemrograman mikrokontroler ESP32
- Data spesifikasi sistem sensor yang digunakan.
- Data pengukuran pH air, kekeruhan air dan ketinggian air.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah suatu data yang diperoleh dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sumber yang sudah ada baik jurnal atau laporan ilmiah yang berhubungan dengan masalah yang penulis angkat sebagai tugas akhir ini untuk memperoleh dasar teori pada laporan penulisan ini seperti data kalibrasi sensor pH, kalibrasi turbidity sensor, kalibrasi sensor ultrasonik, kondisi lapangan tempat penelitian dan sebagainya.

Tabel 1 Tabel Peralatan Hardware

Peralatan Hardware		
Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas
ESP32	Komponen utama yang dibutuhkan sebagai microcontroller dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Ph Sensor	Komponen pendukung utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Sensor Ultrasonik HC SR04	Komponen pendukung utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Turbidity Sensor	Komponen pendukung utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Lampu LED	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	4 pcs
Buzzer	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Resistor	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	4 pcs
Breadboard	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas
Baterai 18650	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	4 pcs
Box Project	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Kabel Jumper Female to Female	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	15 pcs
Kabel Jumper Male to Female	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	15 pcs
Kabel Jumper Male to male	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	15 pcs
Smartphone	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Laptop	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Adaptor Baterai 5V	Komponen pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Tabel 2 Tabel Peralatan Software

Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas
Arduino IDE	Software utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Platform Thingier.io	Software utama yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs
Fritzing	Software pendukung yang dibutuhkan dalam menyelesaikan alat penelitian	1 pcs

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Perancangan Alat

Berdasarkan studi analisa literatur dan perancangan alat untuk sistem monitoring. Dalam pembuatan alat dan sistem rancang bangun sistem monitoring pada penyaluran air baku ini tentunya memiliki beberapa tahapan. Sebelum ke proses pembuatan alat, penulis merencanakan dan mendesain alat yang dibuat pada rancang bangun ini. Perancangan alat dan sistem pada rancang bangun ini dibagi menjadi dua tahapan, yaitu perancangan sistem elektrik dan perancangan sistem program sistem monitoring pada aplikasi arduino dan platform thinger.io. Penjelasan tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem Elektrikal

Sebelum membuat sistem program monitoring pada platform IoT, dibutuhkan komponen-komponen untuk menghubungkan suatu objek yang akan dimonitoring dengan software sebagai media monitoring berbasis IoT. Dalam sistem elektrikal ini perancangan komponen terbagi menjadi rangkaian pH sensor, rangkaian ultrasonik sensor, rangkaian turbidity sensor dan rangkaian indikator lampu dan buzzer, serta rangkaian keseluruhan.

1) Rangkaian pengawatan pH Sensor

Perancangan pertama di mulai dari rangkaian pH sensor ke ESP32. Dengan menghubungkan pin data dari modul sensor ke pin GPIO 34 pada ESP32 yang di jadikan sebagai pin input pembacaan sensor. Pada pH sensor terdapat komponen utama berada di bagian sensor probe dengan material terbuat dari elektroda kaca, dimana pada elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCL yang terdapat pada bagian ujung sensor probe, sensor probe tersebut akan mengukur besaran nilai ion H_3O^+ pada suatu larutan sehingga dapat mengetahui kadar pH pada suatu larutan/cairan. Elektroda pada sensor pH air terbentuk dari bahan lapisan kaca yang sensitif dengan impedansi yang kecil oleh sebab itu dapat mendapatkan hasil pembacaan dan penilaian yang stabil dan cepat pada suhu cairan/larutan tinggi maupun rendah. Hasil dari pembacaan nilai sensor pH air diolah oleh esp32 dengan menggunakan sistem antarmuka yang sudah ada pada modul sensor pH kemudian di tampilkan pada aplikasi arduino IDE melalui pembacaan serial sebelum dikonfigurasi dengan thinger.io.

Tabel Konfigurasi Pin pH Sensor ke ESP32

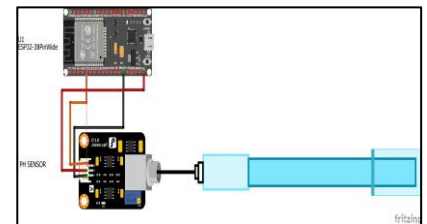
Tabel 3 Tabel Konfigurasi Pin pH Sensor ke ESP32

pH Sensor	ESP32
VCC	Pin 5V
GND	Pin GND
Data	GPI O Pin 34

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

2) Rangkaian Pengawatan Ultrasonik Sensor

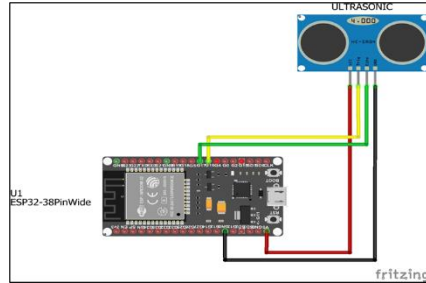
Perancangan berikutnya yaitu rangkaian ultrasonik sensor yang berfungsi membaca ketinggian air Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 2. Rangkaian pH Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

dengan menghubungkan pin trigger dari sensor ke pin GPIO 16 dan pin echo (recrifer) dari sensor ke pin GPIO 17 pada ESP32. Alat ini memancarkan gelombang ultrasonik ke debit air yang terdeteksi mengirimkan sebuah gelombang ultrasonik lalu diukur dengan waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek. Hal ini tergantung jarak objek dikarenakan gelombang ultrasonik melakukan transmitter dan receiver sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi dua kali. Proses inilah yang akan di konversi oleh mikrokontroler

sehingga menjadi sebuah bilangan angka yang di tampilkan pada pembacaan serial pada aplikasi arduino sebelum dikonfigurasi ke thinger.io atau platform IoT.



Gambar 3. Rangkaian Ultrasonik Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

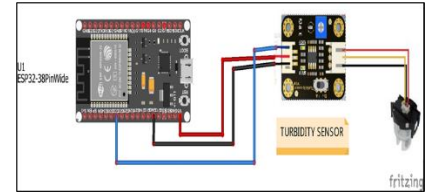
Tabel 4 Tabel Konfigurasi Pin pH Sensor ke ESP32

pH Sensor	ESP32
VCC	Pin 5V
GND	Pin GND
Trigger	GPIO Pin 16
Echo	GPIO Pin 17

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3) Rangkaian Pengawatan Turbidity Sensor SEN0189

Pada pengawatan turbidity sensor pin GPIO 35 di fungsikan sebagai input sensor yang akan diolah ESP32 sehingga menjadi suatu nilai yang akan ditampilkan dalam pembacaan serial maupun di thinger.io. Turbidity Sensor berfungsi mendeteksi tingkat kekeruhan pada air melalui probe yang dicelupkan pada air sehingga dapat mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar Total Suspended Solids (TTS).



Gambar 4 Rangkaian Turbidity Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

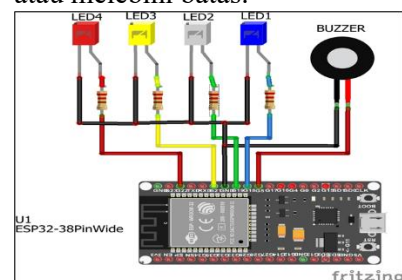
Tabel 5 Tabel Konfigurasi Pin Turbidity ke ESP32

Turbidity Sensor	ESP32
VCC	Pin VCC
GND	Pin GND
Data	GPIO Pin 35

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

4) Rangkaian Pengawatan Indikator Lampu & Buzzer

Pada rangkaian indikator digunakan empat LED yang di hubungkan ke pin GPIO dan satu buzzer GPIO yang di paparkan di tabel 4.4 komponen tersebut berfungsi sebagai indikator sistem monitoring. Setiap komponen indikator mempunyai outputnya masing - masing seperti LED1 sebagai indikator terhubungnya perangkat atau device terhubung ke internet, LED2 berfungsi sebagai indikator kondisi air yang dideteksi ultrasonik sensor dalam keadaan normal, LED3 indikator kondisi air mulai naik, LED4 dan buzzer sebagai indikator kondisi air meluap atau melebihi batas.



Gambar 5 Rangkaian Lampu Indikator & Buzzer

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Tabel 6 Tabel Konfigurasi Pin Lampu Indikator & Buzzer ke ESP32

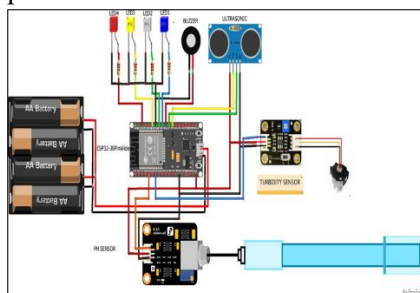
Indikator	Resistor	ESP32
LED1	R1	GPIO Pin 18

LED2	R2	GPIO Pin 19
LED3	R3	GPIO Pin 21
LED4	R4	GPIO Pin 22
Buzzer	-	GPIO Pin 5
L1,L2,L3,L4 & Buzzer		GND

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

5) Rangkaian Keseluruhan

Pada skema pengawatan rangkaian keseluruhan menunjukkan baterai sebagai power Supply menggunakan modul adaptor tambahan sehingga dapat menghasilkan output 5V dengan perangkat input berupa sensor pH, ultrasonik dan turbidity sensor begitu pun perangkat output berupa led, buzzer yang telah diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Dimana LED1 apabila menyala berfungsi sebagai penanda bahwa perangkat telah terhubung ke internet. Sensor pH berfungsi sebagai pendeteksi tingkat pH pada air, turbidity sensor berfungsi memonitoring kekeruhan air. LED2, LED3, LED4 dan Buzzer berfungsi sebagai output penanda ketinggian air yang dibaca oleh sensor ultrasonik. Semua input hasil pembacaan sensor akan di kirim melalui esp32 dengan bantuan jaringan internet ke thinger.io dan dapat dilihat secara real-time hasil pembacaan sensor tersebut.



Gambar 6 Rangkaian Keseluruhan

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3.2 Perancangan Sistem Program Monitoring

Pada suatu sistem tentunya terdapat algoritma supaya sistem tersebut dapat

berjalan sesuai yang diinginkan. Maka diperlukan pembuatan pemrograman untuk mengolah data nilai sensor sehingga sensor tersebut dapat menyajikan nilai ukuran yang sesuai. Software yang digunakan untuk mengolah data sensor adalah Arduino IDE yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram yang menggunakan bahasa C sebagai Bahasa pemrograman. Setelah program dibuat sesuai instruksi pada sensor yang akan digunakan lalu program diupload pada mikrokontroler ESP32 agar dapat membaca kinerja dari sensor-sensor yang terpasang Pada perancangan sistem monitoring penyaluran air baku ini terdapat beberapa tahapan pemrograman yaitu :

1. Inisialisasi Pin pH Sensor dan Pengolahan Data Nilai Sensor

Gambar 7 Inisialisasi Pin dan Variabel pH Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Pada tahap ini yaitu inisialisasi pin input analog pada ESP32 yang akan digunakan sebagai pin signal dari pH sensor. Sehingga dapat mengirimkan nilai yang di baca ESP32 berupa nilai ADC yang kemudian diolah menjadi suatu ukuran nilai pH dengan melakukan pengolahan data nilai ADC pada pemrograman. Pada pengolahan data nilai pH sensor didapat nilai tegangan pH dari hasil kalibrasi dengan acuan nilai pH 4 dan pH 7 sebagai variabel patokan tegangan nilai pH yang di dapat dari persamaan 2.1.

$$V = pH_Val.(5.0 / 4095)$$

$$TeganganPh = ADC\ 1573.(5.0 / 4095) = 1,92\ V$$

```

30 // =====Inisialisasi Pin dan Variabel pH Sensor =====
31 const int ph_Pin = GPIO_NUM_34;
32 float Po = 0;
33 float PH_step;
34 int nilai_analog_PH;
35 double TeganganPh;
36
37 // Tegangan(V) Hasil kalibrasi
38 float PH4 = 1.92;
39 float PH7 = 2.48;
40

```

$$TeganganPh = ADC\ 1970.(5.0 / 4095) = 1,92\ V$$

Hasil kalibrasi : pH 4 = 1,92 V

$$\text{pH } 7 = 2,40 \text{ V}$$

Setelah proses kalibrasi nilai tegangan Ph untuk mendapatkan nilai pH maka terlebih dahulu harus diketahui nilai tegangan tingkatan nilai pH dengan persamaan 2.2.

$$\begin{aligned} \text{PH_step} &= (\text{tegangan PH4} - \text{tegangan PH7}) / (\text{PH7} - \text{PH4}) \\ &= (1,92 - 2,40) / (7-4) \\ &= -0,48/3 \\ &= -0,16 \text{ V} \end{aligned}$$

```

285 //=====Program Pembaca PH_sensor=====
286 void PH_sensor()
287 {
288     nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
289     Serial.println("nilai ADC PH: " + String (nilai_analog_PH));
290
291     TeganganPh = 5.0 / 4095.0 * nilai_analog_PH; // Tegangan V berdasarkan pembacaan ADC
292     Serial.println("TeganganPh: " + String(TeganganPh));
293
294     PH_step = (PH4 - PH7) / 3; // PH_step = pembacaan nilai variabel tegangan per 0,1 ph
295
296     Po = 7.00 + ((PH7 - TeganganPh) / PH_step); // Po = nilai pH
297     Serial.println("Nilai PH Air: " + String(Po));
298     delay(3000);
299 }
300
301 /*
302 PH_step = (tegangan PH4 - tegangan PH7) / (PH7 - PH4)
303          = (1,92 - 2,40) / (7-4)
304          = -0,48/3
305          = -0,16
306 */
307

```

Gambar 8 Pengolahan Data Nilai pH Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Tegangan tingkatan nilai pH yaitu -0,16 merupakan variabel tegangan pada setiap perubahan nilai pH. Variabel tegangan ini digunakan kembali pada persamaan nilai pH output yang dibaca ESP32 yang merupakan nilai untuk pembacaan pH dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$\begin{aligned} \text{Po} &= 7.00 + ((\text{teganganPh7} - \text{teganganPh}) / \text{PH_Step}) \\ &= 7.00 + ((2,40 - 1,92) / (-0,16)) \\ &= 7.00 + (0,48 / (-0,16)) \\ &= 7.00 + (-3) \\ &= 4.00 \end{aligned}$$

Maka nilai yang dibaca adalah pH 4 . dari persamaan di atas nilai pembacaan Po (pH output) dapat berubah jika nilai pembacaan dari variabel teganganPh terdapat perubahan bergantung dari pembacaan tegangan yang di baca ESP32.

2. Inisialisasi Pin Ultrasonik Sensor dan Pengolahan Data Nilai Sensor

```

44 //====Inisialisasi Pin Ultrasonik Sensor=====
45 #define trigPin GPIO_NUM_16
46 #define echoPin GPIO_NUM_17
47 #define BUZZ GPIO_NUM_5
48 #define LED1 GPIO_NUM_18
49 #define LED2 GPIO_NUM_19
50 #define LED3 GPIO_NUM_21
51 #define LED4 GPIO_NUM_22
52 //variabel untuk kondisi air
53 String keadaan= "";
54
55
56 //===== variabel Ultrasonik=====
57 long duration;
58 long distance;
59 long tinggiAir = constrain (tinggiAir, 0 ,500);

```

Gambar 9 Inisialisasi Pin dan Variabel Ultrasonik Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Pada inisialisasi pin ultrasonik terdapat beberapa variabel yang digunakan sehingga dapat menampilkan nilai berupa centimeter. Pada variabel tinggiAir penulis memasukkan tinggi maksimal pembacaan sensor ultrasonik 500 cm walaupun batas maksimal jarak pembacaan sensor hanya 450 cm. Dikarenakan pembacaan ini ketinggian air bukan jarak sehingga bisa dilakukan mapping pembacaan dengan variabel constrain dalam program sehingga pembacaan maksimal 500 cm atau 5 meter sesuai dengan kedalaman air yang berada di PAB. Misalkan ultrasonik membaca jarak duration dari pulseIn yang di terima receiver dari hasil trigger sebesar 5000 microsecon maka variabel distance akan di dapat dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$s = (v.t) / 2 = (0,034 \times 5000) / 2 = 170 / 2 = 85 \text{ cm}$$

maka jarak yang di baca ultrasonik 85 cm dan untuk mendapatkan angka ketinggian air di masukan persamaan 2.5 pada formula di program.

$$T \text{ Air} = K \text{ Air} - S$$

$$\text{tinggiAir} = 500 - \text{distance}$$

$$\text{tinggiAir} = 500 - 85$$

$$\text{tinggiAir} = 415 \text{ cm}$$

Sehingga di dapat ketinggian air dengan ketinggian 415 cm. Variabel distance yang merupakan variabel jarak pembacaan sensor yang memanfaatkan pulseIn dari echoPin sebagai reciver yang

menerima gelombang dari trigger sehingga di konversi ke satuan nilai waktu sehingga didapat variabel jarak persamaan tersebut dimasukkan ke dalam program yang ditunjukkan pada program pada gambar berikut.

```

181 //-----program Pembacaan Ultrasonik-----
182 void ultrasonic() {
183
184 //clear the trigPin
185 digitalWrite(trigPin, LOW);
186 delayMicroseconds(2);
187
188 //Sett trigger on HIGH selama 10 microseconds
189 digitalWrite(trigPin, HIGH);
190 delayMicroseconds(10);
191 digitalWrite(trigPin, LOW);
192
193 //Baca echoPin, kembali ke waktu perjalanan gelombang suara microseconds
194 duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
195
196 //Perhitungan Jarak
197 distance = duration*0.034/2; //s=t*v
198
199 tinggIdr = 500 - distance; //jarak maksimal pembacaan sensor dikurangi jarak pengukuran
200 delay(500);
201 }

```

Gambar 10 Pengolahan Data Nilai
Ultrasonik Sensor

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

sehingga dengan persamaan 2.4 dan 2.5 bisa didapat nilai tinggi air dengan satuan centimeter. Dalam proses berjalanya sistem program ultrasonik didukung beberapa komponen lampu indikator dan buzzer, sebagai komponen pendukung untuk indikator ketinggian air sehingga dapat memberikan peringatan secara visual pada device selain pada data yang di tampilkan pada thinger.io dan input programnya ditunjukkan pada gambar 11 komponen tersebut di program sebagai output seperti LED2 akan menyala apabila ketinggian air berada pada ketinggian rendah, LED3 akan menyala bersamaan bunyi buzzer dengan delay bip buzzer selama 500 microsecond dan ketika air akan naik atau meluap LED 4 akan menyala bersama buzzer dengan delay bip buzzer 120 microsecond.

```

}
206707J'bu7u7J('„ЛОИГне в7л бсупн„'):
k06q99u = „ЛОИГне в7л бсупн„'
}
| q7B7c7q7M7c0(FED3' GOM):
q670\ (20):
q7B7c7q7M7c0(FED4' GOM):

q670\ (750):
q7B7c7q7M7c0(FED4' HIOH):
q7B7c7q7M7c0(BN55' HIOH):
40\ (7u6 7 = 0: 7 <= 3: 7++) {

7\ ((77u8B7v7u > 400) 88 ( 77u8B7v7u <= ) ) {
\\*****BN556\ 8 FED*****

ЛОИГ 70B7C() {
\\*****70B7C7q7 M7c0B7c 07L7B07M7c 206707L*****

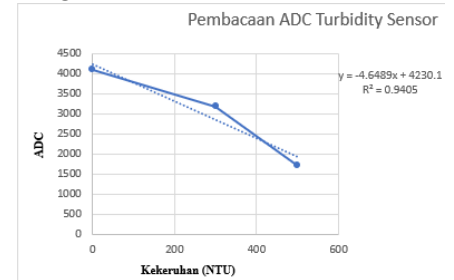
```

Gambar 11 Program Logika IF Lampu Indikator dan Buzzer

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

- ### 3. Inisialisasi Pin Turbidity Sensor dan Pengolahan Data Nilai Sensor

Pada pengolahan data sensor turbidity terdapat beberapa tahapan yaitu dengan melakukan kalibrasi nilai pembacaan ADC dengan melakukan pengujian pada 3 sampel nilai air dengan nilai NTU berbeda.



Gambar 12 Grafik pengujian pembacaan ADC

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Hasil pengujian nilai ADC ditunjukkan pada gambar 4.12. Pada Gambar dapat diketahui nilai regresi linier dari grafik sebesar $y = -4,6489x + 4230,1$. Dimana x adalah kekeruhan cairan dan y adalah nilai tegangan (ADC) yang dihasilkan. Hasil data pengujian ini dipakai dalam formula untuk variabel pembaca nilai NTU dalam pemrograman seperti ditunjukkan pada gambar 4.13. Dari formula program tersebut didapat hasil akhir berupa nilai pembacaan Turbidity dengan satuan NTU. Misal turbidity sensor membaca nilai ADC 2500 maka jika digunakan persamaan 2.7 akan didapat nilai NTU nya sebagai berikut :

$$NTU = (ADC_TDS - 4230,1) / 4,6489$$

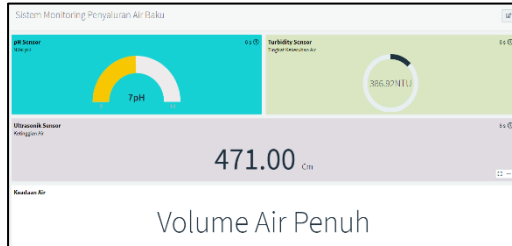
$$NTU = (2500 - 4230,1) / -4,6489$$

$$\text{NTU} = (-1730, 1) / -4,6489$$

$$\text{NTU} = 372,15$$

- #### 4. Konfigurasi ESP32 dan Sensor ke Thinger.io

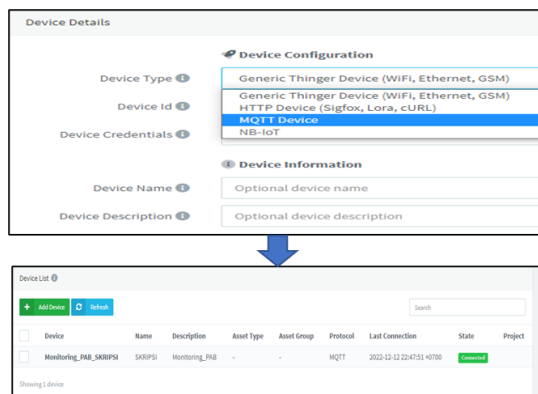
Setelah Semua Sensor dan komponen yang terkait diprogram berjalan sesuai fungsinya, maka diperlukan sebuah tempat atau wadah untuk menampung dan mengolah data nilai pembacaan sensor dan komponen tersebut



sehingga dapat ditampilkan dan di monitoring secara langsung dengan menggunakan jaringan internet. Dalam perancangan sistem ini digunakan sebuah platform yaitu thinger.io untuk mengolah data dan menampilkan data menggunakan sistem protokol MQTT untuk komunikasi antar Publisher dan Subscriber. Untuk konfigurasinya terdapat beberapa tahap.

a. Pembuatan Web Device Thingier.io

Tahapan Awal konfigurasi yaitu dengan membuat sebuah tipe komunikasi antar device yang penulis rancang dengan thinger.io dengan sistem protokol MQTT seperti pada Gambar 13 dimana thinger.io akan terus menampilkan data hasil pembacaan secara real-time selama device terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 13 Konfigurasi Thingier.io menggunakan Protokol MQTT
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

b. Pembuatan Dashboard Data Stream

Dasboard dibuat setelah thinger.io menerima data kirim dari sebuah variabel yang diprogram sesuai topik yang akan ditampilkan. Pada pemrograman penulis membuat topik yang akan ditampilkan sesuai sensor yang digunakan.

```

96 //DATA YANG DI KIRIM KE THINGER IO
97 //====kirim nilai pH Sensor ke thinger.io
98 thing["PH Air"] >> [] (pson & out) {
99   out["Water"] = Po; };
100
101 //====kirim nilai sensor Ultrasonic ke Thingier.io====
102 thing["Ultrasonic"] >> [] (pson & out) {
103   out["jarak"] = distance;
104   out["tinggiAir"] = tinggiAir;
105   out["led"] = statusled;
106   out["buzzer"] = statusbuzz;
107   out["keadaan air"] = keadaan;
108 };
109
110
111 //====Kirim data nilai Turbidity Sensor ke thinger.io
112 thing["Kekeruhan AIR"] >> [] (pson & out) {
113   out["NTU"] = ntu; };
114

```

Gambar 14 Variabel Data Kirim Thingier.io
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Berikut program data kirim beberapa topik yang akan ditampilkan sesuai data nilai sensor yang digunakan pada gambar 4.16. nilai data kirim sensor yang diterima oleh thinger.io di akan ditampilkan dengan cara membuat widget pada dashboard. Tampilan dashboard yang telah di buat ditunjukkan pada gambar 15 kelebihan pada thinger.io ini dimana dashboard yang telah di buat bisa diakses oleh siapa pun dengan cara membuat shortlink yang telah disediakan pada fitur thinger.io.

Gambar 15 Dashboard Thingier.io Hasil Pembacaan Nilai Sensor
Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3.3 Analisis

Analisis dilakukan setelah perancangan alat dan pengujian sensor pada program. Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat pembacaan sensor pada tempat pengujian yang di lakukan .

1. Pengujian Hari ke I

Pengujian prototipe untuk analisis nilai sensor dilakukan di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur.

Tabel 7 Pengukuran Hari ke I

Waktu	pH Sensor pH	Ultrasonic Sensor cm	Turbidity Sensor NTU
07.00	8,19	375	231
12.00	8,33	371	250
15.00	8,46	406	459
18.00	8,50	398	470

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

2. Pengujian Hari ke 2

Pengujian prototipe untuk analisis nilai sensor dilakukan di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur.

Tabel 8 Pengukuran Hari ke II

Waktu	pH Sensor pH	Ultrasonik Sensor cm	Turbidity Sensor NTU
07.00	8,75	370	231
12.00	8,53	372	295
15.00	8,74	391	291
18.00	8,78	384	311

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

3.4 Pembahasan

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat deviasi pembacaan nilai – nilai sensor pada monitoring tinger.io dan di bandingkan dengan alat ukur yang sudah ada. Sehingga dapat di ketahui nilai persentase selisih pembacaan nilai sensor tersebut dengan alat ukur yang sudah ada. perancangan ini menggunakan 3 input sensor utama dimana ada pembacaan dari pH sensor berupa nilai pH air, kemudian ultrasonik sensor berupa nilai satuan cm (Centimeter), dan turbidity sensor untuk pembacaan nilai kekeruhan air dengan menggunakan satuan standar kekeruhan berupa NTU (Nephelometric Turbidity Units) yang dapat di monitoring di tinger.io.

1. Pengujian Hari I

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan tingkat pembacaan prototipe dengan alat ukur yang ada di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur. Sehingga dapat diketahui persentase deviasi atau selisih pembacaan nilai sensor yang di pakai tersebut.

Tabel 9 Tabel Perbandingan Pengukuran Hari ke I

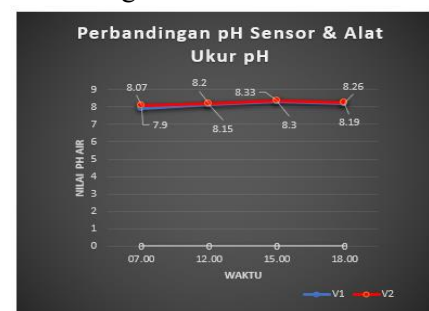
Waktu	pH Sensor pH		Ultrasonik Sensor cm		Turbidity Sensor NTU	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
07.00	7,90	8,19	375	375	227	231
12.00	8,15	8,33	371	371	229	250
15.00	8,30	8,46	406	406	451	459
18.00	8,32	8,50	398	398	455	470
Rata - Rata	8,16	8,38	387,5	387,5	340,5	354,75

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Keterangan Tabel :

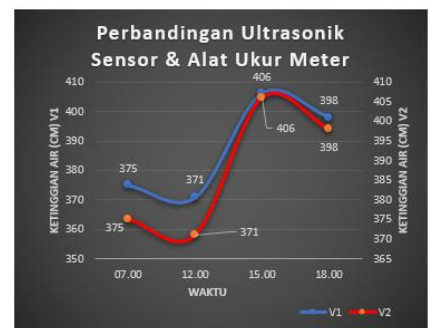
V₁ = Mewakili nilai alat ukur yang sudah ada

V₂ = Mewakili nilai yang di tampilkan di tinger.io



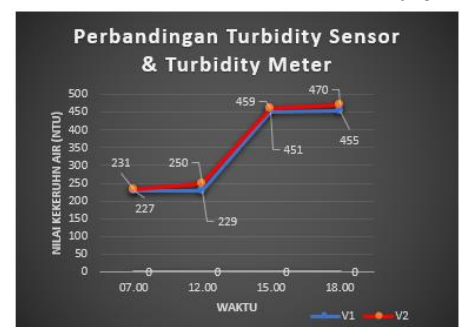
Gambar 16 Grafik Perbandingan I pH Sensor dan Alat Ukur Ph

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 17 Grafik Perbandingan I Ultrasonik Sensor dan Alat Ukur Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 18 Grafik Perbandingan I Turbidity Sensor dan Turbidity Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Dari hasil data pengujian yang dikumpulkan dalam bentuk tabel dan grafik di atas dapat dibandingkan nilai monitoring tinger.io dengan alat ukur yang sudah ada. Pada data tersebut di dapat deviasi ataupun selisih dalam pembacaan sensor. Persentase selisih nilai monitoring tinger.io dengan alat ukur yang sudah ada tersebut dapat di hitung menggunakan persamaan 2.8:

- Selisih pengukuran pH Sensor $V_2 - V_1 = 8,38 - 8,16 = 0,22$

$$\text{Persentase Selisih pengukuran } \underline{\text{pH}} \text{ Sensor} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \\ = \frac{8,38 - 8,16}{8,16} \times 100\% = \frac{0,22}{8,16} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih } \underline{\text{pH}} \text{ Sensor} = 0,0269 \times 100 = 2,69\%$$

- Selisih pengukuran Ultrasonik Sensor $V_2 - V_1 = 387,5 - 387,5 = 0$

$$\text{Persentase Selisih Ultrasonik Sensor} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \\ = \frac{387,5 - 387,5}{387,5} \times 100\% = \frac{0}{387,5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih Ultrasonik Sensor} = 0 \times 100\% = 0\%$$

- Selisih pengukuran Turbidity Sensor $V_2 - V_1 = 354,75 - 340,5 = 14,25$

$$\text{Persentase Selisih } \underline{\text{Turbidity}} \text{ Sensor} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \\ = \frac{354,75 - 340,5}{340,5} \times 100\% = \frac{14,25}{340,5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase Selisih } \underline{\text{Turbidity}} \text{ Sensor} = 0,0418 \times 100 = 4,18\%$$

2. Pengujian Hari ke II

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan tingkat pembacaan prototipe dengan alat ukur yang ada di Saluran Drum Screen Perum Jasa Tirta II Seksi PAB, Cipinang Besar Sel, Jatinegara, Kota Jakarta Timur. Sehingga dapat diketahui persentase deviasi atau selisih pembacaan nilai sensor yang di pakai tersebut.

Tabel 10 Tabel Perbandingan Pengukuran
Hari ke II

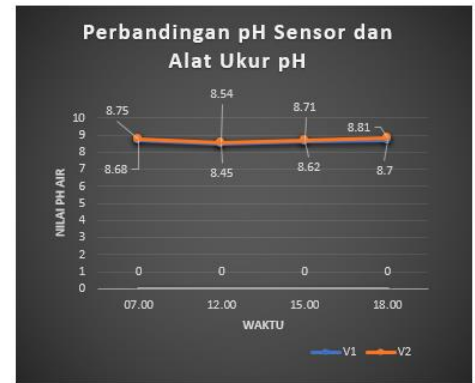
Waktu	pH Sensor		Ultrasonik Sensor		Turbidity Sensor	
	pH		cm		NTU	
	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂	V ₁	V ₂
07.00	8,68	8,75	370	370	225	231
12.00	8,45	8,53	372	372	285	295
15.00	8,62	8,74	391	391	288	291
18.00	8,72	8,78	384	384	305	311
Rata - Rata	8,61	8,70	379,25	379,25	272,75	282

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Keterangan Tabel :

V_1 = Mewakili nilai alat ukur yang sudah ada

V_2 = Mewakili nilai yang di tampilkan di tinger.io



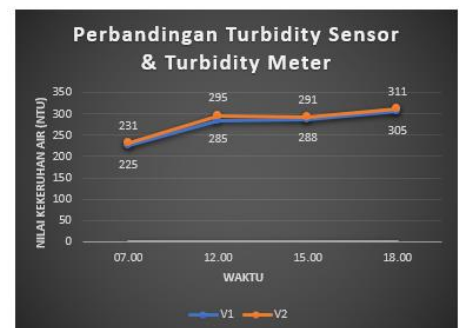
Gambar 19 Grafik Perbandingan II pH
Sensor dan Alat Ukur pH

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 20 Grafik Perbandingan II
Ultrasonik Sensor dan Alat Ukur Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025



Gambar 21 Grafik Perbandingan II Turbidity
Sensor dan Turbidity Meter

Sumber : Penelitian Mandiri 2025

Dari hasil data pengujian yang dikumpulkan dalam bentuk tabel dan grafik di atas dapat dibandingkan nilai monitoring tinger.io dengan alat ukur yang sudah ada. Pada data tersebut di dapat deviasi ataupun selisih dalam pembacaan sensor Persentase selisih nilai monitoring tinger.io dengan alat ukur yang sudah ada tersebut dapat di hitung menggunakan persamaan 2.8:

- Selisih pengukuran pH Sensor $V_2 - V_1 = 8,70 - 8,61 = 0,09$
 Persentase Selisih pengukuran pH Sensor $= \frac{V_2 - V_1}{V_1}$
 $= \frac{8,70 - 8,61}{8,61} \times 100\% = \frac{0,09}{8,61} \times 100\%$
 Persentase Selisih pH Sensor $= 0,0104 \times 100 = 1,04\%$
- Selisih pengukuran Ultrasonik Sensor $V_2 - V_1 = 379,25 - 379,25 = 0$
 Persentase Selisih Ultrasonik Sensor $= \frac{V_2 - V_1}{V_1}$
 $= \frac{379,25 - 379,25}{379,25} \times 100\% = \frac{0}{379,25} \times 100\%$
 Persentase Selisih Ultrasonik Sensor $= 0 \times 100\% = 0\%$
- Selisih pengukuran Turbidity Sensor $V_2 - V_1 = 282 - 275,25 = 6,75$
 Persentase Selisih Turbidity Sensor $= \frac{V_2 - V_1}{V_1}$
 $= \frac{282 - 275,25}{275,25} \times 100\% = \frac{6,75}{275,25} \times 100\%$
- Persentase Selisih Turbidity Sensor $= 0,0245 \times 100 = 2,45\%$

4. KESIMPULAN

Setelah proses perancangan sistem elektrik, perancangan sistem program monitoring serta analisa pada pembahasan sistem monitoring PAB berbasis IoT dengan platform thinger.io menggunakan protokol MQTT maka di dapat beberapa poin kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Telah berhasil di rancang sebuah prototipe sistem monitoring PAB berbasis IoT dengan platform thinger.io menggunakan protokol MQTT.
2. Pada pengujian dalam dua hari di lakukan pengambilan data pada jam tertentu dan dapat nilai rata – rata dari pembacaan sensor menggunakan platform thinger.io yaitu sebesar :
 pH Sensor : 8,38 - 8,70
 Ultrasonik Sensor : 387,5 - 379,25
 Turbidity Sensor : 354,75 - 282
3. Pada pengujian dalam dua hari di lakukan pengambilan data pada jam tertentu dan dapat nilai rata – rata dari pembacaan alat ukur yang sudah ada yaitu sebesar :
 pH air : 8,16 - 8,61
 Ketinggian air: 387,5 - 379,25
 Keketuhan air : 340,5 - 272,75
4. Dari data hasil pengujian selama dua hari di dapat selisih perbandingan Persentase nilai pembacaan thinger.io dan alat ukur yang ada yaitu sebesar :
 pH Sensor : 2,69% - 1,04%
 Ultrasonik Sensor : 0% - 0%
 Turbidity Sensor 4,18% - 2,45%

Dari data di atas jika di persentasekan secara keseluruhan di dapat nilai rata -rata selisih pembacaan dengan persentase yaitu sebesar 1,72%.

5. Dari hasil pengujian tersebut dapat di simpulkan bahwa tiap sensor mempunyai tingkat selisih yang berbeda, bahkan pembacaan satu sensor memiliki keakuratan yang baik dengan nilai selisih 0 persen. Sehingga dapat di simpulkan monitoring dengan platform thinger.io menggunakan protokol MQTT memiliki akurasi cukup presisi.
6. Untuk pembacaan nilai analog sensor sangat di pengaruhi oleh penggunaan mikrokontroler dikarenakan setiap setiap mikrokontroler memiliki spesifikasi kelebihan dan kekurangan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Junaidi, 2015. “INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA,” Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, vol. I no 3, hlm. 3, 2015, doi: 10.33197/jitter.vol1.iss3.
- A. K. Wilianto, 2018. “SEJARAH, CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS,” 37 JURNAL MATRIX, vol. 8, hlm. 2,
- C. Zhu, v. C. M Leung, L. Shu, dan E. C. -. Ngai, 2015. “Green Internet of Things for Smart World,” IEEE Access, vol. 3, hlm. 2151–2162,
- H. A. Dharmawan, Mikrokontroler. 2017. Malang: UB Press,

RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH OTOMATIS MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

Dannie Febrianto H

Program Studi Sistem Informasi, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

danniefebrianto@gmail.com

Abstrak

Tempat sampah otomatis adalah inovasi yang bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan kebersihan dalam pembuangan sampah dengan meminimalkan interaksi fisik langsung antara pengguna dan tempat sampah. Sistem ini memanfaatkan teknologi sensor ultrasonik untuk mendeteksi kedatangan pengguna dan membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Rancang bangun tempat sampah otomatis ini menggunakan Arduino Nano V3 sebagai mikrokontroler utama, yang mengendalikan motor servo untuk membuka dan menutup tempat sampah. Sensor ultrasonik dipasang pada bagian depan tempat sampah untuk mendeteksi jarak antara objek dan tutup, sehingga sistem dapat membuka tutup ketika jarak yang terdeteksi berada dalam rentang tertentu, misalnya 10 hingga 30 cm. sistem ini diuji untuk memastikan respons sensor yang akurat, keandalan motor servo, serta kestabilan kinerja selama penggunaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tempat sampah otomatis dapat bekerja dengan baik, dengan respons cepat dalam membuka tutup tempat sampah begitu objek terdeteksi oleh sensor. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi dan kebersihan dalam pengelolaan sampah, serta mengurangi penggunaan energi manusia dalam proses pembuangan sampah sehari-hari.

Kata kunci: Tempat Sampah Otomatis, Sensor Ultrasonik HC-SR-04, Arduino Nano V3

1. PENDAHULUAN

Menurut (V. B. Silahooy, M. Kaihena, A. Killay, and M. Nindatu, 2024), Kebersihan lingkungan merupakan keadaan bebas dari kotoran, termasuk di dalamnya debu, sampah, dan bau. Di Indonesia, masalah kebersihan lingkungan selalu menjadi masalah yang masih terus berkembang. Kasus-kasus yang menyangkut masalah kebersihan lingkungan setiap tahunnya terus meningkat. Kebersihan lingkungan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup manusia.

Tempat sampah memiliki fungsi secara umum yaitu untuk memisahkan sampah organik, non organik, B3, dan kertas, mencegah penumpukan sampah di lingkungan sekitar, menjaga kebersihan lingkungan, serta mencegah penyebaran penyakit. Banyaknya sampah yang berserakan di jalan raya maupun tempat umum, dapat dijadikan sebagai gambaran bahwa masyarakat belum tertarik untuk membuang sampah pada tempatnya. Khususnya di DKI Jakarta, banyak tempat sampah dalam keadaan kurang bersih karena tercemar oleh kotoran dari sisa-sisa makanan maupun tercemar dari limbah sampah rumah tangga. Kelalaian masyarakat dalam menjaga kebersihan tempat sampah juga menjadi masalah yang cukup serius. Disisi lain,

banyak tempat sampah di tempat umum yang tidak terdapat tutupnya sehingga aroma tidak sedap dapat tercium yang menyebabkan masyarakat enggan untuk mendekati dan membuang sampah pada tempatnya.

Sejumlah warga membuang limbah secara sembarangan dengan dalih ketakutan terhadap kuman dan enggan menyentuh penutup tempat pembuangan yang telah disediakan karena kekhawatiran akan penyebaran mikroorganisme. Kondisi tersebut menjadi persoalan dikarenakan masyarakat menganggap kurang praktis dan tidak efisien.

2. METODOLOGI

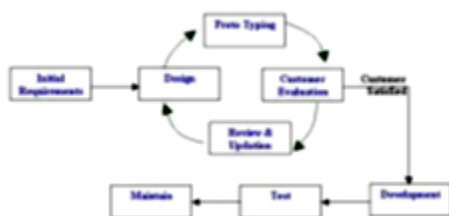
2.1 Metode Pengembangan Sistem

Menurut (Y. N. S. Sidiq, N. S. Fathonah, dan N. Riza, 2020), Metode *prototype* merupakan sebuah metode pengembangan sistem yang didasarkan pada konsep *working model*. *Prototype* ini akan digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna untuk memahami dan mengidentifikasi kebutuhan sebenarnya. Metode *prototype* membantu mengurangi risiko kesalahan desain dan kegagalan aplikasi atau sistem karena perbaikan sebelum penerapan keseluruhan.

Pengembangan sistem penelitian ini menggunakan model *prototype*. *Prototype*

adalah suatu proses yang memungkinkan *developer* membuat sebuah model *software* maupun *hardware*, metode ini baik digunakan apabila masyarakat tidak bisa memberikan informasi yang maksimal mengenai kebutuhan yang diinginkannya.

Metode *prototype* dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk pengembangan perangkat lunak, perangkat keras, desain dan bahkan dalam proses pengembangan product fisik. Metode *prototype* telah menjadi alat yang populer untuk menghadapi tantangan kompleksitas dan ketidakpastian dalam proyek pengembangan sistem.



Gambar 1 : Model *Prototype*
Sumber : www.google.com

2.1.1 Pengumpulan Kebutuhan (*Initial Requirements*)

Pada tahap ini peneliti mengumpulkan alat-alat yang akan digunakan seperti Sensor Ultrasonik, Motor Servo, Arduino Nano V3, Kabel Data Arduino Nano, Breadboard SYB-170, Kabel Jumper.

2.1.2 Design

Pada proses desain, dilakukan beberapa perancangan sebagai berikut :

1. Bentuk tempat sampah:

Tempat sampah dengan bentuk persegi panjang dengan tutup yang dapat terbuka secara vertikal atau horizontal, tergantung pada mekanisme motor servo.

2. Penempatan sensor:

Sensor gerakan dipasang di bagian depan tempat sampah pada posisi yang strategis untuk mendeteksi kedekatan tangan atau objek yang akan dibuang.

3. Penempatan motor servo dan mekanisme pembuka:

Motor servo dipasang di bagian bawah penutup tempat sampah untuk menggerakkan tutup tempat sampah.

2.1.3 Prototyping

Membangun prototyping dengan membuat perancangan arsitektur sistem dengan menghubungkan semua alat-alat.

1. Sensor Pendeteksi Gerakan:

- Sensor ini akan mendeteksi gerakan tangan atau objek pada jarak tertentu.
- Sensor dapat mengirimkan sinyal ke Arduino Nano ketika gerakan terdeteksi.

2. Arduino Nano:

- Arduino Nano akan menerima sinyal dari sensor dan memprosesnya untuk mengaktifkan motor servo.
- Ketika sensor mendeteksi gerakan, Arduino akan memberikan sinyal ke motor servo untuk membuka tutup tempat sampah.
- Arduino juga dapat diprogram untuk mengatur waktu membuka dan tutup tempat sampah sebelum menutup kembali secara otomatis.

3. Motor Servo dan Mekanisme pembuka tutup:

- Motor servo digunakan untuk membuka dan menutup tempat sampah.
- Jika menggunakan motor servo, motor servo dipasang pada bagian bawah penutup tempat sampah untuk membuka tutup ke atas atau bawah.

4. Power Supply:

- Tempat sampah otomatis membutuhkan daya untuk menjalankan komponen seperti motor servo dan Arduino nano.
- Penggunaan baterai bisa menjadi pilihan untuk daya yang tahan lama, atau adaptor jika tempat sampah digunakan dalam ruangan dengan sumber listrik.

2.1.4 Customer Evaluation

Pada tahap ini memastikan bahwa seluruh alat-alat bekerja sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, berikut alat-alat yang harus dipastikan:

1. Pastikan sensor dapat mendeteksi gerakan dengan akurat.
2. Verifikasi bahwa motor servo dapat membuka dan menutup tutup dengan baik dan dalam waktu yang tepat.
3. Pastikan Arduino Nano dapat membaca data dari sensor.
4. Pastikan kabel jumper menghubungkan ke pin yang ada pada Arduino Nano, Motor Servo dan Sensor Ultrasonik.
5. Pastikan kabel USB Arduino Nano terhubung pada laptop, baterai dan aliran listrik.
6. Pastikan *breadboard* dalam keadaan menyatu dengan Arduino Nano agar mempermudah kabel *jumper* untuk menghubungkan ke pin Arduino Nano.

2.1.5 Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian sistem, koding yang telah dibuat sebelumnya akan diuji apakah aplikasi Arduino IDE dapat berjalan dengan baik ataukah masih ada bagian-bagian yang perlu diperbaiki atau apakah masih ada bagian yang belum sesuai dengan keinginan pengguna, berikut kodingan dari aplikasi sistem Arduino IDE:

1. Pengguna memberikan batas jarak pengukuran sensor ultrasonik 30cm.
2. Pengguna membuat motor servo berputar 10° untuk membuka kotak sampah.
3. Pengguna memberikan jeda waktu kotak sampah terbuka 2 detik.
4. Pengguna membuat motor servo berputar 360° untuk menutup kotak sampah.
5. Pengguna memberikan jeda waktu kotak sampah menutup 1,5 detik.

2.1.6 Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem adalah dengan melakukan evaluasi ulang pada perangkat lunak apakah sudah sesuai dengan keinginan atau belum. Jika belum, maka sistem akan direvisi kembali dan kembali ketahap empat dan lima, berikut evaluasi sistem:

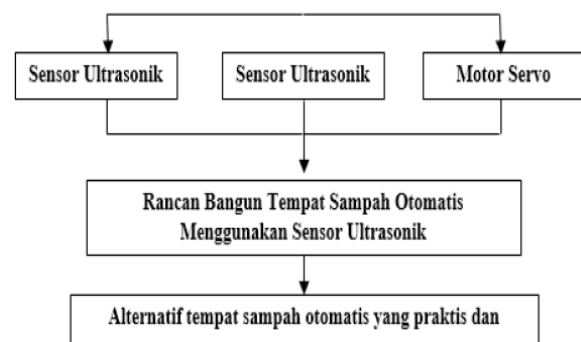
- Penggerak penutup otomatis sistem Arduino mengontrol motor servo untuk membuka dan menutup tempat sampah, Evaluasi dapat mencakup kecepatan respons sistem dan keandalannya.
- Indikator Arduino Nano memiliki lampu LED merah (TX) untuk memberi tahu status siap digunakan untuk membaca sensor pada tangan atau objek, Evaluasi dapat berfungsinya indikator.
- Ketepatan sensor harus bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi lingkungan jarak atau bentuk sampah yang berbeda, Evaluasi dilakukan dengan menguji sensor dalam berbagai kondisi nyata.
- Keandalan motor servo sistem harus mampu membuka dan menutup penutup tempat sampah secara konsisten, Evaluasi dilakukan dengan melihat apakah motor servo berdurasi dengan baik dalam jangka waktu lama tanpa hambatan.
- Sumber daya listrik Arduino dan komponen lain memerlukan daya listrik untuk berfungsi, Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan

daya dengan menjamper kabel USB Arduino ke laptop atau adaptor untuk dapat bertahan dalam waktu lama.

2.1.7 Penggunaan Sistem

Tahap ini merupakan tahap akhir dari pembuatan sistem dengan metode *prototyping* model. Pada tahap ini tidak hanya perangkat lunak saja yang sudah jadi dan sudah lulus uji, dipasang dan siap untuk digunakan, berikut penjelasannya:

1. Uji coba dalam berbagai kondisi sistem diuji dalam berbagai kondisi untuk memastikan keandalan tempat sampah berbagai ukuran, berat atau jenis. Pengujian meliputi kondisi lingkungan, suhu, kelembapan. Untuk memastikan sistem bekerja tanpa gangguan.
2. Durabilitas komponen pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa komponen, seperti motor servo dapat bertahan dalam penggunaan jangka panjang. Sistem diuji dalam jangka waktu yang lama untuk melihat apakah ada komponen yang aus atau rusak.
3. Daya tahan baterai jika sistem menggunakan daya baterai, pengujian dilakukan untuk mengukur berapa lama baterai bertahan dalam kondisi normal. Mencakup pengujian terhadap penggunaan daya yang efisien.



Gambar 2 : Kerangka Pemikiran
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

2.2 Tahapan Penelitian

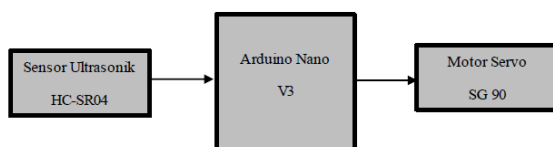


Gambar 3 : Tahapan Pemikiran
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

2.3 Arsitektur

Prosedur komputasi merupakan sebuah penerapan cara atau metode di dalam penelaahan. Prosedur komputasi memiliki peran krusial dalam pembentukan sebuah sistem yang akan dikembangkan ke dalam sebuah aplikasi. Realisasi algoritma digunakan untuk membuat sistem dapat terhubung dan diatur.

Perancangan tempat sampah otomatis berbasis Sensor Ultrasonik terdiri dari Arduino Uno dan Moto Servo. Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi jarak dan *volume* sampah.

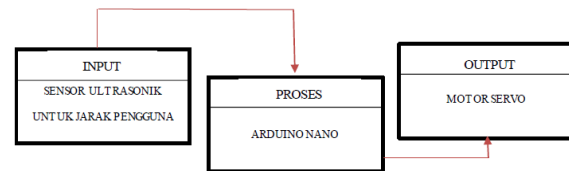


Gambar 4 : Arsitek Pengiriman Data
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

2.4 Diagram Prototype

Konsep skema pada sistem rancang bangun tempat sampah berbasis sensor ultrasonik digambarkan pada diagram pada Gambar 4. Pada diagram tersebut menjelaskan umum

mengenai cara kerja dari sistem rancang bangun berbasis sensor ultrasonik.

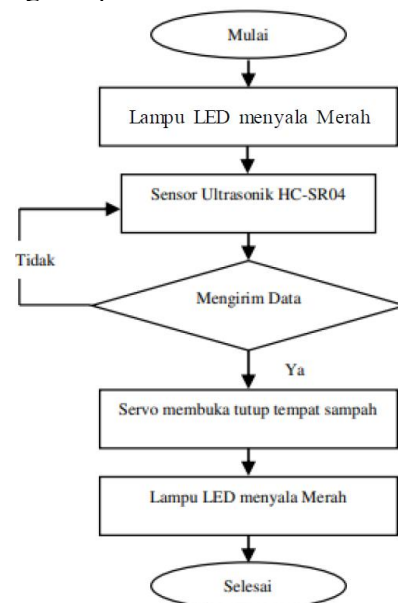


Gambar 5 : Diagram *Prototype*
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

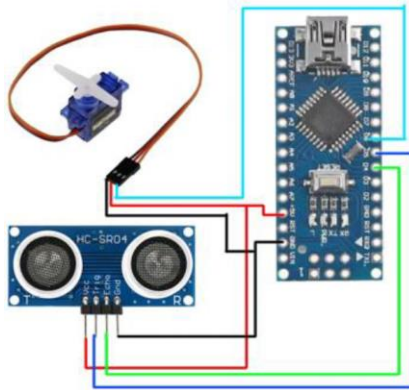
Perancangan sistem dimulai dari sensor ultrasonik yang mendeteksi benda yang kemudian akan diproses, jika benda terdeteksi sama dengan database maka tempat sampah akan terbuka, tetapi jika benda tidak terdeteksi maka tong sampah tidak akan terbuka.



Gambar 6 : Flowchart Sistem Tempat Sampah Otomatis
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.2 Perancangan Sistem Elektrikal

Perancangan dimulai dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang dihubungkan ke Arduino Nano V3 untuk menerima data, selanjutnya menghubungkan ke Motor Servo SG-90.



Gambar 7 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04, Arduino Nano V3 dengan Motor Servo SG-90.
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.3 Rangkaian Keseluruhan

Pada skema rangkaian keseluruhan menunjukan data ke Arduino Nano V3 suplai melalui Sensor Ultrasonik dan mulai mendeteksi benda jika benda terdeteksi maka otomatis Motor Servo akan membuka tempat sampah.



Gambar 8 : Rangkaian Keseluruhan
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.4 Pemrograman Alat

Pada tahap ini melakukan pemrograman dengan menggunakan Arduino IDE sebagai *software* untuk dapat melakukan penulisan *coding*, meng-*compile*, dan kemudian meng-*upload* ke Arduino Nano V3.

```

kotak_sampah_otomatis
#include <Servo.h> // memanggil library servo
#include <NewPing.h> // memanggil library sensor ultrasonik

Servo myservo; // inialisasi myservo
#define TRIGGER_PIN 5 // Pin Trigger dihubungkan ke Pin Digital 5 Arduino
#define ECHO_PIN 6 // Pin Echo dihubungkan ke pin Digital 6 Arduino
#define MAX_DISTANCE 30 // Batas jarak pengukuran sensor ultrasonik
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

void setup() {
  myservo.attach(2); // Pin Out Servo dihubungkan ke Pin Digital 2 Arduino
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  delay(50);
  int jarak = sonar.ping_cm(); // Variabel "Jarak" untuk menampung hasil pengukuran jarak
  Serial.println(jarak);
  if((jarak>0) && (jarak<=30))
  {
    delay(50); // jeda waktu 50 ms
    myservo.write(10); // Membuat servo berputar 10° (membuka kotak sampah)
    delay(2000); // jeda waktu kotak sampah terbuka 2 detik
    myservo.write(360); // Membuat servo berputar 360° (menutup kotak sampah)
    delay(1500); //jeda waktu kotak sampah tertutup 1,5 detik
  }
}

```

Gambar 9 : Pemrograman Alat
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.5 Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 1 : Pengujian Sensor Ultrasonik

Jarak (cm)	Sensor Ultrasonik	Motor Servo
60cm	0	Diam
55cm	0	Diam
50cm	0	Diam
45cm	0	Diam
40cm	0	Diam
35cm	0	Diam
30cm	30	Bergerak

Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.6 Pengujian Arduino Nano V3

Arduino Nano V3, dapat terhubung dengan komputer melalui kabel USB Arduino Nano dengan baik. Setelah dihubungkan LED Arduino menyala merah, *board* terdeteksi oleh Arduino IDE dan *port serial* juga muncul sesuai dengan pengaturan yang dipilih di dalam IDE. Koneksi USB harus dalam keadaan berfungsi dengan baik, sehingga memungkinkan Arduino Nano menerima program dari komputer tanpa masalah. Jika terjadi kesalahan deteksi, bisa jadi disebabkan oleh masalah kabel USB yang tidak sesuai.

3.6 Pengujian Motor Servo SG-90

Tabel 2 : Pengujian Motor Servo SG-90

No.	Perintah Aplikasi	Hasil	Keterangan
1	Sudut awal	Servo Katrol: 360° Servo Gripper: 360°	Sesuai
2	Membuka	Servo Gripper: 0° Servo Katrol: 180°	Sesuai
3	Menutup	Servo Katrol: 0° Servo Gripper: 360°	Sesuai

Sumber : Pola Pikir Peneliti 2024

3.5 Pengujian Black Box Testing Alpha

Black Box Alpha adalah tahap pengujian awal perangkat lunak atau sistem, yang biasanya dilakukan oleh pengembang atau tim internal sebelum perangkat lunak tersebut dirilis untuk pengujian yang lebih lanjut.

Tempat sampah otomatis yang menggunakan sensor ultrasonik berfungsi dengan baik jika sensor dapat mendeteksi sebuah objek atau sampah yang berada didekatnya. Sensor ultrasonik mendeteksi adanya gerakan yang terbaca, Arduino Nano menerima data dari sensor ultrasonik yang membaca adanya objek atau sampah yang terdeteksi dan Motor Servo bergerak sesuai dengan adanya kiriman data dari Arduino Nano selanjutnya Motor Servo bergerak sesuai dengan data yang terdeteksi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan serta pengujian sistem yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa proses rancang bangun tempat sampah otomatis menggunakan sensor ultrasonik melibatkan beberapa langkah penting, mulai dari perencanaan desain hingga implementasi dan pengujian sistem. Berikut tahapan untuk membuat tempat sampah otomatis dengan sensor ultrasonik:

1. Identifikasi tujuan dan kebutuhan tentukan tujuan sistem tempat sampah otomatis.
2. Desain sistem elektronik komponen yang dibutuhkan.
3. Pemrograman dengan Arduino IDE untuk mengontrol sensor ultrasonik dan Motor Servo.
4. Instalasi sensor ultrasonik dilakukan dengan pemasangan sensor ultrasonik pada bagian depan tempat sampah. Sensor ultrasonik diarahkan ke arah depan tempat sampah untuk mendeteksi jarak antara sensor dengan sampah atau objek.

5. Perakitan akhir sebelum pengujian dilakukan perakitan akhir dengan memastikan semua komponen terpasang dengan baik dan aman.
6. Pengujian *prototype* tempat sampah otomatis dilakukan untuk menguji sensor pada saat terdapat objek yang mendekat. Jika diperlukan, jarak deteksi sensor dan waktu penutupan dapat disesuaikan dengan cara diatur ulang jaraknya dengan Arduino IDE.

DAFTAR PUSTAKA

- V. B. Silahooy, M. Kaihena, A. Killay, and M. Nindatu. 2024. "Alam dan Perkembangannya". CV Tohar Media. Gowa.
- Y. N. S. Sidiq, N. S. Fathonah, and N. Riza. 2020. "Metode Klasifikasi Menentukan Kenaikan Level UKM Bandung Timur Dengan Algoritma Naïve Bayes,". Informatics Research Center. Bandung.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENDAFTARAN SISWA BARU PADA SEKOLAH TK FAHMI BERBASIS *WEBSITE*

Teguh Muryanto

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
[*teguhmuryanto@gmail.com*](mailto:teguhmuryanto@gmail.com)

Abstrak

Pendaftaran siswa baru merupakan salah satu proses penting dalam dunia pendidikan yang perlu dilakukan secara efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang sistem informasi pendaftaran siswa baru berbasis website guna mempermudah proses pendaftaran di sekolah. Sistem ini dirancang menggunakan bahasa pemrograman php dan basis data MySQL yang dijalankan melalui XAMPP. Pendekatan pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah model waterfall, yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian dan pemeliharaan. Dalam proses perancangan digunakan Unified Modeling Language (UML) untuk memvisualisasikan struktur dan alur sistem. Hasil dari penelitian ini adalah rancangan sistem informasi yang mampu mengelola data pendaftaran siswa secara terstruktur dan terintegrasi, serta meningkatkan akurasi dan efisiensi proses pendaftaran di sekolah.

Kata kunci: Pendaftaran Siswa Baru, Sistem Informasi, Website, PHP, Waterfall.

1. PENDAHULUAN

Pesatnya teknologi informasi di kalangan semua bidang khususnya di bidang pendidikan membuat sekolah memanfaatkan teknologi informasi untuk memudahkan kinerja sekolahnya, khususnya di penerimaan siswa baru karena penerimaan siswa baru yang masih manual. [2]. Dengan adanya sistem pendaftaran siswa baru berbasis website dapat memudahkan mendapatkan informasi tanpa harus datang kesekolah.

TK Fahmi adalah salah satu yayasan pendidikan islam taman kanak-kanak di Cakung, Jakarta Timur. Pada sekolah TK Fahmi masih menerapkan sistem pendaftaran siswa baru secara manual. Orang tua siswa dan calon siswa harus datang langsung ke sekolah untuk megambil dan mengisi formulir pendaftaran. Proses ini membutuhkan banyak waktu dan rentan terhadap kesalahan dalam pencatatan dan pengelolaan data.

Dengan demikian, diperlukan sistem informasi pendaftaran siswa baru untuk mendukung proses pendaftaranyang lebih terstruktur, efisien, dan terintegrasi.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian kualitatif. Penelitian bertujuan untuk memahami fenomena yang terjadi di lapangan secara mendalam, terutama terkait kebutuhan, kendala dan efektivitas dari perancangan sistem informasi pendaftaran siswa baru berbasis website.

2.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data dan informasi yang dibutuhkan guna mencapai tujuan penelitian, dilakukan langkah pengumpulan data. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi yang dilakukan adalah sebagai berikut :

2.1.1. Wawancara

Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui alur kerja yang sedang berjalan, permasalahan yang sedang terjadi, serta kebutuhan sistem yang diharapkan. Hasil wawancara menjadi acuan penting dalam proses analisis dan perancangan sistem.

2.1.2. Dokumentasi

Pengumpulan data juga dilakukan melalui dokumen- dokumen yang tersedia disekolah, seperti fomulir pendaftaran, brosur informasi dan data siswa. Dokumen ini membantu peneliti memahami struktur data yang dibutuhkan dalam sistem.

2.1.3. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari berbagai sumber berupa jurnal ilmiah, hasil penelitian dan buku sejenis yang mendukung dalam proses pembuatan sistem penerimaan siswa baru.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Model pengembangan ini melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan. Disebut waterfall karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu selesainya tahap sebelumnya dan berjalan berurutan. Model pengembangan ini bersifat linear dari tahap awal pengembangan sistem yaitu tahap pemeliharaan. Tahapan berikutnya tidak akan dilaksanakan sebelum tahapan sebelumnya selesai dilaksanakan dan tidak bisa kembali atau mengulang ke tahap sebelumnya. [3]

2.2.1. Requirement

Tahap ini pengembang sistem diperlukan komunikasi yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak yang diharapkan oleh pengguna dan batasan perangkat lunak tersebut. Informasi dapat diperoleh melalui wawancara, diskusi atau survei langsung. Informasi dianalisis untuk mendapatkan data yang dibutuhkan oleh pengguna. [3]

2.2.2. Design

Pengembang membuat desain sistem yang dapat membantu menentukan perangkat keras (hardware) dan sistem persyaratan dan juga membantu dalam mengidentifikasi arsitektur sistem secara keseluruhan. [3]

2.2.3. Implementation

Pada tahap ini, sistem pertama kali dikembangkan di program kecil yang disebut unit, yang terintegrasi dalam tahap selanjutnya. Setiap unit dikembangkan dan diuji untuk fungsionalitas yang disebut sebagai unit testing. [3]

2.2.4. Verification

Sistem dilakukan verifikasi dan pengujian apakah sistem sepenuhnya atau sebagian memenuhi persyaratan sistem, pengujian dapat dikategorikan ke dalam unit testing (dilakukan pada modul tertentu kode), sistem pengujian (untuk melihat bagaimana sistem bereaksi ketika semua modul terintegrasi) dan penerimaan pengujian (dilakukan dengan atau nama pelanggan untuk melihat apakah semua kebutuhan pelanggan puas). [3]

2.2.5. Maintenance

Tahap akhir dari metode waterfall. Perangkat lunak yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya. [3]

2.3. Desain Sistem

Desain sistem bertujuan untuk merancang solusi teknis berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Desain ini mencakup beberapa elemen penting, yaitu :

- a. *Use Case Diagram*
- b. *Activity Diagram*
- c. *Sequence Diagram*
- d. *Design User Interface*
- e. *Class Diagram*
- f. *Desain Database*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Pada tahap ini hasil yang diperoleh dari penelitian dipaparkan.

3.1.1. Sistem Berjalan

Sistem informasi pendaftaran siswa baru pada sekolah TK Fahmi masih dilakukan secara manual, orang tua siswa datang ke sekolah untuk mengambil formulir pendaftaran. Setelah mengambil formulir, orang tua siswa dapat mengisi formulir dan menyerahkan formulir ke pihak sekolah dengan membawa dokumen yang diperlukan seperti foto siswa, akta kelahiran dan juga kartu keluarga. Pihak sekolah melakukan kelengkapan berkas yang telah diberi orang tua siswa,

Jika dokumen yang diberi sudah lengkap pihak sekolah mencatat data siswa secara manual dan orang tua siswa dapat membayarkan biaya sekolah ke pihak sekolah. Jika dokumen yang diberi tidak lengkap, orang tua siswa harus melengkapi kembali.

3.1.2. Sistem usulan

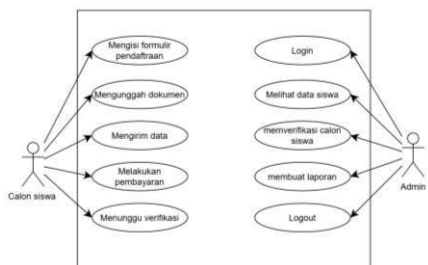
Proses pendaftaran di website sekolah TK Fahmi dimulai dengan calon siswa mengisi formulir dan mengunggah dokumen yang dibutuhkan, setelah di submit langsung diarahkan ke pembayaran untuk biaya sekolah dan mengupload bukti transfer. Setelah data yang diberikan sudah sesuai maka calon siswa dapat mensubmit dan menunggu verifikasi dari admin. Admin melihat data calon siswa di panel admin jika sudah sesuai admin mengumumkan bahwa siswa diterima, jika data belum sesuai calon siswa dapat melengkapi dokumen yang belum lengkap.

3.1.3. Diagram UML (Unified Modelling Language)

UML adalah sebuah “bahasa” yang telah menjadi standar dalam industri untuk visualisasi, merancang dan mendokumentasi sistem perangkat lunak. Uml menawarkan sebuah standar untuk merancang model sebuah sistem. [1]

a. Use Case Diagram

Merupakan gambaran dari fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Pada *use case diagram* untuk sekolah TK Fahmi hanya memiliki 2 (dua) aktor utama yang dilambangkan dengan simbol “orang” dengan labelnya admin dan calon siswa.



Gambar 1. Use Case Diagram

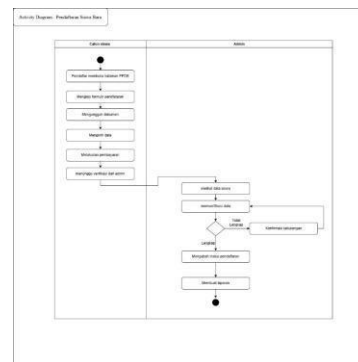
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

b. Activity Diagram

Diagram aktivitas, menggambarkan urutan aktivitas atau logika alur kerja dari suatu proses dalam sistem, bukan apa yang dikerjakan oleh aktor.

1. Activity Diagram Pendaftaran Siswa baru

Berikut adalah alur aktivitas calon siswa dalam proses pendaftaran secara online dan admin dapat memverifikasi calon siswa yang datanya sudah lengkap .

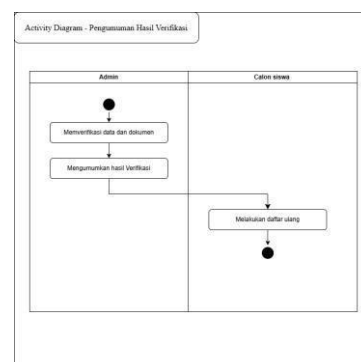


Gambar 2. Activity Diagram Pendaftaran Siswa Baru

Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

2. Activity Diagram Pengumuman Hasil Verifikasi

Berikut adalah alur aktivitas pengumuman hasil verifikasi calon siswa yang dilakukan oleh admin..

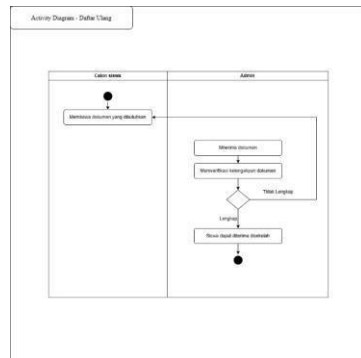


Gambar 3. Activity Diagram Pengumuman Hasil Verifikasi

Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

3. Activity Diagram Daftar Ulang

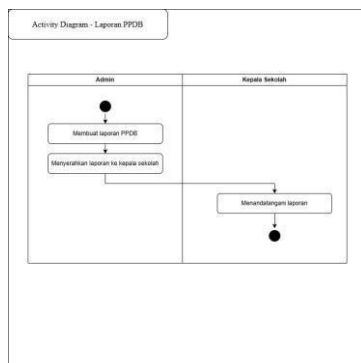
Berikut adalah alur aktivitas calon siswa melakukan daftar ulang untuk memenuhi persyaratan.



Gambar 4. Activity Diagram Daftar Ulang
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

4. Activity Diagram Pembuatan Laporan PPDB

Berikut adalah alur aktivitas admin mengelola laporan ppdb untuk ditanda tangani oleh kepala sekolah .



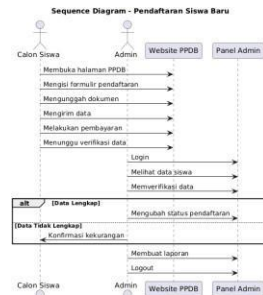
Gambar 5. Activity Diagram Laporan PPDB
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

c. Sequence Diagram

Menggambarakan alur interaksi antar objek didalam sistem secara kronologis yang berfokus pada pesan yang dikirimkan antar objek (message).

1. Sequence Diagram Pendaftaran Siswa Baru

Berikut adalah *sequence diagram* dari proses *pendaftaran siswa baru* dimana terdapat calon siswa, admin, website PPDB dan panel admin.

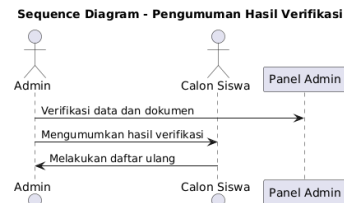


Gambar 6. Sequence Diagram Pendaftaran Siswa Baru

Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

2. Sequence Diagram Pengumuman Hasil Verifikasi

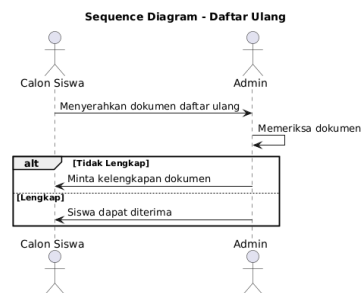
Berikut adalah *sequence diagram* dari proses pengumuman hasil verifikasi. dimana terdapat admin, calon siswa dan panel admin.



Gambar 7. Sequence Diagram Hasil Verifikasi
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

3. Sequence Diagram Daftar Ulang

Berikut adalah *sequence diagram* dari proses *daftar ulang* dimana terdapat calon siswa dan admin



Gambar 8. Sequence Diagram Daftar ulang

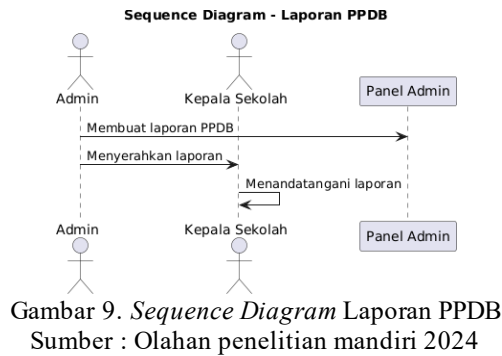
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

aplikasi hingga implementasi sistem yang telah dihasilkan.

3.2.1. Rancangan Aplikasi

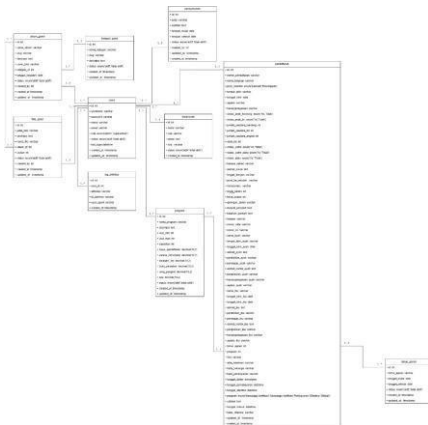
Tahap ini membahas proses perancangan aplikasi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Berikut rancangan tampilan antarmuka yang di usulkan :

4. Sequence Diagram Laporan PPDB



d. Class Diagram

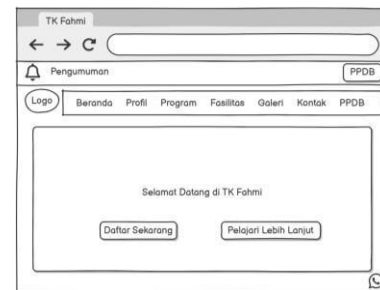
Pada penelitian ini, terdapat 10 *class* yang merepresentasikan entitas utama dalam sistem, lengkap dengan atribut yang sesuai dengan data yang dikelola, antara lain: users, testimonial, tahun_ajaran, pengumuman, log_aktivitas, kategori_galeri, foto_galeri, dan album_galeri. Berikut adalah *sequence diagram* dari proses pembuatan laporan PPDB dimana terdapat admin, kepala sekolah dan panel admin.



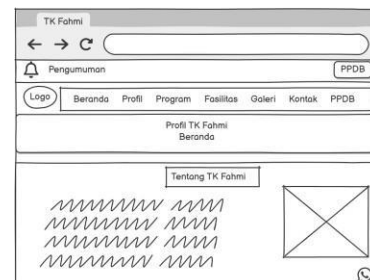
3.2. Pembahasan

Pembahasan bertujuan untuk menganalisis hasil yang telah diperoleh selama pengembangan sistem, mulai dari perancangan

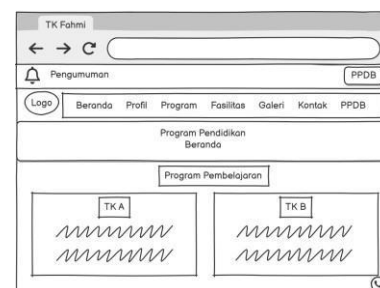
a. Rancangan Halaman Beranda



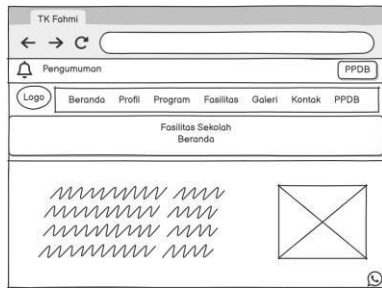
b. Rancangan Halaman Profil



c. Rancangan Halaman Program

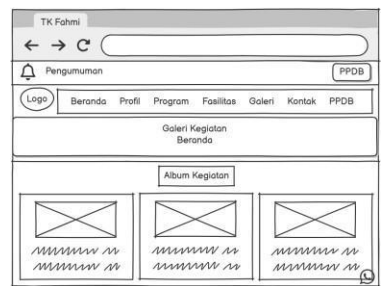


d. Rancangan Halaman Fasilitas



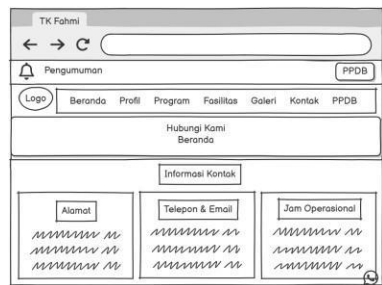
Gambar 14. Rancangan Halaman Fasilitas
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

e. Rancangan Halaman Galeri



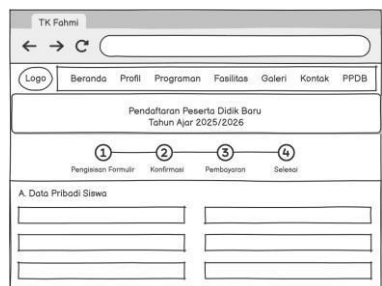
Gambar 15. Rancangan Halaman Galeri
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

f. Rancangan Halaman Kontak



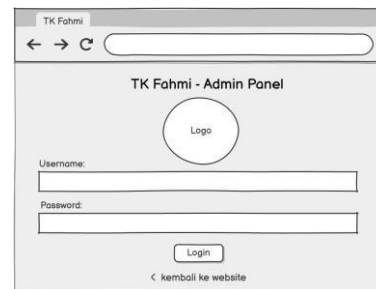
Gambar 16. Rancangan Halaman Kontak
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

g. Rancangan Halaman PPDB



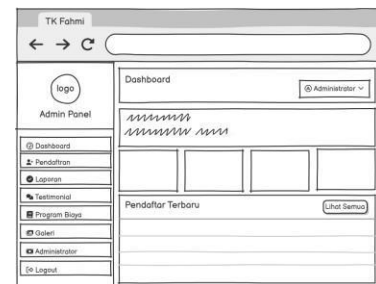
Gambar 17. Rancangan Halaman PPDB
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

h. Rancangan Halaman Login Admin



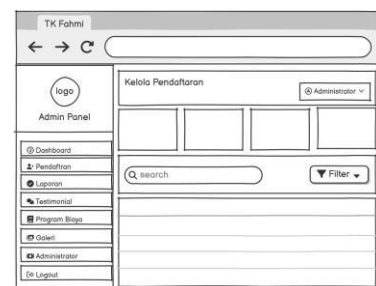
Gambar 18. Rancangan Halaman Login Admin
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

i. Rancangan Halaman Dashboard Admin



Gambar 19. Rancangan Halaman Dashboard Admin
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

j. Rancangan Halaman Admin Kelola Pendaftaran



Gambar 20. Rancangan Halaman Admin Kelola Pendaftaran
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

k. Rancangan Halaman Laporan Admin



Gambar 21. Rancangan Halaman Laporan Admin
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024



Gambar 24. Rancangan Halaman Admin Kelola
Galeri
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

l. Rancangan Halaman Admin Kelola Testimonial



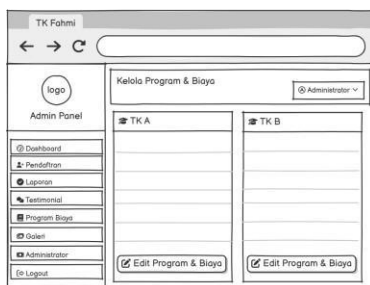
Gambar 22. Rancangan Halaman Admin Kelola
Testimonial
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

o. Rancangan Halaman Admin Kelola Administrator



Gambar 25. Rancangan Halaman Admin Kelola
Administrator

m. Rancangan Halaman Admin Kelola Program & Biaya



Gambar 23. Rancangan Halaman Admin Kelola
Program & Biaya
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

n. Rancangan Halaman Admin Kelola Galeri

3.2.2. Implementasi

Pada bagian ini, dijelaskan proses implementasi antarmuka pengguna yang dirancang untuk mendukung kemudahan dalam interaksi dengan sistem, sebagaimana berikut ini :

a. Antarmuka Beranda

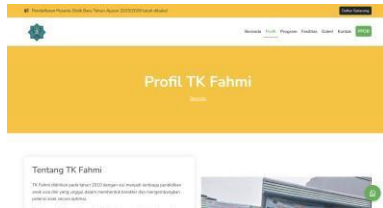
Implementasi antarmuka beranda sesuai dengan rancangannya, dimana halaman beranda berisikan tentang sekolah dan program belajar.



Gambar 26. Antarmuka Beranda
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

b. Antarmuka Profil

Implementasi antarmuka profil sesuai dengan rancangannya, dimana halaman profil berisikan tentang sekolah, visi misi sekolah, dan guru yang tersedia disekolah.



Gambar 27. Antarmuka Profil
 Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

c. Antarmuka Program

Implementasi antarmuka program sesuai dengan rancangannya, dimana halaman program berisikan program pembelajaran yang ada di sekolah.



Gambar 28. Antarmuka Program
 Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

d. Antarmuka Fasilitas

Implementasi antarmuka fasilitas sesuai dengan rancangannya, dimana halaman fasilitas berisikan tentang fasilitas yang tersedia disekolah.



Gambar 29. Antarmuka Fasilitas
 Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

e. Antarmuka Galeri

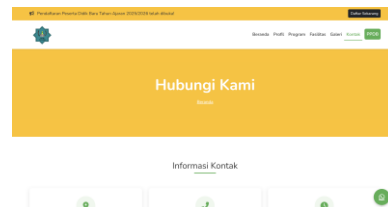
Implementasi antarmuka galeri sesuai dengan rancangannya, dimana halaman galeri berisikan foto kegiatan siswa selama sekolah.



Gambar 30. Antarmuka Galeri
 Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

f. Antarmuka Kontak

Implementasi antarmuka kontak sesuai dengan rancangannya, dimana halaman kontak berisikan tentang informasi kontak yang dapat dihubungi.



Gambar 31. Antarmuka Kontak
 Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

g. Antarmuka PPDB

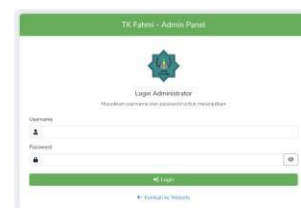
Implementasi antarmuka PPDB sesuai dengan rancangannya, dimana halaman PPDB berisikan formulir pendaftaran.



Gambar 32. Antarmuka PPDB
 Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

h. Antarmuka Panel Admin Login

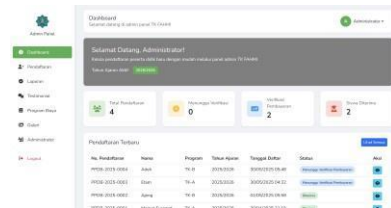
Implementasi antarmuka panel admin login sesuai dengan rancangannya, dimana halaman login admin untuk membuka panel admin.



Gambar 33. Antarmuka Login Admin

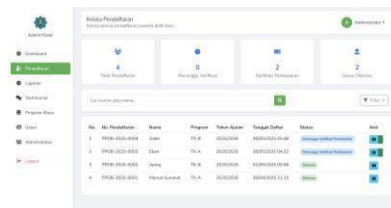
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

- i. **Antarmuka Dashboard Admin**
Implementasi antarmuka dashboard admin sesuai dengan rancangannya, dimana halaman dashboard berisikan data pendaftar.



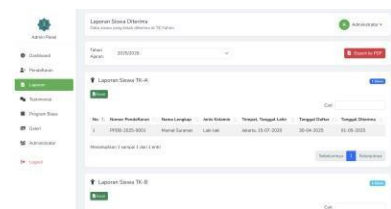
Gambar 34. Antarmuka Dashboard Admin
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

- j. **Antarmuka Kelola Pendaftaran**
Implementasi antarmuka kelola pendaftaran sesuai dengan rancangannya, dimana halaman pendaftaran berupa tampilan untuk admin mengelola data pendaftar.



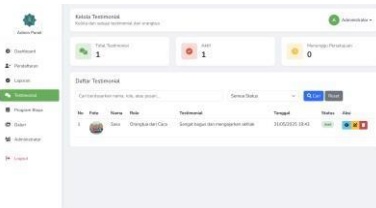
Gambar 35. Antarmuka Keelola Pendaftaran
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

- k. **Antarmuka Kelola Laporan**
Implementasi antarmuka kelola laporan sesuai dengan rancangannya, dimana halaman laporan berupa tampilan admin untuk membuat laporan siswa yang sudah diterima dan dapat dicetak untuk pemberkasan.



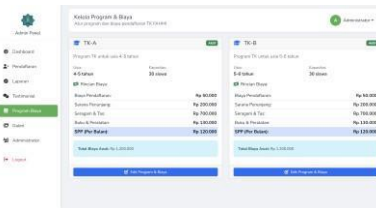
Gambar 36. Antarmuka Laporan
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

- l. **Antarmuka Kelola Testimonial**
Implementasi antarmuka kelola testimonial sesuai dengan rancangannya, dimana halaman testimonial berupa tampilan admin untuk mengelola testimoni dari orang tua.



Gambar 37. Antarmuka Testimonial
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

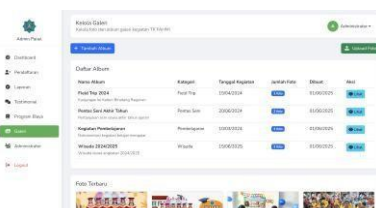
- m. **Antarmuka Kelola Program & Biaya**
Implementasi antarmuka kelola program & biaya sesuai dengan rancangannya, dimana halaman program & biaya berupa tampilan admin untuk mengubah data tentang kelas dan biaya sekolah.



Gambar 38. Antarmuka Program & Biaya
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

- n. **Antarmuka Kelola Galeri**

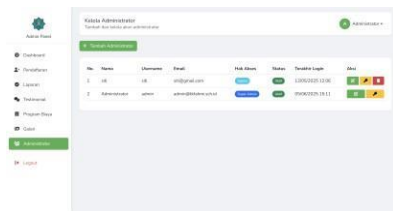
Implementasi antarmuka kelola galeri sesuai dengan rancangannya, dimana halaman kelola galeri berupa tampilan admin untuk mengedit dan menghapus foto-foto siswa selama kegiatan di sekolah.



Gambar 39. Antarmuka Kelola Galeri Sumber :
Olahan penelitian mandiri 2024

- o. **Antarmuka Kelola Administrator**
Implementasi antarmuka kelola administrator sesuai dengan rancangannya, dimana halaman

administrator berupa tampilan untuk menambahkan dan menghapus admin jika diperlukan.



Gambar 40. Antarmuka Administrator
Sumber : Olahan penelitian mandiri 2024

[3]Wahid, A. A. (2020). *Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perancangan, dan implementasi sistem informasi pendaftaran siswa baru pada sekolah tk fahmi yang telah dilakukan, serta mengacu pada tujuan penelitian, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Proses pendaftaran siswa baru menjadi lebih terstruktur dan efisien, karena data siswa langsung disimpan secara real time ke dalam database MySQL dan dapat diakses oleh admin sekolah secara online.
- Sistem ini mampu menghasilkan laporan data pendaftar secara otomatis yang dapat diunduh atau dicetak langsung sebagai dokumen administrasi.
- Sistem dirancang menggunakan pendekatan waterfall yang mempermudah proses pengembangan secara bertahap, dari analisis kebutuhan hingga pengujian sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Dharwiyanti, S., & Wahono, R. S. (2003). *Pengantar Unified Modeling Language (UML)*.
- [2]Rahayu, S., & Suandi, W. (2017). *Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Berbasis Web di Sekolah Menengah Atas Negeri 14 Garut*.

PERANCANGAN SISTEM PENGENALAN BAHASA ISYARAT BERBASIS NEURAL NETWORK

Lola

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
lola.rezak@gmail.com

Abstrak

Bahasa isyarat (*sign language*) merupakan bentuk komunikasi yang sangat penting bagi individu dengan gangguan pendengaran. Namun, salah satu isu kritis yang dihadapi komunitas ini adalah keterbatasan jumlah orang yang mampu menggunakan bahasa isyarat. Keterbatasan ini menciptakan kesenjangan komunikasi yang signifikan antara individu dengan gangguan pendengaran dan masyarakat umumnya. Dengan memanfaatkan teknologi jaringan syaraf tiruan (*neural network*) yaitu CNN (*convolutional neural network*), diharapkan dapat menciptakan sistem yang dapat membantu individu yang tidak dapat berkomunikasi dengan bahasa isyarat jadi dapat berkomunikasi dengan individu dengan gangguan pendengaran.

Kata Kunci : *Convolutional Neural Network*, CNN, *Neural Network*, Bahasa Isyarat, *Sign Language*.

1. PENDAHULUAN

Sign language atau bahasa isyarat merupakan bentuk komunikasi visual dan spatial yang sangat penting bagi individu dengan gangguan pendengaran. Bagi mereka, bahasa isyarat bukan hanya sekadar alat komunikasi, tetapi juga merupakan pondasi identitas budaya dan integrasi sosial. Meskipun pentingnya bahasa isyarat diakui, komunitas ini menghadapi isu serius terkait keterbatasan jumlah orang yang memiliki keterampilan dalam menggunakan bahasa ini.

Isu kritis tersebut menciptakan kesenjangan komunikasi yang signifikan antara individu dengan gangguan pendengaran dan masyarakat umumnya. Dalam masyarakat di mana mayoritas individu menggunakan bahasa lisan, individu dengan gangguan pendengaran dapat merasa terisolasi dan kesulitan berkomunikasi. Keterbatasan ini tidak hanya membatasi peluang sosial mereka, tetapi juga dapat mempengaruhi akses mereka terhadap informasi dan layanan.

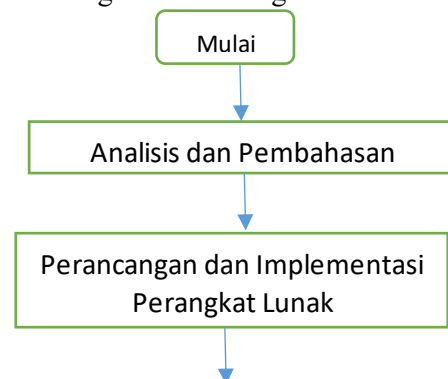
Teknologi *Convolutional Neural Network* (CNN) menawarkan potensi untuk mengatasi sebagian dari tantangan ini. Dengan memanfaatkan kemampuannya dalam mengenali pola visual kompleks, CNN dapat digunakan untuk pengenalan dan interpretasi

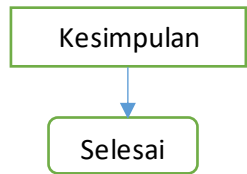
bahasa isyarat. Dengan cara ini, individu yang tidak dapat menggunakan bahasa isyarat dapat berkomunikasi dengan lebih efektif dengan individu yang mengalami gangguan pendengaran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan sistem pengenalan bahasa isyarat berbasis CNN sebagai solusi inovatif terhadap kesenjangan komunikasi yang ada. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap upaya meningkatkan inklusivitas dan kualitas hidup individu dengan gangguan pendengaran dalam interaksi sehari-hari.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :





Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian
Sumber :

https://www.researchgate.net/publication/338235695_Metode-Metode_Penelitian_Dalam_Penulisan_Jurnal_Ilmuiah_Elektronik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

Implementasi sistem terdiri dari langkah-langkah berikut :

A. Akuisisi Dataset

Dataset yang digunakan untuk pembuatan model *Sign Language Recognition* adalah dataset Sign Language MNIST (<https://www.kaggle.com/datasets/datamunge/sign-language-mnist?resource=download>). Dataset *Sign Language MNIST* terdiri dari 27,455 data training dan 7172 data testing. Setiap data training dan test terdiri dari label (0-25) yang merepresentasikan alphabet (tidak ada 9=J dan 25=Z karena ASL 'J' dan 'Z' menginkorporasikan gerakan), dan gambar *grayscale* (0-255) dengan resolusi 28*28.

B. Preprocessing

Pada tahap preprocessing, dataset mengalami dua tahap utama untuk mempersiapkannya sebelum digunakan dalam pelatihan model. Dua tahap tersebut melibatkan pengolahan label menggunakan teknik *one hot encoding* dan pengolahan gambar *grayscale* menggunakan normalisasi.

One hot encoding digunakan untuk mengubah label kategori menjadi representasi biner yang sesuai. Pada dataset label "A," "B," dan "C," *one hot encoding* akan mengubahnya menjadi vektor biner seperti [1, 0, 0,], [0, 1, 0,], dan [0, 0, 1,], masing-masing.

Normalisasi digunakan untuk mengubah nilai piksel pada gambar menjadi rentang yang lebih kecil, seperti 0 hingga 1. Hal ini dapat

membantu dalam konvergensi yang lebih cepat selama pelatihan model dan mencegah masalah numerik.

C. Pembuatan Model dan Hyperparameter Tuning

Setelah melakukan beberapa iterasi training, evaluasi, dan hyperparameter tuning didapatkan arsitektur terbaik model adalah :

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 28, 28, 75)	750
batch_normalization (Batch Normalization)	(None, 28, 28, 75)	300
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 14, 14, 75)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 14, 14, 50)	33800
dropout (Dropout)	(None, 14, 14, 50)	0
batch_normalization_1 (Batch Normalization)	(None, 14, 14, 50)	200
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 7, 7, 50)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 7, 7, 25)	11275
batch_normalization_2 (Batch Normalization)	(None, 7, 7, 25)	100
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 4, 4, 25)	0
flatten (Flatten)	(None, 400)	0
dense (Dense)	(None, 512)	205312
dropout_1 (Dropout)	(None, 512)	0
dense_1 (Dense)	(None, 24)	12312

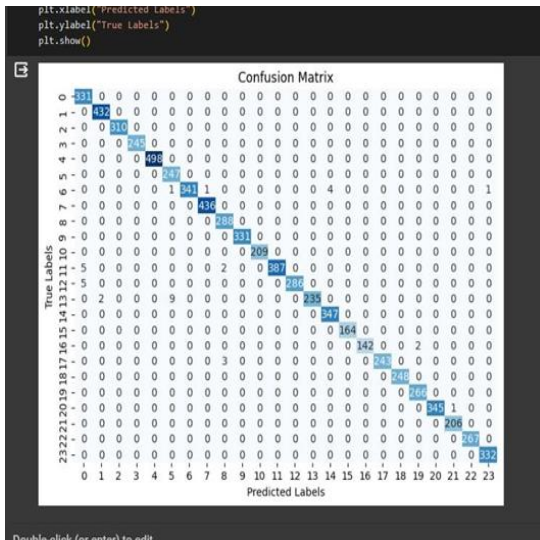
Gambar 2. Arsitektur Model

Sumber :

<https://www.kaggle.com/datasets/datamunge/sign-language-mnist?resource=download>

D. Evaluasi

Setelah pembuatan model hyperparameter tuning, didapatkan akurasi model pada test dataset adalah 99.498%. Dengan *confusion matrix* sebagai berikut :

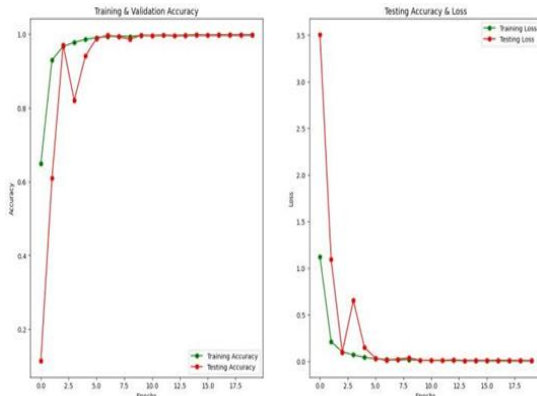


Gambar 3. Confusion Matrix

Sumber :

<https://www.kaggle.com/datasets/datamunge/sign-language-mnist?resource=download>

Dengan akurasi dan loss ketika training adalah seperti grafik berikut.



Gambar 4. Accuracy dan Loss ketika training

Sumber : Munir, 2023

E. Implementasi Sistem Inference

Pada sistem inferensi model dilakukan pengambilan gambar dari kamera namun agar gambar dapat di feed ke model diperlukan beberapa langkah *preprocessing* yaitu konversi gambar dari RGB ke grayscale, *downscale* gambar ke 28*28, lalu normalisasi gambar. Setelah gambar di *processing*, model yang sudah di train kemudian di load dan di feed gambar yang sudah di *preprocessing*. Model kemudian mengeluarkan probabilitas setiap kelas, lalu diambil kelas dengan probabilitas tertinggi.

3.2 PEMBAHASAN

A. Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk mengatasi tugas pengenalan pola visual, seperti pengolahan citra dan pengenalan objek. CNN terinspirasi oleh struktur visual korteks manusia dan secara luas digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk penglihatan komputer, pengenalan wajah, dan deteksi objek. Struktur Dasar CNN adalah sebagai berikut :

1. Layer Input

CNN dimulai dengan lapisan input yang mewakili data citra atau visual. Dimensi input mencerminkan atribut spasial dari data, seperti tinggi, lebar, dan jumlah saluran warna (misalnya, RGB).

2. Layer Konvolusi

Lapisan konvolusi merupakan inti dari CNN. Filter atau kernel digunakan untuk mengekstrak fitur-fitur lokal dari data input melalui operasi konvolusi. Setiap filter dapat mempelajari pola tertentu, seperti tepi, sudut, atau tekstur.

3. Fungsi Aktivasi ReLU

Setelah konvolusi, fungsi aktivasi ReLU diterapkan untuk memperkenalkan non-linearitas ke dalam model. ReLU (Rectified Linear Unit) mengonversi output negatif menjadi nol dan mempertahankan nilai positif.

4. Lapisan Pooling

Lapisan *pooling* digunakan untuk mereduksi dimensi spasial dari representasi yang dihasilkan oleh lapisan konvolusi. *Max pooling* adalah metode umum yang mempertahankan nilai maksimum dari sekumpulan nilai.

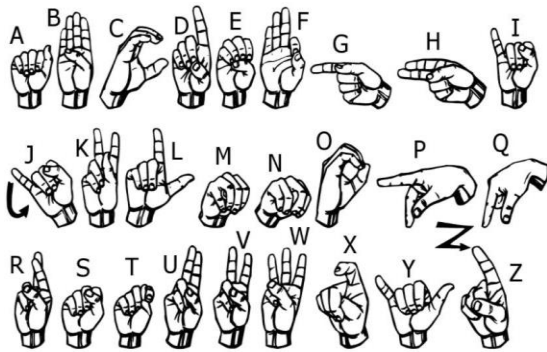
5. Fully Connected Layers

Fully connected layers menghubungkan hasil dari lapisan-lapisan sebelumnya ke unit klasifikasi atau regresi. Ini memproses fitur-fitur global dan menghasilkan output final.

B. American Sign Language

American Sign Language (ASL) adalah sebuah bahasa isyarat yang digunakan oleh komunitas tuli di Amerika Serikat dan banyak negara lain. Sebagai sebuah bahasa isyarat, ASL memiliki

struktur gramatika dan kosakata yang berbeda dengan bahasa lisan.

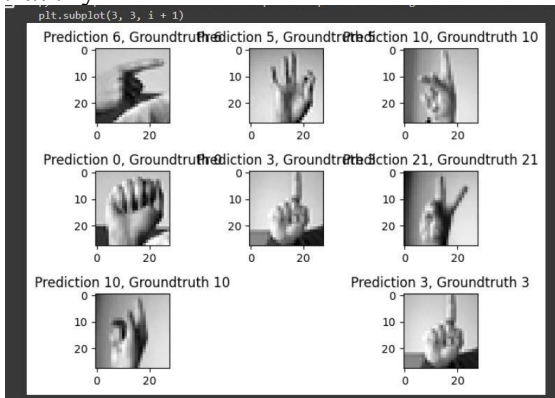


Gambar 5. American Sign Language

Sumber :

https://www.researchgate.net/figure/American-Sign-Language-alphabet_fig1_340721626

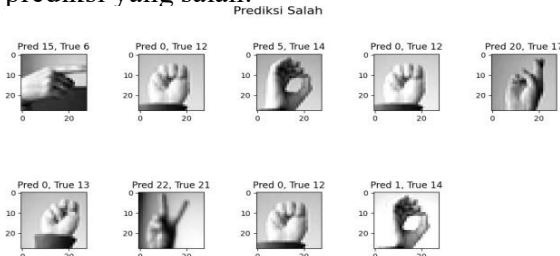
Model mendapatkan test accuracy yang sangat tinggi 99.498% tanpa indikasi *overfitting* (diamati dari gambar 4). Berikut adalah beberapa hasil inference dengan *label ground truthnya* :



Gambar 6. Hasil *Inference*

Sumber : Munir, 2023

Pada gambar 6, dapat diamati bahwa model berhasil memprediksi gambar ASL dengan baik. Berikut adalah beberapa hasil inference dengan *label ground truth*, untuk prediksi yang salah.



Gambar 7. Hasil *Inference* Yang Salah

Sumber : Munir, 2023

Pada gambar 7, dapat diamati bahwa model memiliki kesulitan untuk memprediksi ASL untuk huruf 'A' (0), 'M' (12), dan 'N' (13) dimana semua ASL tangan menggenggam.

KESIMPULAN

Pada makalah ini, sistem yang di implementasi berhasil melaksanakan Pengenalan Bahasa Isyarat dengan kinerja yang sangat baik, mencapai akurasi sebesar 99.498%. Kesalahan mayoritas model terjadi pada situasi di mana bahasa isyarat mirip satu sama lain, khususnya ketika tangan sedang dalam posisi menggenggam ('A', 'M', dan 'N').

DAFTAR PUSTAKA

1. Munir, Rinaldi., (2023). Bahan Kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra. Program Studi Informatika ITB.
2. American Sign Language Recognition Using Sensory Glove and Neural Network - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/American-Sign-Language-alphabet_fig1_340721626 [diakses 27 Desember 2024]
3. <https://www.kaggle.com/datasets/datamunge/sign-language-mnist?resource=download> [diakses pada 28 Desember 2024]

PENGARUH PENYESUAIAN SUDUT TERHADAP DESAIN PERMUKAAN DIE PADA SIMULASI PEMBENTUKAN LOGAM PELAT

Rusdi Dahlan, MT.

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
rusdidahlan73@gmail.com

Abstrak

Proses pembentukan logam pelat (sheet metal forming) merupakan metode penting dalam industri manufaktur yang memungkinkan pembuatan komponen dengan geometri kompleks dan toleransi tinggi. Namun, fenomena springback menjadi tantangan utama yang mempengaruhi akurasi bentuk akhir produk. Springback terjadi akibat perubahan bentuk elastis pada material setelah proses pembentukan, yang dipengaruhi oleh kekuatan tarik dan kekuatan luluh material. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk mengatasi springback, seperti penyesuaian sudut desain permukaan die. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh kompensasi sudut terhadap toleransi springback pada tipe material JSC270D, JSC340H, dan JSC590Y serta mengevaluasi dampaknya terhadap penebalan material secara lokal di produk akhir. Penelitian dilakukan menggunakan simulasi pembentukan logam pelat untuk mengevaluasi kompensasi sudut yang diperlukan untuk mencapai toleransi springback $\pm 0,5$ mm dan dampaknya terhadap perubahan ketebalan material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompensasi sudut yang diperlukan bervariasi berdasarkan kekuatan tarik material. Material JSC270D, JSC340H, dan JSC590Y, kompensasi sudut yang diperlukan adalah masing-masing $0,498^\circ$, $0,505^\circ$, dan $1,148^\circ$ untuk mencapai toleransi springback yang diinginkan. Selain itu, penyesuaian sudut yang lebih besar menyebabkan penurunan luas area ketebalan material. Penelitian ini memberikan panduan dalam desain permukaan die untuk mengurangi efek springback, meningkatkan akurasi dimensi produk, dan mengoptimalkan proses produksi dalam industri manufaktur.

Kata kunci: springback, kompensasi sudut, simulasi

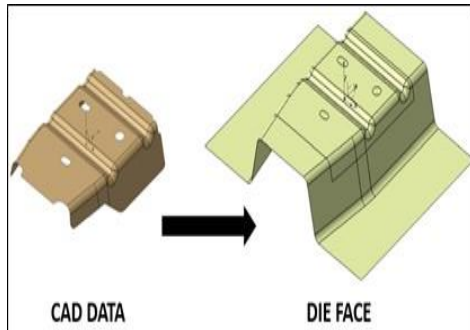
1. PENDAHULUAN

Dalam proses pembentukan logam pelat (sheet metal forming), fenomena *springback* merupakan salah satu tantangan yang signifikan. *Springback* adalah perubahan bentuk yang terjadi pada logam pelat setelah proses pembentukan selesai, di mana logam tersebut berusaha kembali ke bentuk aslinya karena sifat elastisnya. Fenomena ini dapat mempengaruhi akurasi bentuk akhir produk, sehingga perlu diatasi dengan strategi yang tepat.

Springback disebabkan oleh perubahan stres elastis yang terjadi selama proses pembentukan, terutama karena kombinasi *Yield Strength* (YS) dan *Tensile Strength* (TS) material yang digunakan. Material dengan YS tinggi cenderung menunjukkan *springback* yang lebih besar.

Beberapa strategi dapat digunakan untuk mengatasi *springback*, seperti:

- *Overbending*: membengkokkan logam pelat melebihi sudut yang diinginkan untuk mengkompensasi *springback*.
- Penggunaan Tool dengan Radius yang Lebih Besar: Mengurangi stres konsentrasi selama pembengkokan, sehingga mengurangi *springback*.
- Pemakaian *Bottoming*: Menerapkan gaya yang cukup untuk deformasi plastis material, sehingga mengurangi *elastic recovery*.
- Pemilihan Material yang Tepat: Menggunakan material dengan YS yang lebih rendah dapat mengurangi material *springback*.



Gambar 1. Crash Box yang disimulasikan
Sumber : Data olahan penelitian

- Penggunaan *Draw Beads*: Mengontrol aliran material ke dalam die untuk mengurangi *springback*.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh kompensasi sudut terhadap desain permukaan die melalui simulasi pembentukan logam pelat dengan berbagai kekuatan tarik. Fokus penelitian ini adalah menentukan berapa derajat kompensasi sudut yang diperlukan untuk mencapai toleransi *springback* $\pm 0,5$ mm dan mengevaluasi apakah kompensasi sudut mempengaruhi *thickening* selama simulasi. Hasil penelitian ini memiliki dampak signifikan pada industri manufaktur, terutama dalam meningkatkan akurasi pembentukan logam, mengurangi percobaan berulang, dan mengoptimalkan proses produksi dengan efisiensi biaya dan waktu yang lebih baik.

Untuk hasil yang lebih efektif, penelitian ini dilakukan dengan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Part yang diteliti adalah *Crash Box*.
2. Software untuk membuat desain permukaan menggunakan CATIA V5.
3. Software simulasi menggunakan Autoform® R11.
4. Tebal material adalah 1,6 mm.
5. Tipe material yang digunakan adalah JCS270D, JCS440H, JCS590Y.
6. *Friction Coefficient* yang digunakan 0,15 dengan asumsi proses berjalan normal tanpa pengolesan pasta.

7. *PAD Stroke* yang digunakan adalah 60 mm
8. *PAD Force* yang digunakan initial pressure 0,2 MPa
9. Hasil penelitian didasarkan pada keluaran simulasi software.

Crash box adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam desain mobil yang bertujuan untuk melindungi pengemudi dan penumpang dalam kecelakaan. *Crash box* sendiri merupakan struktur yang terletak di depan mobil yang dirancang untuk menyerap energi saat mobil mengalami tabrakan. Ketika mobil mengalami tabrakan, *crash box* akan mengalami deformasi atau kerusakan sehingga energi tabrakan yang dihasilkan akan diserap oleh *crash box* dan tidak menyebar ke bagian lain dari mobil yang bisa membahayakan pengemudi atau penumpang.[1]

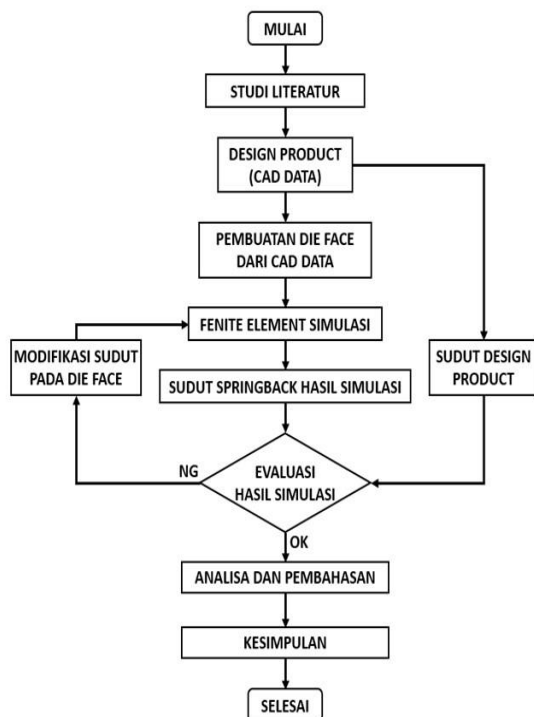
Ada 2 tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui derajat kompensasi atau penyesuaian sudut yang digunakan untuk mencapai toleransi *springback* $\pm 0,5$ mm pada material JSC270D, JSC440H dan JSC590Y.

Mengetahui pengaruh kompensasi sudut terhadap material thickness pada simulasi

2. METODOLOGI

Alur proses penelitian Pengaruh Penyesuaian Sudut terhadap Desain Permukaan Die pada Simulasi Pembentukan Logam Pelat ditunjukkan pada diagram alir berikut ini



Gambar 2. Diagram alir penelitian Pengaruh Penyesuaian Sudut terhadap Desain Permukaan Die pada Simulasi Pembentukan Logam Pelat
Sumber : Data olahan penelitian

2.1.TAHAPAN PENELITIAN DAN SIMULASI

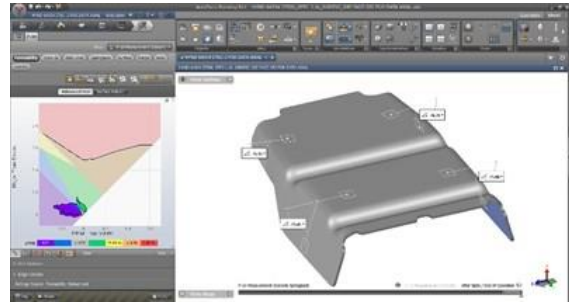
a. Pembuatan die face dari CAD data

Fungsi utama die face adalah sebagai permukaan yang menekan dan membentuk bahan logam pelat saat proses pembentukan menjadi bentuk yang diinginkan, selain itu die face juga digunakan sebagai komponen tools untuk proses simulasi, Pembuatan die face dilakukan berdasarkan bentuk dari CAD data yang ada menggunakan software CATIA V5. CAD data dan Die Face yang disimulasikan diperlihatkan pada gambar 1.

b. Simulasi metoda Elemen Hingga (Finite Element Method)

Keluaran dari proses *Finite element* simulasi pembentukan dengan software *AutoForm®* adalah data sudut *springback*, di mana pada tahap awal simulasi die face yang digunakan masih dalam kondisi tanpa penyesuaian sudut. Dalam proses ini, material yang sedang dianalisis akan mengalami deformasi, dan setelah simulasi selesai,

pengukuran sudut dilakukan untuk mendapatkan sudut yang terbentuk setelah terjadinya fenomena *springback* pada part. Data yang diperoleh dari pengukuran ini



digunakan untuk mencari K factor.

Gambar 3. Pengukuran sudut part.
Sumber : Data olahan penelitian

Proses simulasi menggunakan software *Autoform* dengan data yang diinput adalah:

1. *Tools*: Die face yang sudah dimodifikasi sebagai *Upper die*, *Lower die* dan *PAD*
2. *Reference*: CAD data sebagai acuan referensi analisa *springback*
3. *Material Type*: sesuai dengan material yang akan diuji
4. *Thickness*: ketebalan part yang digunakan
5. *Friction Coefficient*: koefisien gesek yang digunakan sesuai standar yaitu 0.15.



Gambar 4. Proses simulasi pembentukan menggunakan *Autoform®*.
Sumber : Data olahan penelitian

c. Modifikasi Sudut pada Die Face

Die face yang telah selesai dibuat kemudian akan dimodifikasi pada sudut penekukan (*bending*) dengan tujuan mengompensasi *springback*.

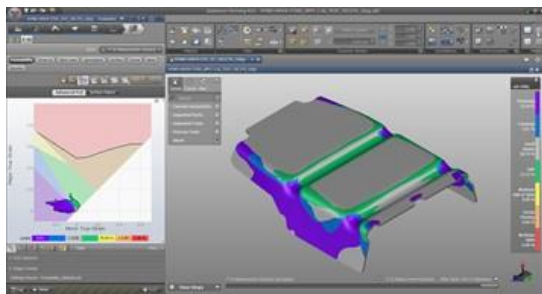
Modifikasi sudut penekukan ini dilakukan untuk memastikan bahwa produk akhir memiliki bentuk yang tepat dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Sudut yang diterapkan dalam modifikasi ini sesuai dengan hasil perhitungan K-factor. Proses ini

tidak hanya meningkatkan akurasi produk akhir tetapi juga mengurangi kebutuhan akan pengulangan atau koreksi tambahan setelah proses pembentukan part.

d. Evaluasi Keluaran Proses Simulasi

Data part yang sudah disimulasikan perlu dievaluasi pada area yang mengalami pembentukan (forming), dengan faktor pengecekan meliputi:

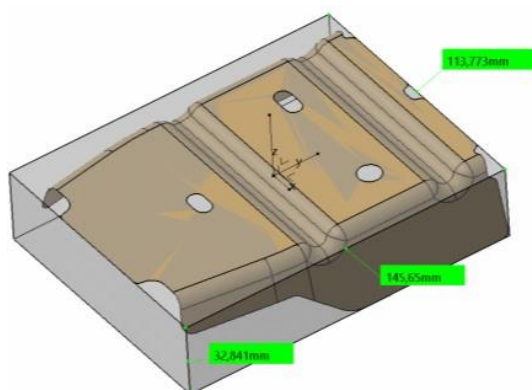
1. *Advance Formability*: identifikasi pada batas-batas kemampuan bahan dalam proses pembentukan seperti *Thickening, Compress, Insuff Stretch, Safe, Risk of Split, Excess Thinning, Splits*.
2. *Surface Failure*: identifikasi pada area surface untuk mendeteksi terjadinya *Orange peel/ Flattening, Surface Cracks*.
3. *Springback*: identifikasi untuk mengetahui nilai dari *springback* pada part



Gambar 5. Evaluasi hasil Simulasi
Sumber : Data olahan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Spesifikasi CAD DATA



Gambar 6. Dimensi CAD Data.
Sumber : Data olahan penelitian

Tabel spesifikasi yang disajikan berikut ini menggambarkan data part yang digunakan dalam simulasi, yang mencakup aspek-aspek penting seperti geometri, tebal material, dan sudut yang akan diteliti, dan tabel 2 menampilkan *property* material yang digunakan.

Tabel 1. Spesifikasi CAD Data

Keterangan	Spesifikasi	Satuan
Nama Part	Crash Box	
Dimensi	145,65x113,77x32,84	mm
Tebal Material	1,6	mm
Sudut Bending	75	°

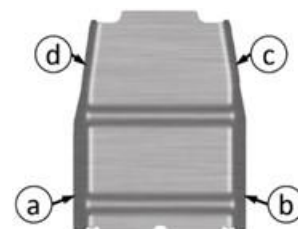
Sumber : Data olahan penelitian

Tabel 2. Spesifikasi Material

Tipe material	Tensile Strength (MPa)	Yield Stress (MPa)	Young's Modulus (MPa)	Uniform Elongation (%)
JSC270D	303,09	154.84	2.10E+05	25,8
JSC340H	341,99	198.96	2.10E+05	23,3
JSC590Y	605,91	366.29	2.10E+05	22,1

Sumber : Data olahan penelitian

3.2. Hasil Sudut & dimensi permukaan springback sebelum modifikasi sudut



Gambar 7. Area Pengukuran Sudut *Springback*.

Sumber : Data olahan penelitian

Setelah dilakukan *running* simulasi di software *Autoform* ® akan diperoleh sudut *springback* dan dimensi yang terkorelasi akibat adanya sudut *springback* sehingga menjadi berbeda dari target dimensi part

seharusnya. Perbedaan dimensi ini jika melebihi toleransi $\pm 0,5$ dijudgement NG.

Tabel 3. Hasil Simulasi *Finite Element*

No.	Tipe material	Tensile Strgth (MPa)	Sudut Springback (°)	Dimensi Springback (mm)	Judge ment
1a	JSC270D	303.09	74,31	0,337	OK
1b			74,41	0,341	OK
1c			74,47	0,234	OK
1d			74,82	0,187	OK
2a	JSC340H	341.99	74,83	0,340	OK
2b			74,53	0,342	OK
2c			74,42	0,208	OK
2d			74,20	0,214	OK
3a	JSC590Y	605.91	73,03	0,458	OK
3b			72,86	0,502	NG
3c			73,56	0,356	OK
3d			73,37	0,378	OK

Sumber : Data olahan penelitian

Dari tabel 3 terlihat ada 1 dimensi springback yang NG untuk material JSC590Y dengan sudut springback yang muncul sebesar 72,86 derajat. Walaupun dimensi lain memenuhi standard nilai yang dipersyaratkan konsumen, tetapi secara nilai cukup mendekati limit yang diizinkan.

3.3. Perhitungan *Springback Value* sebagai Acuan Modifikasi Die Face

Untuk menetapkan berapa nilai kompensasi sudut springback yang selanjutnya akan divalidasi dengan simulasi maka perlu dihitung K_s Factor dengan menggunakan persamaan berikut :

$$K_s = \frac{R_i + \frac{T}{2}}{R_f + \frac{T}{2}} = \frac{\frac{2R_i}{T} + 1}{\frac{2R_f}{T} + 1} = \frac{\phi_f}{\phi_i} = \frac{180^\circ - \alpha_2}{180^\circ - \alpha_1} \quad (\text{pers. 1})$$

Dimana:

K_s = *Springback factor*

α_1 = Sudut sebelum *springback* (°)

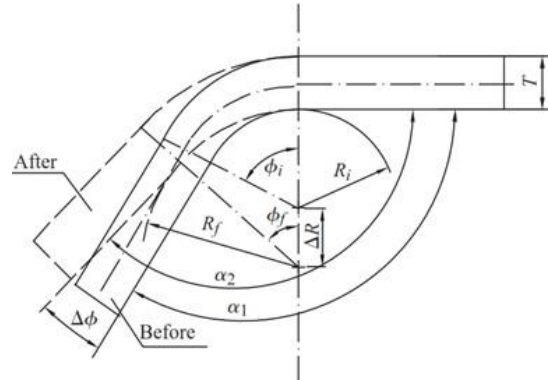
α_2 = Sudut setelah *springback* (°)

R_i = Radius sebelum *springback* (mm)

R_f = Radius setelah *springback* (mm)

T = Tebal material (mm)

Secara skematik definisi variabel di persamaan 1 dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Ilustrasi Skematik terkait variabel *Springback*.

Sumber : Data olahan penelitian

Hasil simulasi finite element di tabel 3 digunakan untuk mencari K-factor dan *springback value* menggunakan persamaan (1) dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Springback Value*

No	Tipe material	Sudut CAD Data (φi)	Sudut Springback (φf)	K-Factor (Ks)	Springback value (Δα) Φi - φf
		(°)	(°)		(°)
1a.	JSC270D	75	74,31	0,991	0,69
1b.			74,41	0,992	0,59
1c.			74,47	0,993	0,53
1d.			74,82	0,998	0,18
1a.	JSC340H		74,83	0,998	0,17
2b.			74,53	0,994	0,47
2c.			74,42	0,992	0,58
2d.			74,20	0,989	0,80
3a.	JSC590Y		73,03	0,974	1,97
3b.			72,86	0,971	2,14
3c.			73,56	0,981	1,44
3d.			73,37	0,978	1,63

Sumber : Data olahan penelitian

3.4. Hasil dimensi dan tebal material setelah modifikasi sudut

Hasil simulasi kedua finite element dengan *die face* yang sudah dilakukan modifikasi berdasar *springback value* tabel 4, menghasilkan kondisi part dengan data *springback* seperti ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil simulasi *finite element* dengan *die face* yang telah dikompensasi sudut sesuai *springback value* tabel 4.

No.	Tipe material	Sudut CAD Data (Φ_i) (°)	Sudut Modifikasi Die Face (°)	Dimensi Springback (mm)	Area Penebalan Material (%)
1a.	JSC270D	75	75,69	-0,060	22,32
1b.			75,59	-0,095	
1c.			75,53	0,065	
1d.			75,18	0,150	
2a.	JSC340H	75	76,59	0,021	21,69
2b.			76,21	-0,073	
2c.			76,29	0,056	
2d.			75,80	0,031	
3a.	JSC590Y	75	76,97	-0,074	21,14
3b.			77,14	-0,027	
3c.			76,44	0,026	
3d.			76,63	0,037	

Sumber : Data olahan penelitian

Tabel 6 berikut ini menyajikan hasil rata-rata dari serangkaian simulasi yang dilakukan pada berbagai jenis material dalam penelitian ini. Data yang diperoleh sebagai berikut:

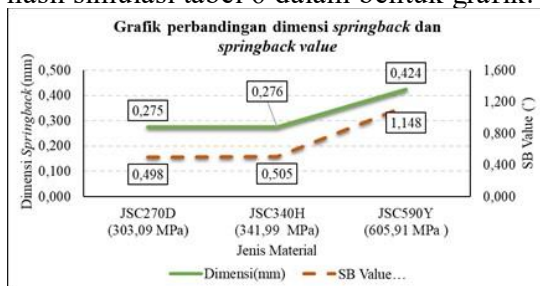
Tabel 6. Rata-rata hasil simulasi setiap jenis material.

Jenis Material	Tensile Strength (MPa)	K-Factor	SB Value (°)	Dimensi Sebelum Modifikasi Sudut (mm)	Dimensi Setelah Modifikasi Sudut (mm)
JSC270D	303,09	0,993	0,498	0,275	0,015
JCS340H	341,99	0,993	0,505	0,276	0,009
JSC590Y	605,91	0,985	1,148	0,424	-0,010

Sumber : Data olahan penelitian

3.5. Analisis modifikasi sudut terhadap hasil dimensi springback

Gambar 9 berikut menunjukkan rata-rata hasil simulasi tabel 6 dalam bentuk grafik.



Gambar 9. Grafik perbandingan *springback value* dengan dimensi *Springback*

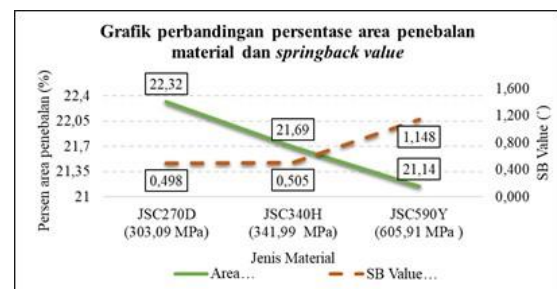
Sumber : Data olahan penelitian

Berdasarkan grafik perbandingan *springback value* dengan dimensi *springback* (Gambar 9) hasil simulasi finite element pada material JSC270D, JSC340H dan JSC590Y dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tensile strength pada material maka *springback* yang dihasilkan juga semakin besar atau semakin kecil nilai K-Factor maka akan semakin besar pula *springback* yang terjadi. Hasil data sesuai dengan pernyataan Vukota Boljanovic bahwa penambahan sudut bending dapat mengatasi fenomena *springback* [2].

Dari tabel 6 juga terlihat bahwa dimensi akibat *springback* setelah dilakukan modifikasi sesuai kompensasi sudut akan menghasilkan nilai yang mendekati 0, jauh dari batas nilai yang disyaratkan konsumen sebesar $\pm 0,5$ mm.

3.6. Pengaruh Modifikasi Sudut terhadap Ketebalan Part

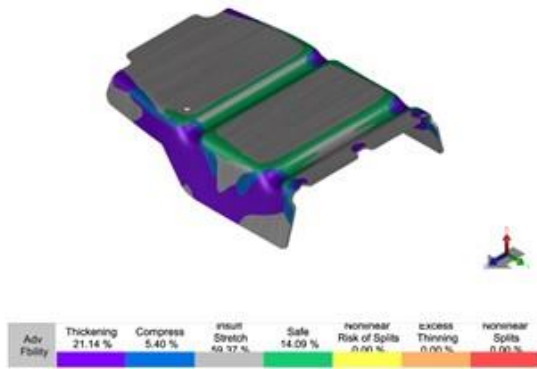
Dari tabel 5 dapat digambarkan korelasi area penebalan material terhadap modifikasi sudut seperti ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik perbandingan persentase area penebalan material dan *springback value*.

Sumber : Data olahan penelitian

Hasil dari simulasi *finite element* diperoleh kondisi penebalan material seperti terlihat di gambar 11 di bawah. Korelasi penebalan material dengan *springback value* untuk material JSC270D, JSC340H dan JSC590Y dapat dilihat pada gambar 10 di atas. Terlihat bahwa semakin besar *springback value* yang dihasilkan maka area penebalan material pada proses pembentukan akan semakin berkurang.



Gambar 11. Advanced formability pada simulasi *finite element*.

Sumber : Data olahan penelitian

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian penyesuaian sudut terhadap desain permukaan die pada simulasi pembentukan logam pelat dengan tipe material JSC270D, JSC340H dan JSC590Y adalah sebagai berikut:

1. Penyesuaian sudut desain permukaan die akan mempengaruhi tingkat *springback* pada material. Derajat kompensasi atau penyesuaian sudut akan bervariasi mengikuti besar kekuatan tarik material. Dari hasil penelitian pada material JSC270D dan JSC340H didapatkan hasil *springback* kurang dari 0,5 mm dan pada material JSC590Y *springback* yang dihasilkan melebihi 0,5 mm sehingga diperlukan kompensasi sudut agar *springback* yang dihasilkan masuk pada toleransi $\pm 0,5$ mm. Setelah dilakukan kompensasi sudut, diperoleh *springback* mendekati 0 mm. Material JSC270D dengan kekuatan tarik 303,09 MPa memerlukan kompensasi sudut sebesar $0,498^\circ$, material JSC340H dengan kekuatan tarik 341,99 MPa memerlukan kompensasi sudut sebesar $0,505^\circ$ dan material JSC590Y dengan kekuatan tarik 605,91MPa memerlukan kompensasi sudut sebesar $1,148^\circ$.

2. Penyesuaian sudut pada desain permukaan die akan mempengaruhi ketebalan (*thickness*) material berdasarkan hasil simulasi pembentukan logam pelat. Penyesuaian sudut yang lebih besar akan menyebabkan persentase penebalan pada area tertentu dari logam pelat menurun.

DAFTAR PUSTAKA

1. C. Wiratama, *Desain dan analisis Crash box pada mobil*, www.aeroengineering.co.id. Accessed: Oct. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.aeroengineering.co.id/2023/04/desain-dan-analisis-crash-box-pada-mobil/?formCode=MG0AV3>
2. V. Boljanovic, 2014. *SHEET METAL FORMING PROCESSES AND DIE DESIGN Second Edition*, 2nd ed. South Norwalk: Industrial Press, Inc.,
3. T. T. Le Tran and T. T. Truong, 2024. *Analysis of the springback phenomenon using finite element method*, Vietnam J. Mech., vol. 46,
4. T. Taylan, A. Altan, A. A. E. Erman, and T. Tekkaya, 2012. *Sheet Metal Forming Fundamentals*, ASM International,

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PEMESANAN *DIGITAL PRINTING* PADA PERCETAKAN CV. AGUNG SEJAHTERA BERBASIS *WEBSITE*

Rachmat Setiabudi

Teknik Informatika, Teknologi Industri, Institut Teknologi Budi Utomo

raffisetiabudi@gmail.com

Abstrak

Digital printing merupakan metode dalam percetakan modern yang melibatkan teknik digital sebagai media transfer antara tinta dan media percetakan. Dunia bisnis digital printing merupakan bidang yang banyak diminati oleh kalangan pelaku bisnis karena memiliki banyak keuntungan, seperti order yang terus mengalir, berkembang cepat dan persaingan harga yang sehat. CV. Agung Sejahtera merupakan salah satu perusahaan digital printing yang bergerak di bidang percetakan seperti: spanduk, brosur, kop surat, amplop, kartu nama, perdagangan administrasi dan perdagangan umum lainnya. Yang berlokasi di Jakarta Jl. Cipinang Cempedak IV, No.5 Cawang, Jakarta Timur 13340, untuk saat ini CV. Agung Sejahtera dalam melayani customer masih menggunakan secara manual, dengan customer datang langsung ke tempat percetakan, sehingga kurang efisiensi waktu dalam melakukan pemesanan. CV. Agung Sejahtera ingin membuka pasar yang lebih luas yaitu dengan membuat website yang menarik. Oleh karena itu, peneliti ingin membuat sistem pemesanan digital printing secara online berbasis website agar pelanggan dapat meng-upload desain sendiri. Website ini nantinya akan sangat membantu pelaku bisnis dalam meningkatkan pelayanan serta mempermudah pelanggan untuk melakukan pemesanan tanpa perlu datang ketempat penyedia jasa percetakan.

Kata kunci: Toko Harly, PHP, MySQL, Microsoft Visual Studio Code, Unified Modelling Language

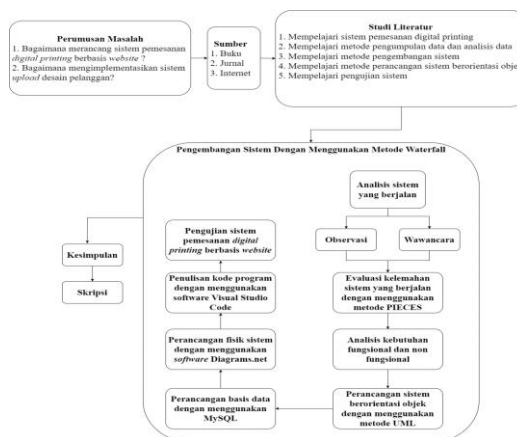
1. PENDAHULUAN

Digital printing merupakan metode dalam percetakan modern yang melibatkan teknik digital sebagai media transfer antara tinta dan media percetakan. Pada umumnya pengertian *digital printing* dapat disimpulkan sebagai proses cetak gambar yang sudah didesain menjadi media fisik. Dunia bisnis *digital printing* merupakan bidang yang banyak diminati oleh kalangan pelaku bisnis karena memiliki banyak keuntungan, seperti order yang terus mengalir, berkembang cepat dan persaingan harga yang sehat.

Untuk saat ini CV. Agung Sejahtera dalam melayani customer masih menggunakan secara manual, dengan customer datang langsung ke tempat percetakan, sehingga kurang efisiensi waktu dalam melakukan pemesanan. CV. Agung Sejahtera ingin membuka pasar yang lebih luas yaitu dengan membuat *website* yang menarik. Oleh karena itu, peneliti ingin membuat sistem pemesanan *digital printing* secara *online* berbasis *website* agar pelanggan dapat meng-upload desain sendiri. *Website* ini nantinya akan sangat membantu pelaku bisnis dalam meningkatkan pelayanan serta mempermudah pelanggan untuk melakukan pemesanan tanpa perlu datang ketempat penyedia jasa percetakan.

2. METODOLOGI

Metodologi pada penelitian ini merupakan metode *research and development*. Metode ini yang akan menjadi pedoman dalam melakukan penelitian, dengan metode *research and development* peneliti membuat beberapa tahapan yang mencakup pembuatan sistem pemesanan dan rancangan *website*.



Gambar 1 Tahapan Penelitian Metode *Research And Development*

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengembangkan sistem pada penelitian ini

adalah metode *waterfall* karena metode ini merupakan metode pengembangan sistem yang terstruktur dan sistematis.

2.1 Analisis Sistem Yang Berjalan

Pemesanan desain dari pelanggan saat ini masih dilakukan secara semi-manual, yaitu pemesan menghubungi admin atau datang langsung untuk melakukan pemesanan. Hal tersebut tentunya mengurangi efektivitas dan efisiensi dalam informasi dikarenakan banyaknya pelanggan yang datang dan keterbatasan jumlah admin dalam menerima pesanan.

Pembayaran pesanan dilakukan secara langsung, masih sangat sedikit pelanggan yang membayar dengan metode transfer. Tentunya dalam proses tersebut memiliki kekurangan baik dari segi keterbatasan fitur yang telah ada maupun tingkat kesalahan yang dilakukan manusia (*human-error*).

Evaluasi kelemahan sistem dilakukan untuk menentukan tingkat efektifitas dan efisiensi pada sistem yang sudah berjalan, tujuannya sebagai acuan untuk membuat sistem baru atau meningkatkan sistem yang sudah ada agar menjadi lebih baik dan lebih efisien.

Berdasarkan identifikasi masalah dapat kita identifikasi sistem yang dibutuhkan pelanggan dan admin, sehingga dapat menyelesaikan masalah yang ada dan mempermudah kinerja mereka.

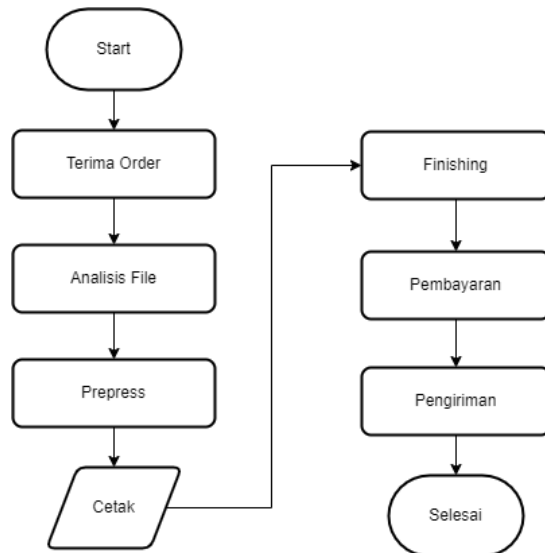
Tabel 1. Analisis Kebutuhan Fungsional

Aktor	Tugas	Analisis Kebutuhan Fungsional
Admin	1. Melakukan login akun 2. Mengecek pesanan 3. Merima pesanan 4. Mengelola dan memproses Pesanan 5. Menyampaikan informasi dan status pesanan ke pelanggan	1. Menerima pesanan secara <i>online</i> 2. Mengelola Pesanan secara <i>online</i> 3. Menyampaikan informasi secara <i>real time</i> tanpa harus bertemu pelanggan 4. Mencetak nota
Pelanggan	1. Melakukan pendaftaran akun 2. Melakukan login akun 3. Melakukan pemesanan 4. Melakukan konfirmasi pembayaran	1. Membuat sistem pemesanan melalui <i>website</i> yang dapat terhubung langsung ke admin dan staff produksi 2. Menerima informasi status pembayaran secara <i>real time</i> 3. Menerima informasi status pesanan secara <i>real time</i>

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil



Gambar 2 Flowchart Sistem Berjalan

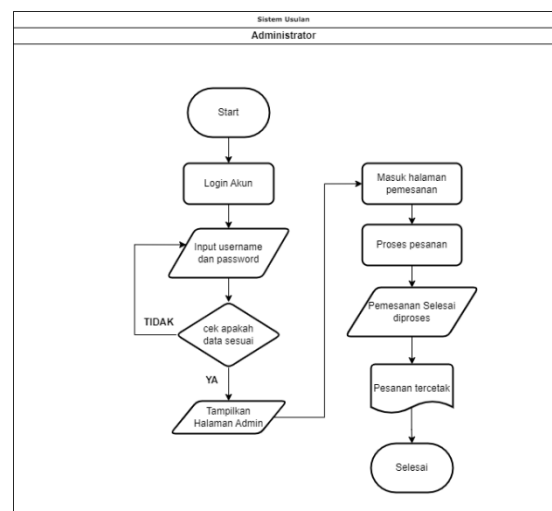
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diuraikan sistem yang berjalan sebagai berikut:

1. Semuanya bermula saat seorang pelanggan datang dengan antusias membawa file desain yang ingin dicetak. Dengan teliti, operator di bagian penerimaan order memeriksa file tersebut, memastikan format, resolusi, dan ukurannya sesuai dengan kebutuhan.
2. Setelah melakukan verifikasi, operator segera menyiapkan file untuk proses prepress. Di sini, tim prepress bekerja dengan cermat, menyesuaikan warna, memotong file sesuai ukuran, dan memastikan file siap untuk dicetak.
3. Selanjutnya, media cetak yang tepat dipilih dan dimasukkan ke dalam mesin digital printing. Operator dengan hati-hati mengatur settings mesin, menyesuaikan

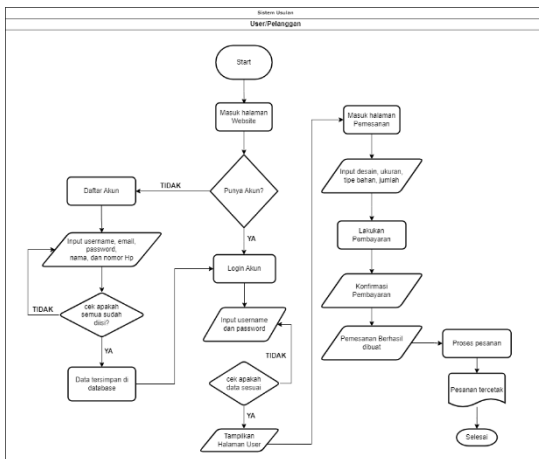
kecepatan, dan memantau proses pencetakan agar menghasilkan kualitas terbaik.

4. Selesai dicetak, lembaran-lembaran hasil cetakan akan melalui tahap finishing. Di sini, tim finishing akan melakukan pemotongan, pelipatan, laminasi, atau pekerjaan finishing lainnya sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
5. Setelah semua proses selesai, pesanan dikemas dengan rapi dan siap untuk dikirimkan kepada pelanggan. Operator logistik memastikan pengiriman berjalan lancar dan pesanan sampai ke tangan pelanggan dengan selamat.



Gambar 3. Flowchart Sistem yang diusulkan untuk Administrator

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

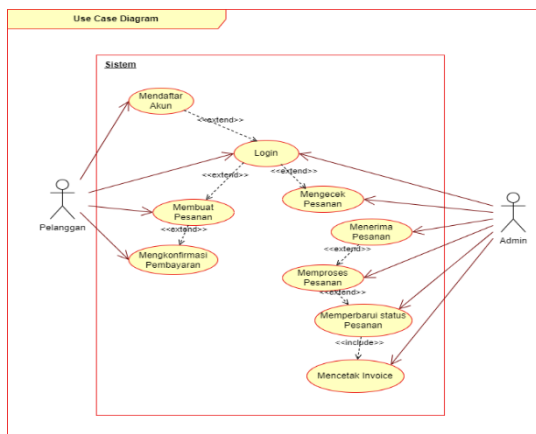


Gambar 4. Flowchart Sistem yang diusulkan untuk pelanggan
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

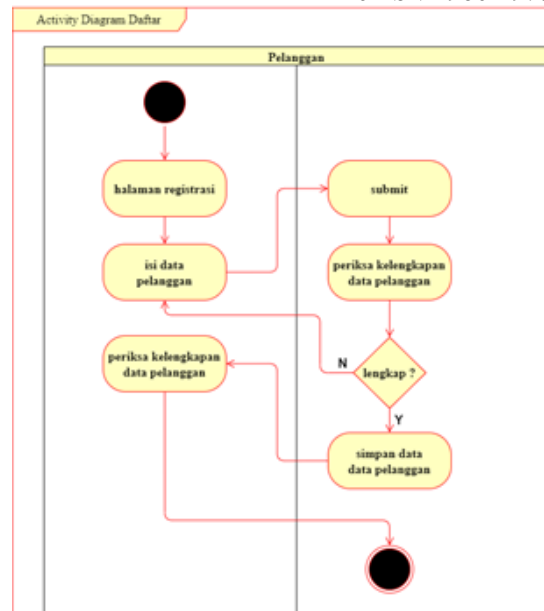
3.2 Pembahasan

Perancangan sistem pada penelitian ini dibuat dengan metode UML (Unified Modeling Language). Data yang didapat dari hasil analisis sistem yang berjalan digunakan untuk membuat rancangan sistem pemesanan digital printing, tujuannya agar sistem yang akan dibuat sesuai dengan sistem yang dibutuhkan. Peneliti telah membuat empat diagram sebagai pencangan sistem, yaitu *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram* dan *Class Diagram*.

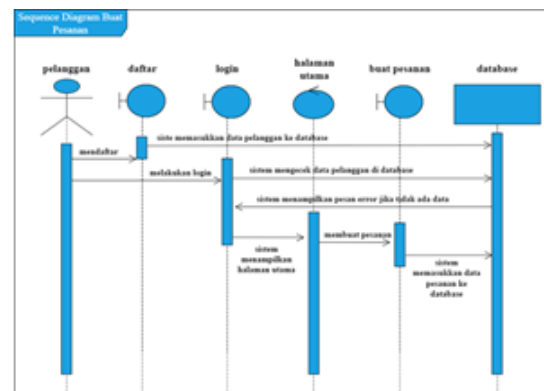
Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem, pada diagram tersebut menunjukkan kebutuhan kebutuhan fungsional yang telah ditetapkan pada perancangan sistem.



Gambar 5. Use Case Diagram
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 6. Activity Diagram Daftar
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 7. Sequence Diagram Buat Pesanan
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Perancangan *database* dan struktur table merupakan proses penentuan isi dan penempatan data yang dibutuhkan untuk mendukung berbagai rancangan sistem. Tujuan perancangan *database* adalah untuk memenuhi kebutuhan sistem tertentu dan informasi yang mencakup sistem yang akan dibuat.

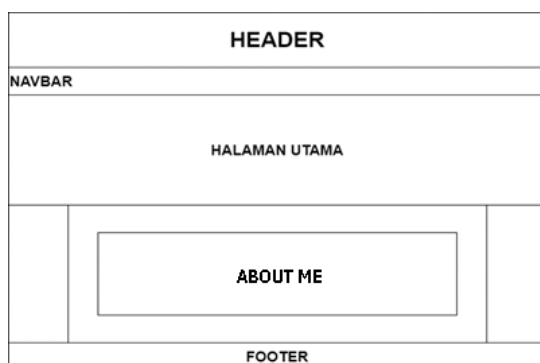
Tabel 2. Tabel Pengguna

No	Field	Type	Length/Value	Index
1	pengguna_id	int	11	Primary Key
2	pengguna_username	varchar	255	
3	pengguna_password	varchar	255	
4	pengguna_nama	varchar	255	
5	pengguna_nomor_hp	varchar	20	
6	pengguna_email	varchar	255	
7	pengguna_level	enum	'administrator', 'pemesan'	
8	pengguna_date_created	datetime		

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Desain sistem merupakan tahap penulisan kode program, pada tahap ini dilakukan penulisan kode sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya.

Proses penulisan kode dibuat menggunakan *software* Visual Studio Code dengan PHP sebagai bahasa pemrograman dan MySQL sebagai manajemen *database*, sebelum melakukan penulisan kode proses yang harus dilakukan adalah membuat perancangan fisik sistem dengan menggunakan *software* Diagrams.net. Perancangan fisik sistem bertujuan agar sistem yang dibuat terstruktur dan terintegrasi dengan baik.



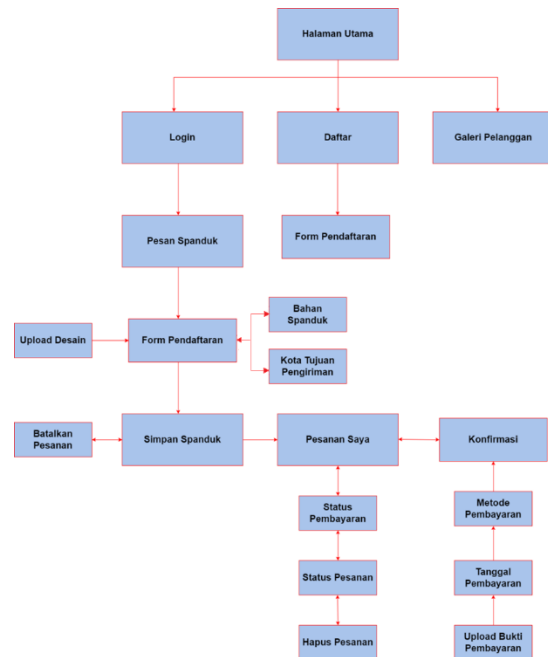
Gambar 8. Halaman Utama

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Struktur navigasi pada penelitian ini merupakan rancangan yang menggambarkan hubungan antar halaman-halaman pada *website* yang dibuat. Struktur navigasi yang

digunakan adalah struktur campuran dikarenakan web ini tidak memiliki aturan dan dibuat sesuka hati.

Dimana pemilik *website* bebas menentukan kemana *link* akan diarahkan, termasuk desain dan tata letaknya.



Gambar 9. Struktur Navigasi

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Implementasi Sistem pada sistem pemesanan *digital printing* berupa *website* yang telah dibuat sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat sebelumnya. Tahap Implementasi Sistem merupakan aktivitas penerapan sistem baru, tujuannya agar *website* yang telah dibuat siap untuk dioperasikan.

#	Nama	Jenis	Pengiriman	Atribut	Tak Terbilang	Batasan	Komentar	Ekstra	Tindakan
1	pengguna_id	int(11)	Tidak	Tidak ada				AUTO_INCREMENT	Ubah Hapus Lainnya
2	pengguna_username	varchar(255)	latin1_swedish_ci	Tidak	Tidak ada				Ubah Hapus Lainnya
3	pengguna_password	varchar(255)	latin1_swedish_ci	Tidak	Tidak ada				Ubah Hapus Lainnya
4	pengguna_nama	varchar(255)	latin1_swedish_ci	Ya	NULL				Ubah Hapus Lainnya
5	pengguna_nomor_hp	varchar(20)	latin1_swedish_ci	Ya	NULL				Ubah Hapus Lainnya
6	pengguna_email	varchar(255)	latin1_swedish_ci	Ya	NULL				Ubah Hapus Lainnya
7	pengguna_level	enum('administrator', 'pemesan')	latin1_swedish_ci	Tidak	Tidak ada				Ubah Hapus Lainnya
8	pengguna_date_created	datetime		Tidak	current_timestamp()				Ubah Hapus Lainnya

Gambar 10. Tabel Pengguna

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tampilan halaman *website* merupakan tampilan dari sistem pemesanan *digital printing* yang dibuat pada tahap penulisan kode berdasarkan rancangan sistem dan desain sistem yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 11. Halaman Utama
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Fathansyah, "Basis Data Revisi Ketiga," 2018. *Pengertian Sist. menurut para ahli*,
- [M. Z. Chan, E. V. Haryanto, and A. Saleh, 2020. "Perancangan Aplikasi Pemesanan Tiket Otobus Dengan Fitur Chat Dan Voice Call Serta Validasi Tiket Berbasis Android," *J. Mhs. Fak. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 1,
- M. S. Rosa A.S, Rosa A.S, M. S. (2016). *Model Waterfall*. 2016. Bandung:

4. KESIMPULAN

Sistem pemesanan digital printing telah dirancang dengan menggunakan metode waterfall sebagai pengembangan sistem dan UML (*Unified Modelling Language*) sebagai metode rancangan sistem. Website tersebut dirancang dengan menuliskan kode bahasa program PHP dan MySQL sebagai database sesuai dengan rancangan

Tahap desain tampilan sistem dirancang dengan menggunakan software Diagrams.net. Website yang telah dirancang sebagai sistem pemesanan digital printing telah dilakukan pengujian dengan menggunakan metode Blackbox, hasil pengujian tersebut telah berhasil sesuai harapan untuk semua scenario pengujian.

- Informatika.Model Waterfall*. 2016.
- I. Irianto, S. Sudarmin, and A. Afrisawati, 2021. "PENERAPAN METODE CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT PADA PENJUALAN TOKO BAJU AZZAHRA," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4, no. 2, , doi: 10.54314/jssr.v4i2.584.

TANTANGAN DAN STRATEGI PENGUATAN KETENAGAKERJAAN DI INDONESIA DALAM ERA DIGITALISASI

Sahidul Anam

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

syahidulanam1@gmail.com

Abstrak

Transformasi digital memberikan peluang dan tantangan bagi sektor ketenagakerjaan di Indonesia. Artikel ini membahas dinamika ketenagakerjaan dalam konteks digitalisasi, dengan menyoroti dampaknya terhadap jenis pekerjaan, keterampilan tenaga kerja, serta tantangan regulasi. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur terhadap laporan pemerintah, jurnal ilmiah, serta data dari lembaga internasional. Hasilnya menunjukkan perlunya penyesuaian kebijakan ketenagakerjaan yang adaptif, penguatan pelatihan vokasi, serta kolaborasi lintas sektor untuk meningkatkan daya saing tenaga kerja nasional. Perkembangan teknologi dan digitalisasi telah mengubah secara signifikan pola kerja dan hubungan antara pekerja dan pemberi kerja. Digitalisasi membawa dampak besar terhadap hak-hak pekerja, baik dari aspek perlindungan hukum, fleksibilitas kerja, hingga kesejahteraan sosial. Teknologi seperti platform digital, kerja jarak jauh, dan otomatisasi, memberikan peluang baru bagi pekerja, namun juga menghadirkan tantangan dalam hal perlindungan hak-hak dasar mereka. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh digitalisasi terhadap hak pekerja dari perspektif hukum ketenagakerjaan dengan pendekatan kualitatif. Penelitian ini mengeksplorasi bagaimana perubahan teknologi mempengaruhi status hukum pekerja, hak atas perlindungan kesehatan dan keselamatan kerja, hak atas upah yang adil, serta hak untuk berorganisasi. Data diperoleh melalui studi literatur, wawancara mendalam dengan para ahli hukum ketenagakerjaan, praktisi, dan pekerja yang terlibat langsung dalam sektor digital, serta analisis dokumen hukum yang relevan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai tantangan yang dihadapi pekerja di era digital dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan.

Kata kunci: transformasi digital, digitalisasi, vokasi, platform digital, otomatisasi.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan dunia kerja di era modern saat ini tidak lepas dari adanya fenomena transformasi digital yang menyebabkan terjadinya perubahan pola kerja, kontrak kerja yang fleksibel, standar kesehatan dan keselamatan dalam bekerja serta perlindungan sosial. Oleh karena itu perlu adanya penyesuaian peraturan dari sisi ketenagakerjaan yang menyesuaikan dengan era transformasi digital dalam bekerja dengan tujuan bahwa hukum ketenagakerjaan dapat memberikan perlindungan dan kesejahteraan bagi pekerja. Seiring dengan adanya kemajuan teknologi dan mempengaruhi cara kerja, tuntutan kerja, dan kondisi kerja. Maka penulis menilai perlu adanya perbaruan dalam hukum ketenagakerjaan khususnya UU Cipta Kerja yang relevan dengan perkembangan zaman ini

untuk melindungi hak-hak pekerja dan perusahaan dan memastikan terlaksananya kewajiban dengan baik oleh pekerja dan perusahaan selaku pemberi pekerjaan (Aina Putri Ayu and Nikmah Dalimunte, 2023)

Perkembangan teknologi dan digitalisasi membawa perubahan signifikan pada dunia ketenagakerjaan di Indonesia. Di satu sisi, kemajuan ini menciptakan peluang besar, seperti pekerjaan berbasis platform digital, fleksibilitas kerja, hingga efisiensi dalam pengelolaan tenaga kerja. Namun, di sisi lain, hal ini juga menimbulkan tantangan baru, terutama dalam konteks hukum ketenagakerjaan dan hubungan industrial. Salah satu isu yang mencuat adalah regulasi terkait pekerja gig economy, seperti pengemudi ojek online atau pekerja lepas di platform digital. Status hukum mereka sering

kali menjadi abu-abu, antara dianggap sebagai pekerja mandiri atau karyawan tetap. Hal ini berdampak pada hak-hak tenaga kerja, seperti jaminan sosial, asuransi, dan perlindungan kerja lainnya.

Selain itu, implementasi teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam manajemen sumber daya manusia juga membawa dinamika baru. AI dapat membantu mempermudah rekrutmen, mengelola data karyawan, hingga menganalisis produktivitas. Namun, teknologi ini juga memunculkan risiko, seperti bias algoritma yang dapat memengaruhi keputusan ketenagakerjaan, serta isu privasi data karyawan.

Di tengah tantangan tersebut, penting bagi para profesional dan praktisi ketenagakerjaan untuk memahami perkembangan hukum yang relevan. Standar internasional, seperti yang diatur oleh International Labour Organization (ILO), juga memberikan panduan bagaimana negara-negara, termasuk Indonesia, dapat menyesuaikan hukum ketenagakerjaan dengan kebutuhan modern.

Memahami dinamika ini akan membantu semua pihak, baik perusahaan, karyawan, maupun pembuat kebijakan, untuk menciptakan ekosistem kerja yang adil dan berkelanjutan. Dengan demikian, di era digitalisasi ini, hukum ketenagakerjaan tidak hanya menjadi alat pengaturan, tetapi juga pendorong inovasi dan inklusivitas di dunia kerja.

Fokus pembahasan, bagaimana beberapa fenomena yang terjadi di sektor ketenagakerjaan atau industrial dalam era modern saat ini secara umum hingga spesifik dan lebih condong untuk memberikan pandangan terkait bagaimana hukum ketenagakerjaan dan budaya bekerja di masa lampau dan di era digital saat ini sampai kepada pembahasan mengenai kekosongan atau celah hukum yang dihadapi saat ini dalam sektor ketenagakerjaan di zaman modern. Saat ini kita dihadapkan oleh adanya fenomena yaitu WFH (*work from home*) atau WFA (*work from anywhere*) dan fenomena *Gig Economy* yang berkembang sangat pesat dan dirasa perlu untuk menjadi atensi khusus oleh semua *stakeholders* khususnya dari sisi pemerintah dan perusahaan pemberi pekerjaan. Hal ini dinilai karena beberapa instrumen hukum ketenagakerjaan baik dari UU No. 13 Tahun 2003 dan UU No. 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja kurang maksimal dan bahkan tidak

mengakomodir keseluruhan dari hak-hak yang seharusnya di dapat oleh para pekerja di era modern ini. Hal ini perlu dijadikan evaluasi agar Hukum Ketenagakerjaan khususnya di Indonesia ini mampu menjadi payung hukum yang utuh dalam memastikan terpenuhinya aspek hak dan kewajiban pekerja di era modern serta meningkatkan kesejahteraan sumber daya manusia yang ada di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini bersifat yuridis normatif yaitu penelitian yang bersifat dogmatik atau penelitian legistis dalam kepustakaan Anglo America disebut sebagai *legal research* yang merupakan penelitian internal dalam disiplin ilmu hukum. Metode penelitian ini merupakan penelitian hukum yang mengkaji norma hukum positif sebagai obyek kajiannya. Dalam penelitian hukum telah terlembaga dan ditulis dalam bentuk norma, asas dan lembaga hukum yang ada. Jenis penelitian hukum ini mengkaji, memelihara, dan mengembangkan hukum positif dengan bangunan logika (E. Saefullah Wiradipradja, 2015)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hukum Ketenagakerjaan di Masa Lampau dan di Era Modern

Hukum Ketenagakerjaan di era digital memiliki beberapa aspek yang seharusnya mengatur kewajiban dan melindungi hak pekerja maupun pemberi pekerjaan sesuai dengan tujuan dari UU Ketenagakerjaan secara umumnya. Jika kita melihat pada UU No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan maka tujuan UU Ketenagakerjaan salah satunya hadir untuk menjamin hak-hal dasar pekerja/buruh dan menjamin kesamaan kesempatan serta perlakuan tanpa diskriminasi atas dasar apapun untuk mewujudkan kesejahteraan pekerja/buruh dan keluarganya dengan tetap memperhatikan perkembangan kemajuan dunia usaha. Namun apa yang tercantum dalam UU No. 13 Tahun 2003 sudah mengalami perubahan drastis, jika kita mengacu pada UU No. 6 Tahun 2023 dalam konsiderans menimbang dalam huruf (g) menjelaskan bahwa dinamika global yang disebabkan terjadinya kenaikan harga energi dan harga pangan iklim (*climate change*), dan terganggunya rantai pasokan (*supply chain*)

telah menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan ekonomi dunia dan terjadinya kenaikan inflasi yang akan berdampak secara signifikan kepada perekonomian nasional yang harus direspons dengan standar bauran kebijakan untuk peningkatan daya saing dan daya Tarik nasional bagi investasi melalui transformasi ekonomi yang dimuat dalam UU Cipta Kerja. Hal ini menandakan adanya perubahan drastis dan transformasi Hukum Ketenagakerjaan secara besar-besaran di era digital ini. Maka dalam menghadapi tantangan global ini Hukum Ketenagakerjaan perlu mencakupi segala macam aspek di sektor ketenagakerjaan dalam era modern ini Berdasarkan penjelasan berikut maka kita dapat menilai adanya pergeseran tujuan UU Ketenagakerjaan yang kuat dan signifikan. Maka tentunya ada beberapa perubahan terkait hak dan kewajiban dalam Hukum Ketenagakerjaan di masa lampau dan di era modern ini. Perbedaan terkait Hak dan Kewajiban Hukum Ketenagakerjaan ini tentunya tidak lepas dari budaya kerja yang ada dari era sebelum adanya transformasi digital sampai era modern saat ini yang dimana semua pekerjaan tidak lepas dari digitalisasi

Budaya Kerja Sebelum Era Digital

Budaya kerja jika kita melihat sebelum masuknya era digital maka dapat disimpulkan para pekerja harus berada di kantor, pada saat itu pekerja tidak mengenal pekerjaan yang bersifat jarak jauh seperti yang dikenal saat ini sebagai WFA (*Work From Anywhere*) atau WFH (*Work From Home*) yang didefinisikan dengan berbagai istilah lain seperti *teleworking*, *telecommuting* dan lain-lain (Muhammad Faisal Shabri, 2022)

Pekerjaan yang dilakukan dari jarak jauh dulunya dikenal bersifat sebagai *business trip* atau perjalanan dinas yang didefinisikan sebagai perjalanan yang dilakukan oleh seorang karyawan atau pegawai suatu lembaga perusahaan yang berkaitan dengan tugas pekerjaan kedinasan (Imas Widowati and Dedi Purwanto, 2019)

Dalam jam operasional perusahaan pun jam kerja sebelum era modern saat ini hanya terfokus pada pukul 9 pagi sampai pukul 5 sore, kini perusahaan dapat beroperasi 24 jam dan memiliki fitur absensi secara *online* melalui *website* ataupun aplikasi. Dokumen pada saat itu hanya bersifat diketik, dicetak dan

digabungkan dengan tulisan tangan baik dalam bentuk surat atau laporan semuanya tersimpan dalam bentuk kertas dan disimpan secara fisik. Saat ini di era modern semua pengarsipan dan pencariannya hanya ada di dalam ujung jari dan penyimpanan pun dapat dilakukan dalam bentuk *drive* atau *cloud storage*. Begitupun pada budaya komunikasi dalam budaya kerja di masa lampau pekerja harus berada di mejanya untuk dapat dihubungi melalui telepon, saat ini pekerja bisa dihubungi dimanapun dan di waktu kapanpun. Ini tentunya merupakan kejadian yang sangat lumrah di dunia kerja modern. Dengan berbagai perkembangan zaman maka perlu adanya perubahan peraturan yang menyesuaikan dan memastikan hak dan kewajiban pekerja dan perusahaan yang menyediakan lapangan pekerjaan.

Sejatinya apapun era yang dihadapi saat ini Hukum Ketenagakerjaan memiliki tujuan yaitu memperdayakan dan pendayagunaan tenaga kerja secara optimal dan manusiawi, mewujudkan pemerataan kesempatan kerja dan penyediaan tenaga kerja dan keluarganya.⁵ Walau demikian Hukum Ketenagakerjaan tetap harus bersifat dinamis dan menyesuaikan dengan perkembangan zaman agar tetap bisa menjamin hak dan kewajiban pekerja dan perusahaan agar terciptanya ekosistem ketenagakerjaan yang sehat, adil, dan merata.

Budaya Kerja di Era Digital

Budaya bekerja di era digital saat ini dirasakan sebagai sesuatu yang sangat umum dan semua pekerja dari semua tingkatan usia baik usia produktif atau tidak produktif harus bisa menyesuaikan dan menguasai teknologi yang memudahkan untuk berkomunikasi dan bekerja. Budaya kerja di era digital lebih kompleks dan cukup variatif, saat ini jika kita melihat pemaknaan kantor mulai bergeser dari yang sebelumnya berupa kantor fisik atau tempat di mana para pekerja dari suatu perusahaan untuk bekerja Bersama, kini seiring dengan berjalannya waktu berubah menjadi kantor virtual di mana pengaturan operasional dan fungsional menjadi lebih fleksibel dapat dikendalikan dengan menggunakan berbagai alat teknologi seperti PC, Laptop, Handphone, dan alat-alat teknologi lainnya yang semuanya terkoneksi ke internet. Selain *virtual office* ada salah satu budaya kerja di era digital yang sangat terlihat yaitu fleksibilitas jam kerja dan pekerjaan yang dapat dilakukan dimanapun.

Hal tersebut diistilahkan sebagai *Work From Home* atau *Work From Anywhere* (Nadya Safirasari Setiawan and Achmad Room Fitrianto, 2021)

Fenomena *Work From Home* atau *Work From Anywhere* ini dapat dilihat dengan menjamumnya tempat seperti *Coworking Space* atau *Coffee Shop* yang dimanfaatkan sebagai tempat untuk bekerja khususnya para pekerja yang ada dalam rentan usia milenial atau Gen-Z. Seringkali dengan adanya fleksibilitas bekerja ini ketentuan dan peraturan terkait jam kerja menjadi rancu dan tidak memiliki kejelasan, fleksibilitas kerja dinilai memiliki dampak negatif dengan memberikan beban kerja diluar jam kerja dan tidak memiliki waktu istirahat. Para pekerja juga masih diberikan pekerjaan yang sifatnya insidental dengan *deadline* yang singkat diluar jam kerja karena dianggap dapat melakukan pekerjaan sesuai dari manapun. Maka dengan adanya fleksibilitas pola kerja ini penulis merasa perlu adanya kesesuaian peraturan di dalam Hukum Ketenagakerjaan yang berlaku di Indonesia yang tidak hanya sebatas membahas terkait investasi dan perjanjian kerja saja dan hal-hal dalam ruang lingkup umum saja, namun juga perlu untuk memberikan suatu peraturan yang menjadi acuan dari perusahaan-perusahaan sebagai pemberi kerja untuk menjamin hak dan kewajiban para pekerja di zaman modern ini.

Penyesuaian Hukum Ketenagakerjaan di Era Modern

Jika kita mengacu pada Pasal 77 UU No. 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja selaku instrumen hukum ketenagakerjaan di era modern ini maka terkait jam kerja dikembalikan kepada perusahaan dan diatur dalam perjanjian kerja, peraturan perusahaan, atau perjanjian kerja bersama. Peraturan mengenai pembatasan jam kerja tidak berlaku bagi jenis perusahaan tertentu jika mengacu pada Pasal 21 ayat (3) PP No.35 Tahun 2021 yang mengatur mengenai perjanjian kerja waktu tertentu, alih daya, waktu kerja, waktu istirahat dan pemutusan hubungan kerja, maka jenis pekerjaan yang bergerak di bidang pelayanan jasa kesehatan, transportasi, pelayanan perbaikan alat transportasi, bidang usaha pariwisata, telekomunikasi, penyediaan sumber daya alam, perbelanjaan, media massa, pengamanan, lembaga konservasi, dan jenis-

jenis pekerjaan yang jika dihentikan akan mengganggu proses produksi, merusak bahan, dan juga pemeliharaan/perbaikan alat produksi.

Seringkali beberapa perusahaan yang berada diluar jenis yang sudah disebutkan masih membebani pekerja dengan beban kerja yang harus dilakukan di luar jam kerja. Maka perlu adanya pembaharuan Hukum Ketenagakerjaan untuk memberikan peraturan-peraturan yang lebih spesifik terkait pemberian jam kerja, pelatihan kerja, dan tunjangan atau penjaminan hak dari para pekerja di era modern yang jenisnya lebih variatif seperti pekerja *freelance* atau *gig economy*.

Pembaharuan peraturan tersebut dapat meliputi seperti adanya *Right to Disconnect* yaitu hak pekerja untuk tidak melakukan pekerjaan di luar jam kerja, hak untuk tidak menanggung akibat negatif karena melakukannya, dan kewajiban pihak lain untuk menghormati hak ini.

Indonesia dapat melihat negara-negara lain yang menyejahterakan pekerjaannya dengan menerapkan peraturan ini di bidang ketenagakerjaan yaitu Prancis, Italia, Amerika Serikat, Spanyol, Belgia, Irlandia, Portugal, Kanada, dan Jerman. Jika kita melihat salah satu contoh negara yang sudah disebutkan yaitu Italia dan Amerika Serikat, pada tahun 2017, Italia memberlakukan undang-undang yang mewajibkan pemberi kerja untuk menjelaskan kebutuhan pekerja agar tetap responsif di luar jam kerja normal. Demikian pula, badan legislatif Filipina telah mengusulkan undang-undang yang memberikan hak bagi pekerja untuk memutuskan hubungan komunikasi setelah jam kerja berakhir. Bahkan, badan legislatif Kota New York telah memperkenalkan undang-undang yang memberikan hak kepada karyawan untuk menghentikan komunikasi kerja di luar jam kerja. Meskipun New York dikenal sebagai "kota yang tidak pernah tidur", undang-undang yang diusulkan akan melarang pemberi kerja dengan lebih dari sepuluh karyawan untuk meminta karyawan mereka menanggapi panggilan atau email di luar jam kerja normal, kecuali dalam keadaan darurat. Pemberi kerja yang melanggar aturan ini dapat dikenakan denda hingga \$250 karena mengharuskan karyawan menjawab email setelah jam kerja, dan denda yang lebih tinggi

jika menghukum karyawan yang menolak melakukannya.

Walaupun *Right to Disconnect* dirasa bermanfaat untuk pekerja khususnya di era modern ini, namun hal ini bisa memiliki konsekuensi besar terhadap perusahaan karena dikhawatirkan dengan adanya hak ini pekerja menggunakannya dengan buruk maka perlu adanya indikator atau pengawasan yang kuat dan lebih selektif dalam menerapkan hak ini. Dalam era modern ini kita melihat adanya fenomena *Gig Economy* yang berkembang pesat, definisi dari *Gig Economy* sendiri adalah suatu pekerjaan atau kegiatan yang didasarkan permintaan (*on-demand*) hal ini tentunya mengubah konsep sumber daya manusia yang biasanya berfokus pada hubungan kerja standar antara karyawan dengan majikan.

UU Cipta Kerja selaku instrumen hukum yang digunakan pemerintah dalam sektor ketenagakerjaan dirasa perlu untuk memberikan payung hukum terkait pekerja *Gig Economy* karena perkembangannya yang dinilai sangat pesat. *Gig Economy* sendiri dikategorikan sebagai hubungan kemitraan antara suatu individu atau kelompok dengan perusahaan. Jika dilihat dari perspektif ketenagakerjaan, ada perbedaan yang membedakan antara pekerja *Gig Economy* dengan sebagai partner atau mitra, pihak pekerja tidak memiliki hubungan kerja yang dengan perusahaan melainkan hanya sebatas hubungan kemitraan saja. Hal ini mengakibatkan para pekerja tidak mendapatkan hak-hak dan perlindungan hukum selayaknya karyawan dari perusahaan tersebut. Pemerintah dirasa perlu mengisi kekosongan hukum terkait hubungan kemitraan ini, hubungan kemitraan hanya dinilai sebagai rekanan bisnis jika mengacu pada UU No. 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil dan Menengah namun memiliki perbedaan makna jika kita melihat dengan fenomena kemitraan yang ada pada konteks era modern ini.

Adanya kekosongan aturan terkait hubungan kemitraan ini mengakibatkan penggunaan jasa *Gig Economy* tanpa batasan tertentu yang berakibat adanya imbas dalam hal kesejahteraan pekerja karena pekerja *Gig Economy* yang dirasa diberikan beban kerja yang melebihi pekerja pada umumnya karena

kebutuhan yang tinggi, fenomena ini dapat kita lihat dalam beberapa jenis pekerjaan seperti transportasi online atau kurir yang bekerja di atas 12 jam dalam sehari (Nabiyla Risfa Izzati, 2023)

Perubahan dalam Dunia Kerja di Era Digital

Salah satu dampak terbesar dari transformasi digital adalah pergeseran besar dalam jenis pekerjaan yang ada. Pekerjaan yang tadinya mengharuskan kehadiran fisik, seperti di pabrik atau kantor, kini banyak yang beralih ke model pekerjaan jarak jauh. Selain itu, munculnya **gig economy** telah menciptakan jenis pekerjaan baru yang tidak terikat oleh kontrak kerja tradisional.

Dalam *gig economy*, pekerja tidak terikat dengan satu pemberi kerja dalam jangka panjang. Mereka bekerja berdasarkan proyek atau kontrak sementara, dengan fleksibilitas waktu dan tempat. Pekerjaan semacam ini banyak ditemukan dalam platform berbasis aplikasi seperti layanan ride-sharing, pengantaran makanan, atau platform freelancing.

Namun, meskipun memberikan kebebasan dan fleksibilitas, model kerja ini juga menghadirkan tantangan dalam hal perlindungan hukum bagi pekerja. Masalah seperti status pekerja, jaminan sosial, dan upah yang layak menjadi perhatian utama.

Tantangan Hukum Ketenagakerjaan dalam Era Digital

1. **Status Pekerja dalam Gig Economy**
Salah satu tantangan terbesar dalam hukum ketenagakerjaan era digital adalah penentuan status pekerja. Dalam dunia *gig economy*, banyak pekerja yang tidak memiliki status karyawan tetap, melainkan dianggap sebagai kontraktor independen. Hal ini menyebabkan mereka seringkali tidak mendapatkan hak-hak seperti asuransi kesehatan, tunjangan pensiun, atau perlindungan dari pemutusan hubungan kerja (PHK) yang berlaku bagi pekerja tetap.
2. **Pengaturan Jam Kerja dan Upah**
Pekerjaan jarak jauh memberikan fleksibilitas dalam jam kerja, tetapi hal

ini juga mempersulit pengaturan jam kerja yang jelas. Bagi pekerja remote, sulit untuk mengawasi jam kerja yang telah disepakati atau memastikan apakah upah yang diterima sesuai dengan jumlah jam kerja yang dilakukan. Pengaturan terkait hak pekerja atas upah yang adil, lembur, dan istirahat menjadi isu penting yang perlu diatur dalam hukum ketenagakerjaan.

3. Perlindungan Data Pribadi Pekerja

Dalam dunia digital, data pribadi menjadi salah satu aset yang sangat berharga. Pekerja yang bekerja jarak jauh atau sebagai pekerja gig sering kali harus berbagi data pribadi dengan platform yang mereka gunakan. Tanpa regulasi yang jelas, data pribadi mereka dapat disalahgunakan atau diakses tanpa izin. Oleh karena itu, perlindungan data pribadi menjadi isu utama yang harus dihadapi dalam konteks hukum ketenagakerjaan era digital.

4. Akses ke Jaminan Sosial dan Kesehatan

Banyak pekerja dalam gig economy atau pekerja lepas yang tidak memiliki akses ke jaminan sosial atau kesehatan yang memadai. Hal ini dikarenakan mereka tidak dianggap sebagai pekerja tetap dan, akibatnya, tidak terdaftar dalam program jaminan sosial yang disediakan oleh negara atau perusahaan. Ini menciptakan kesenjangan dalam perlindungan sosial antara pekerja tetap dan pekerja non-tetap.

Perlunya Pembaruan Regulasi Ketenagakerjaan

Dengan munculnya tren kerja baru ini, hukum ketenagakerjaan di banyak negara perlu diperbarui agar lebih responsif terhadap perubahan yang terjadi. Beberapa langkah yang perlu dipertimbangkan untuk menghadapi tantangan hukum ketenagakerjaan di era digital antara lain:

1. Penyusunan Ulang Status Pekerja
Regulasi yang lebih jelas mengenai

status pekerja dalam gig economy sangat diperlukan. Pekerja gig seharusnya mendapatkan hak-hak dasar yang setara dengan pekerja tetap, seperti jaminan sosial, asuransi kesehatan, dan perlindungan dari diskriminasi. Hal ini akan membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih adil dan transparan.

2. Pemberian Hak Cuti dan Kesejahteraan

Pekerja jarak jauh atau pekerja gig sering kali kehilangan hak untuk mendapatkan cuti tahunan, cuti sakit, atau jaminan kesehatan. Negara dan perusahaan perlu membuat kebijakan yang memberikan hak-hak tersebut kepada pekerja, terlepas dari status pekerjaan mereka.

3. Pengawasan terhadap Platform Digital

Negara perlu meningkatkan pengawasan terhadap platform digital yang menyediakan pekerjaan gig, untuk memastikan bahwa mereka memenuhi kewajiban hukum terkait dengan upah yang adil, keamanan data pribadi, dan hak-hak pekerja lainnya. Ini juga termasuk memastikan bahwa pekerja mendapat kompensasi yang setara dengan pekerjaan yang dilakukan.

4. Perlindungan Data dan Privasi Pekerja

Dengan meningkatnya penggunaan teknologi dalam dunia kerja, perusahaan dan platform digital harus lebih ketat dalam menjaga privasi dan data pribadi pekerja. Negara juga perlu memperkenalkan undang-undang yang mengatur perlindungan data pribadi, baik untuk pekerja maupun pengguna platform digital.

4. KESIMPULAN

Hukum Ketenagakerjaan di era modern ini memiliki berbagai hal yang cukup kompleks terkait pemberian hak dan kewajiban, pemerintah selaku pemangku kebijakan dinilai cukup berperan besar dalam memastikan

terlaksananya hak dan kewajiban baik bagi pekerja dan perusahaan dengan cara memperbarui peraturan perundang-undangan yang berlaku dalam sektor ketenagakerjaan. Hal tersebut bertujuan untuk memastikan kesejahteraan dan hak-hak pekerja yang dinilai kurang terakomodir di era revolusi industri modern yang berkembang sangat pesat ini. Penulis menilai UU Cipta Kerja perlu diperbarui sebagai bentuk peran pemerintah dalam memberikan perlindungan hak dan memastikan kewajiban baik bagi para pelaku usaha dan pekerja. Hukum Ketenagakerjaan perlu bergerak secara dinamis dan dinilai mampu untuk memastikan adanya kesejahteraan bagi sumber daya manusia dalam segala lapisan elemen masyarakat di dunia kerja.

Era digital telah membawa perubahan besar dalam dunia ketenagakerjaan. Hukum ketenagakerjaan perlu beradaptasi dengan realitas baru ini untuk memastikan bahwa hak-hak pekerja tetap terlindungi, baik dalam pekerjaan jarak jauh, gig economy, maupun dalam menghadapi tantangan dari perkembangan teknologi lainnya. Pembaruan regulasi yang responsif dan inklusif adalah kunci untuk menciptakan lingkungan kerja yang adil dan aman di era digital ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aina Putri Ayu and Nikmah Dalimunthe, (2023): "Pengaruh Perubahan Teknologi Terhadap Regulasi Hukum Ketenagakerjaan," *Innovative: Journal Of Social Science Research* 3, no.2 5785–96.
- E Saefullah Wiradipradja, 2015. "Penuntun Praktis Metode Penelitian Dan Penulisan Karya Ilmiah Hukum," *Bandung: Kemi Media*, , 1–17.
- Imas Widowati and Dedi Purwanto, 2019. "Analisa Proses Administrasi Perjalanan Dinas," *Analisa Proses Administrasi Perjalanan Dinas Karyawan Pt. Xyz Menggunakan Metode Why-Why Analysis* , 1–5
- Muhammad Faisal Shabri, Diah Priharsari, and Fajar Pradana, (2022): "Analisis Peran Pengalaman Kerja Dan Linearitas Background Pendidikan Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Work from Anywhere," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 6, no. 11 5196–5205.
- Nabiyla Risfa Izzati, September 2023. "Disebut 'Mitra' Tapi Tak Ada Payung Hukumnya: Pekerja 'Gig Economy' Tidak Terproteksi," *The Conversation*,
- Nadya Safirasari Setiawan and Achmad Room Fitrianto, (2021): "Pengaruh Work From Home (WFH) Terhadap Kinerja Karyawan Pada Masa Pandemi COVID-19," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan* 3, no. 5 3229–42.

PENGEMBANGAN PURWARUPA SISTEM *SMART FARMING* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* UNTUK Mendukung PERTANIAN HORTIKULTURA (STUDI KASUS: DESA PITURUH)

Faizal Riza

Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,

faizalriza@itbu.ac.id

Abstrak

Efisiensi operasional dan peningkatan produktivitas merupakan aspek krusial dalam sektor pertanian. Namun, hingga saat ini sebagian besar petani masih melakukan proses penyiraman dan pemantauan kondisi lahan secara manual. Integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) ke dalam praktik pertanian diharapkan dapat meningkatkan efektivitas kerja dan hasil panen secara signifikan. Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatisasi penyiraman dan monitoring berbasis *smart farming* serta mengevaluasi hasil pengujian sistem yang dikembangkan. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif melalui observasi dan studi kasus. Hasil dari pendekatan ini diwujudkan dalam bentuk purwarupa sistem *smart farming*. Perangkat keras yang digunakan meliputi mikrokontroler ESP8266, sensor kelembapan tanah (*Soil Moisture*), sensor suhu dan kelembapan (DHT11), sensor suhu tanah (DS18B20), relay satu kanal, pompa air mini submersible, serta modul LCD I2C 16x2 sebagai tampilan lokal. Sistem ini terhubung ke platform monitoring berbasis web yang dikembangkan menggunakan framework Laravel versi 11. Hasil analisis dan pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor berfungsi secara stabil, sistem penyiraman otomatis berjalan sesuai logika kontrol yang ditentukan, dan data sensor dapat ditampilkan secara real-time melalui antarmuka web..

Kata Kunci : Internet of Things (IoT), Laravel, monitoring pertanian, otomasi penyiraman, *smart farming*.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia, yakni mencapai 278 juta jiwa pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik [BPS], 2023). Pertumbuhan populasi yang pesat secara langsung berdampak pada meningkatnya kebutuhan pangan nasional. Dalam konteks ini, sektor pertanian, khususnya subsektor hortikultura, memiliki peran strategis dalam menjamin ketahanan pangan nasional dan mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan pangan yang dapat memperburuk neraca perdagangan serta kondisi ekonomi negara secara umum.

Istilah "hortikultura" pertama kali digunakan pada awal tahun 1600-an, berasal dari bahasa Latin: *hortus* yang berarti taman, dan *cultura* yang berarti budidaya. Secara umum, hortikultura merujuk pada praktik budidaya tanaman kebun seperti sayuran, buah-buahan, tanaman hias, dan tanaman obat (Apriyani, M. E., Prasetyo, A., & Aldila, N., 2022).

Desa Pituruh, yang terletak di Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah, merupakan

contoh wilayah agraris di mana sebagian besar penduduknya menggantungkan hidup dari sektor pertanian. Namun, praktik pertanian di desa ini masih didominasi oleh metode konvensional yang minim teknologi. Ketergantungan pada proses manual menyebabkan efisiensi produksi menjadi rendah dan hasil panen kurang optimal. Kondisi ini mencerminkan tantangan yang lebih luas di sektor pertanian nasional, yakni rendahnya adopsi teknologi modern oleh petani kecil (Ambarwari, A., Widyawati, D. K., & Wahyudi, A., 2021).

Penerapan teknologi pertanian berbasis Internet of Things (IoT) atau yang dikenal dengan konsep *smart farming* menjadi salah satu solusi inovatif dalam menjawab tantangan tersebut. Teknologi ini memungkinkan integrasi berbagai sensor untuk memantau parameter penting pertanian seperti kelembapan tanah, pH tanah, dan kualitas udara secara real-time. Melalui sistem otomasi seperti penyiraman otomatis dan pemantauan berbasis web, petani dapat melakukan pengambilan keputusan yang

lebih tepat, efisien, dan berbasis data (Gubbi et al., 2023).

Meskipun berbagai sistem smart farming telah dikembangkan di pasar, masih terdapat berbagai kendala yang menghambat implementasinya secara luas. Beberapa di antaranya adalah keterbatasan dalam pemilihan sensor yang sesuai, kurangnya metode pengumpulan data yang efisien, serta desain antarmuka platform web yang tidak ramah pengguna, khususnya bagi petani di pedesaan (Amane, A. P. O., Sos, S., Febriana, R. W., Kom, S., Kom, M., Artiyasa, I. M., ... & Hut, S., 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji purwarupa sistem smart farming berbasis IoT yang mampu menjawab tantangan-tantangan tersebut. Fokus utama dari penelitian ini meliputi pemilihan sensor yang tepat, metode pengolahan dan transmisi data, serta pengembangan antarmuka web yang sederhana dan mudah diakses oleh pengguna. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan efisiensi dan produktivitas pertanian di Indonesia, serta mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih baik bagi para petani (Thoriq, A., Pratopo, L. H., Sampurno, R. M., & Shafiyullah, S. H., 2022).

2. METODOLOGI

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bersifat kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Objek penelitian difokuskan pada pengembangan prototipe smart farming hortikultura berbasis IoT di Desa Pituruh, Jawa Tengah. Pendekatan studi kasus tunggal dipilih untuk menguji prototipe secara mendalam pada lingkungan riil (lahan pertanian hortikultura di lokasi tersebut). Dengan metode ini, peneliti merancang dan menguji suatu sistem secara langsung di lapangan untuk memahami efektivitasnya dalam konteks spesifik tersebut. Seluruh proses dilakukan secara sistematis sesuai kaidah metode ilmiah agar hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan validitasnya.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi lapangan langsung dan studi literatur. Pada tahap observasi, peneliti terjun ke lokasi pertanian hortikultura di Desa Pituruh untuk mengamati kondisi nyata di lapangan. Observasi dilakukan terhadap tanaman hortikultura (khususnya tanaman cabai sebagai objek utama) dan lingkungan pertaniannya, termasuk cara petani melakukan monitoring lahan serta kebutuhan akan otomatisasi penyiraman. Data primer dikumpulkan dari hasil pengamatan ini, seperti mengukur atau mencatat parameter lingkungan (suhu udara, kelembapan tanah) dan mencermati kendala yang dihadapi petani. Selanjutnya, studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan data sekunder dari sumber-sumber tertulis yang kredibel. Peneliti menelaah jurnal ilmiah, buku, dan laporan instansi terkait untuk mendukung perancangan sistem. Salah satu sumber data penting adalah situs web BPS (Badan Pusat Statistik) setempat, yang menyediakan informasi jenis dan produksi tanaman hortikultura di Desa Pituruh. Melalui studi literatur ini, peneliti memperoleh wawasan tentang teknologi smart farming terkini, kebutuhan ideal tanaman (misalnya rentang suhu dan kelembapan optimal), serta menentukan tanaman fokus (diketahui bahwa cabai merupakan komoditas hortikultura utama di desa tersebut). Kombinasi observasi dan studi literatur memastikan bahwa perancangan sistem didasarkan pada data lapangan aktual serta teori/temuan penelitian relevan sebelumnya.

Metode Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis dengan metode analisis kualitatif. Setelah seluruh data primer dan sekunder diperoleh, peneliti melakukan interpretasi dan penarikan makna secara sistematis terhadap data tersebut. Analisis kualitatif dimulai dengan menelaah hasil observasi lapangan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan permasalahan utama yang harus diatasi oleh sistem smart farming. Parameter-parameter kunci seperti kelembapan tanah, suhu, dan waktu penyiraman dianalisis guna merumuskan spesifikasi fungsional sistem (misalnya, menentukan ambang batas sensor kelembapan untuk pemicu penyiraman otomatis). Selanjutnya, data sekunder dari studi literatur dianalisis untuk melengkapi

pemahaman konteks. Informasi tentang jenis tanaman yang dominan (cabai) dan praktik pertanian setempat digunakan sebagai dasar memilih skenario pengujian prototipe. Peneliti tidak menggunakan teknik statistik inferensial, melainkan melakukan penalaran logis dari temuan kualitatif untuk menyimpulkan apakah rancangan sistem dapat menjawab permasalahan. Hasil analisis data inilah yang kemudian menjadi landasan dalam tahap desain sistem dan eksperimen pengujian prototipe. Ketepatan dan kedalaman analisis data dijaga agar kesimpulan penelitian valid dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian tahapan terstruktur sesuai kerangka pemikiran ilmiah yang dirancang sebelumnya. Secara umum, alur atau langkah-langkah penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap awal berupa pengumpulan informasi dan teori dari berbagai referensi (jurnal, buku, laporan) yang relevan dengan topik smart farming dan pertanian hortikultura. Tahap ini bertujuan membangun landasan teori, memahami masalah secara mendalam, serta memetakan solusi yang telah ada sehingga membantu perumusan penelitian.

2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan studi literatur dan observasi awal, peneliti merumuskan pokok-pokok permasalahan yang akan dipecahkan. Pada konteks penelitian ini, masalah yang diidentifikasi antara lain: sulitnya memonitor kondisi lahan (kelembaban tanah, pH tanah, kualitas udara) secara kontinu, serta kebutuhan akan otomatisasi penyiraman tanaman agar operasional lebih efisien. Identifikasi masalah yang jelas mencegah penelitian menyimpang dari tujuan.

3. Perumusan Data

Peneliti menentukan data apa saja yang dibutuhkan untuk menjawab masalah penelitian. Pada tahap ini ditetapkan pengumpulan data primer (melalui observasi langsung di lapangan, seperti mencatat kondisi lingkungan dan praktik pertanian) dan data sekunder (melalui

literatur, misalnya data jenis tanaman hortikultura unggulan di lokasi studi dan parameter lingkungan ideal). Perumusan data memastikan peneliti mengumpulkan informasi yang tepat dan relevan dengan masalah.

4. Pengolahan dan Analisis Data.

Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis (sebagaimana dijelaskan pada bagian sebelumnya). Data primer dari lapangan digabungkan dengan data sekunder dari literatur untuk mendapatkan insight komprehensif. Tahap ini menghasilkan pemahaman mendalam terhadap kebutuhan sistem serta konteks lingkungan pertanian yang akan menjadi tempat implementasi prototipe.

5. Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil analisis, dilakukan perancangan prototipe sistem smart farming. Peneliti menyusun desain sistem mencakup identifikasi kebutuhan perangkat keras (sensor, mikrokontroler, aktuator) dan perangkat lunak, perancangan arsitektur sistem, serta perencanaan mekanisme kerja (misalnya, bagaimana sensor membaca data dan memicu aktuator pompa). Diagram alir (flowchart) sistem dan rancangan skematik perangkat disusun pada tahap ini sebagai blueprint pembangunan prototipe.

6. Implementasi dan Pengujian

Setelah desain matang, dilakukan pembangunan purwarupa (prototype) sistem sesuai rancangan. Komponen-komponen hardware dirakit dan diintegrasikan dengan software. Prototipe yang telah dibangun kemudian diuji fungsinya di lapangan. Pengujian bertujuan mengevaluasi apakah sistem bekerja sesuai harapan: sensor dapat membaca parameter lingkungan dengan akurat, data berhasil dikirim ke platform web, dan mekanisme penyiraman otomatis berfungsi pada kondisi yang ditentukan. Jika ditemukan kendala atau hasil belum memenuhi kriteria, dilakukan penyesuaian atau perbaikan terhadap prototipe.

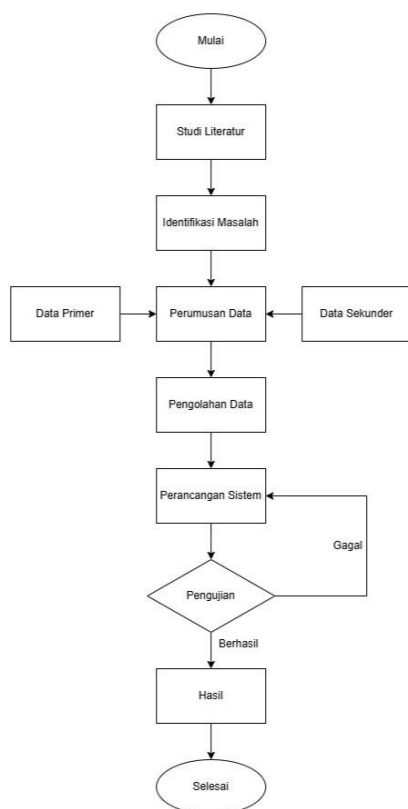
7. Hasil (Output) dan Evaluasi

Tahap akhir, peneliti mengevaluasi keluaran dari sistem yang telah diuji. Hasil akhir berupa sebuah prototipe

smart farming yang siap digunakan, beserta data kinerja dan temuan selama pengujian. Evaluasi dilakukan dengan

membandingkan hasil pengujian terhadap tujuan penelitian. Apabila prototipe telah berfungsi sesuai kriteria (misal mampu memonitor dan menyiram otomatis dengan andal), maka penelitian dinyatakan berhasil mencapai tujuan. Temuan penting dan implikasi hasil juga dicatat sebagai bahan pembahasan lanjutan.

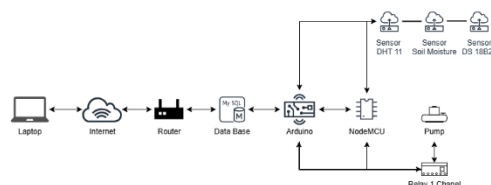
Alur penelitian divisualisasikan pada gambar 1. Setiap tahapan berkesinambungan secara sistematis, memastikan penelitian berjalan terstruktur dari perencanaan hingga memperoleh hasil yang diinginkan.



Gambar 2. Kerangka Penelitian
Sumber : Data olahan penelitian

Metode pengembangan sistem yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan model prototyping. Model prototyping dipilih agar peneliti dapat membangun dan mengevaluasi prototype sistem secara iteratif sebelum menghasilkan versi final. Prototipe smart farming ditunjukkan pada gambar 2.

Penelitian dilaksanakan dalam kurun waktu April - Juli 2025. Kegiatan penelitian terbagi dalam beberapa tahap sesuai alur yang telah dijelaskan, mulai dari studi literatur, pengumpulan data lapangan, perancangan dan pembangunan prototipe, hingga pengujian serta evaluasi hasil. Setiap tahap direncanakan dengan jadwal terperinci untuk memastikan penelitian selesai tepat waktu. Adapun lokasi penelitian ini berada di Desa Pituruh, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah, khususnya pada lahan pertanian hortikultura milik warga setempat yang menjadi studi kasus. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada relevansi kasus (banyaknya budidaya cabai dan tanaman hortikultura lain di desa tersebut) serta dukungan akses untuk melakukan observasi dan uji coba alat di lapangan. Selama periode penelitian April–Juli 2025, peneliti beberapa kali melakukan kunjungan lapang ke Desa Pituruh untuk pengambilan data dan implementasi prototipe *smart farming*. Dengan demikian, konteks waktu dan lokasi ini memastikan bahwa penelitian dilakukan dalam kondisi musim dan lingkungan yang nyata, sehingga hasil pengujian prototipe mencerminkan situasi



Gambar 1. Protipe Sistem Smart Farming

sesungguhnya di lapangan.

Sumber : Data olahan penelitian

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sensor menunjukkan bahwa prototipe sistem smart farming dapat memantau kondisi lingkungan tanaman secara real-time dengan akurat. Penelitian mencatat nilai kelembaban tanah (soil moisture) pada pagi hari sekitar pukul 07.00 – 07.45 WIB berada dalam rentang 77–84%, sedangkan suhu tanah (sensor DS18B20) berkisar 27,45–27,75°C dan kelembaban udara (sensor DHT11) sekitar 66–69%. Nilai-nilai ini mencerminkan kondisi lahan yang cukup lembab di pagi hari dengan suhu yang relatif stabil. Kelembaban tanah sebesar ~80% menandakan kondisi media tanam yang basah setelah penyiraman atau hujan malam,

sementara kelembaban udara ~66% menunjukkan tingkat kelembapan lingkungan yang masih tergolong normal untuk pagi hari. Adapun suhu tanah sekitar 27°C berada dalam batas optimal bagi pertumbuhan tanaman cabai, mengingat literatur menyebutkan kisaran suhu udara ideal sekitar 18–30°C untuk budidaya cabai. Dengan kata lain, sensor berhasil mendeteksi bahwa tanah berada dalam kondisi lembab dan suhu lingkungan berada di zona nyaman bagi tanaman. Konsistensi data sensor dari waktu ke waktu (perubahan nilai yang relatif kecil) mengindikasikan kinerja sensor yang stabil tanpa fluktuasi liar, sehingga data yang ditampilkan dapat dipercaya sebagai representasi kondisi aktual di lapangan. Dari hasil tersebut dapat diinterpretasikan bahwa sistem sensor mampu membedakan kondisi normal dan abnormal sesuai parameter yang telah ditentukan. Pada prototipe ini, ambang kelembaban tanah >40% dan <80% didefinisikan sebagai normal, ditandai dengan tampilan teks berwarna hijau di antarmuka. Sementara itu, pembacaan <40% dianggap rendah (di bawah normal) dan >80% dianggap tinggi berlebih, yang masing-masing diberi penanda warna berbeda untuk kemudahan pemantauan. Hasil uji menunjukkan seluruh pembacaan sensor berada dalam rentang normal: kelembaban tanah ~80% (teks hijau), kelembaban udara ~66% (teks hijau), dan suhu ~27°C (teks hijau), sesuai kriteria pada Tabel 4.5. Hal ini menegaskan bahwa lingkungan tumbuh berada dalam kondisi ideal atau mendekati ideal. Sebagai perbandingan, tingkat kelembaban tanah ideal bagi tanaman cabai umumnya 60–80%, dan kelembaban udara optimum sekitar 70–80%. Jadi, pembacaan ~80% untuk tanah dan ~66% untuk udara pada pagi hari sudah mendekati kisaran tersebut, menandakan tanaman berada pada kondisi yang baik. Sensor DHT11 juga menunjukkan respons yang peka terhadap perubahan kelembaban udara; ketika diuji dengan sumber panas (api) yang didekatkan secara berulang, terjadi perubahan nilai kelembaban yang terukur, mengindikasikan sensor dapat mendeteksi fluktuasi lingkungan. Demikian pula, sensor suhu DS18B20 yang ditanam dekat akar memberikan bacaan suhu tanah yang konsisten, menandakan sensor berfungsi andal. Secara keseluruhan, interpretasi data

sensor mengonfirmasi keberhasilan sistem dalam memantau kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara secara real-time sesuai ekspektasi. Data yang dihasilkan tidak hanya berada dalam rentang wajar, tetapi juga selaras dengan kebutuhan fisiologis tanaman hortikultura (cabai) menurut literatur, sehingga sistem pemantauan ini dapat membantu petani memastikan kondisi lahan tetap optimal..

Evaluasi Performa Penyiraman Otomatis

Pengujian performa penyiraman otomatis menunjukkan sistem irigasi bekerja dengan akurat sesuai ambang batas yang ditetapkan. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembaban tanah untuk memicu pompa air secara otomatis: jika kelembaban tanah turun di bawah ambang yang ditentukan (50%), maka pompa akan hidup, dan akan mati ketika kelembaban mencapai atau melebihi ambang tersebut. Hasil pengujian memperlihatkan akurasi respon sistem yang baik terhadap nilai ambang batas 50%. Pada skenario tanah kering (simulasi kelembaban <50%), relay secara otomatis beralih ke posisi ON tepat ketika nilai sensor melewati bawah 50%, dan pompa mini submersible langsung aktif untuk mulai menyiram tanaman. Sebaliknya, pada skenario tanah basah dengan kelembaban di atas 50%, pompa tetap berada pada kondisi OFF sebagaimana mestinya (lihat Tabel 4.4; seluruh entri dengan kelembaban 77–84% menunjukkan status Pompa OFF). Pola respon ini konsisten dengan logika yang diinginkan dan sesuai dengan temuan penelitian serupa yang menggunakan ambang 50% sebagai kriteria penyiraman otomatis. Artinya, tidak ditemukan keterlambatan maupun kegagalan sistem dalam mendeteksi kondisi kering dan mengambil aksi penyiraman, menandakan akurasi dan keandalan mekanisme kontrol yang tinggi. Durasi aktif pompa pada mode otomatis bergantung pada seberapa kering media tanam saat pemicu terjadi. Dalam pengujian, setelah pompa menyala pada kondisi tanah kering, proses penyiraman berlangsung hingga sensor mendeteksi kelembaban tanah mencapai ~100% (kondisi jenuh penuh). Hal ini menunjukkan bahwa sistem secara efektif menyiram hingga tanah benar-benar basah untuk memastikan kebutuhan air terpenuhi sebelum pompa dimatikan otomatis.

Efektivitas proses ini tampak pada perubahan nilai sensor sebelum dan sesudah penyiraman. Sebagai ilustrasi, pada pengujian manual di mana pompa diaktifkan lewat antarmuka web, kelembaban tanah meningkat dari 62% menjadi 79% pada uji coba pertama, dan dari 81% menjadi 88% pada uji kedua, yang semuanya dinyatakan Sesuai (berhasil) dengan ekspektasi. Kenaikan signifikan pada kelembaban tanah tersebut mengindikasikan bahwa volume air yang diberikan pompa cukup untuk menaikkan kadar air tanah ke tingkat optimal. Dengan kata lain, pompa efektif dalam mendistribusikan air ke media tanam sehingga sensor membaca peningkatan kelembaban sesuai yang diharapkan. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kelembaban optimal relatif singkat; teramati bahwa setelah pompa otomatis menyala, dalam hitungan puluhan detik tanah sudah mencapai kondisi sangat basah. Hal ini sesuai catatan pengujian bahwa terdapat delay sekitar 10 detik pada respons pompa manual, yang utamanya disebabkan waktu propagasi sinyal NodeMCU ESP8266 dan proses eksekusi perintah. Delay ini tergolong kecil dan tidak memengaruhi efektivitas penyiraman, mengingat penyiraman tanaman tidak membutuhkan presisi waktu dalam hitungan detik. Efektivitas sistem penyiraman otomatis ini dapat dinilai dari kemampuannya menjaga kelembaban tanah dalam rentang yang dibutuhkan tanaman. Dengan ambang pemicu 50%, sistem baru akan menyiram ketika tanah sudah mulai mengering di bawah ambang optimal (di bawah ~60% kelembaban tanah, yang bagi tanaman cabai sudah termasuk tanda kekurangan air). Penyiraman dihentikan ketika tanah sangat basah (~100%), sehingga tanaman terhindar dari kekurangan air. Strategi ini memastikan tanaman tidak dibiarkan kering terlalu lama, namun juga tidak disiram secara berlebihan dalam frekuensi tinggi. Meskipun tanah jenuh 100% sedikit di atas kisaran kelembaban ideal (optimalnya sekitar 60–80%), hal ini merupakan pendekatan konservatif untuk menjamin ketersediaan air: setelah jenuh, butuh waktu cukup lama bagi tanah untuk turun kembali di bawah 50%, sehingga penyiraman tidak akan terlalu sering. Dengan demikian, risiko overwatering dapat diminimalkan karena sistem tidak menyala lagi hingga tanah benar-benar mulai kering. Hasil pengujian ini sejalan dengan laporan

literatur yang menyatakan otomatisasi irigasi IoT mampu menjaga kelembaban tanah cabai di kisaran optimal 60–80% dengan kontrol berbasis ambang batas. Secara keseluruhan, performa penyiraman otomatis prototipe terbukti andal: sensor soil moisture bekerja sensitif, kontrol relay-pompa akurat, dan tanaman menerima air sesuai kebutuhan. Hal ini membuktikan bahwa rancangan sistem berhasil mencapai tujuannya dalam mengotomatisasi penyiraman untuk mendukung pertanian hortikultura yang lebih efisien.

Respons dan Kinerja Antarmuka Web untuk Monitoring

Antarmuka web monitoring yang dikembangkan menunjukkan kinerja respons yang baik dan mendukung pemantauan real-time. Pengujian fungsionalitas website (Tabel 4.3) menyimpulkan setiap komponen bekerja sesuai harapan – mulai dari fitur login (admin/user) hingga pengaturan ambang sensor dan kontrol pompa – semuanya mendapatkan hasil “Sesuai”. Secara khusus, refresh data sensor pada dashboard web berjalan nyaris seketika dengan interval pembaruan yang dapat diatur. Dalam pengujian, interval pengambilan data dari database sempat diubah-ubah untuk melihat pengaruhnya terhadap load dan keterbacaan real-time. Hasilnya, pembaruan data berlangsung lancar tanpa lag signifikan pada interval refresh yang ditetapkan (misalnya tiap 5 detik). Data dari sensor yang dikirim NodeMCU ESP8266 berhasil ditampilkan di web dengan waktu tunda sangat kecil, hanya berkisar hitungan detik sejak sensor membaca hingga muncul di dashboard. Hal ini berarti petani sebagai pengguna dapat memperoleh informasi kondisi terkini hampir secara real-time, sehingga potensi masalah (misalnya penurunan kelembaban drastis atau kenaikan suhu ekstrim) dapat segera terpantau. Dari sisi responsiveness antarmuka, loading halaman dashboard dan navigasi menu juga tergolong cepat mengingat sistem dihosting pada jaringan lokal (localhost dengan XAMPP). Setelah dilakukan konfigurasi tambahan pada server lokal (XAMPP) untuk mengatasi error koneksi (kode HTTP 404 pada serial monitor), konektivitas perangkat ke web terpantau stabil. Indikator konektivitas menunjukkan kode 200 (OK) secara

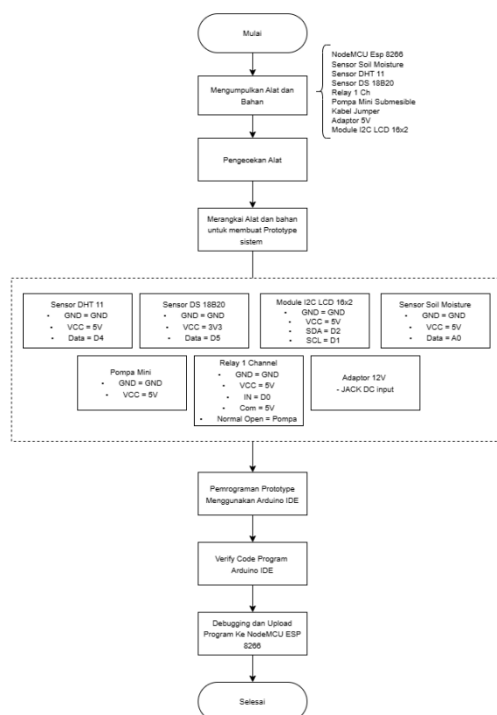
konsisten, menandakan data sensor berhasil dikirim dan diterima tanpa kehilangan paket. Kestabilan koneksi ini sangat krusial untuk sistem IoT; hasil pengujian mengonfirmasi bahwa prototipe mampu mempertahankan koneksi data yang handal selama monitoring berlangsung. Dari aspek keterbacaan data secara real-time, antarmuka web dirancang dengan tampilan yang informatif dan mudah dipahami. Setiap pembacaan sensor ditampilkan beserta satuan dan status warnanya, sehingga memudahkan pengguna dalam menafsirkan kondisi sekilas pandang. Sebagai contoh, nilai suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah akan muncul dengan label “Normal” berwarna hijau jika berada dalam rentang ideal (lihat Tabel 4.5), atau berwarna merah dengan label “Abnormal” jika di luar batas wajar. Hasil pengujian mendapati bahwa perubahan warna dan status ini berfungsi dengan baik secara dinamis – ketika sensor soil moisture mendeteksi tanah kering (<40%), teks status di web otomatis berubah menjadi merah (peringatan) sehingga pengguna segera tahu bahwa tanaman butuh air. Begitu pula jika suhu melampaui ambang yang diset (misal >40°C) akan langsung terindikasi sebagai Abnormal. Semua elemen visual tersebut muncul tanpa kendala selama uji pemantauan berlangsung. Dengan demikian, antar-muka web dinilai efektif dalam menyajikan data secara jelas dan real-time, meningkatkan pengalaman pengguna dalam memantau kondisi lahan. Selain itu, fitur kontrol manual pompa via web berfungsi sesuai harapan, meskipun terdapat sedikit jeda sekitar 10 detik hingga pompa benar-benar aktif setelah tombol di web diklik. Jeda ini disebabkan proses komunikasi perintah dari web ke NodeMCU dan dianggap wajar. Pentingnya hal ini adalah bahwa pengguna (petani) dapat melakukan intervensi manual dari jarak jauh apabila diperlukan – misalnya menyalakan pompa secara override saat akan memupuk atau menyemprot, atau mematikan pompa dalam situasi darurat – semua dapat dilakukan melalui dashboard dengan respons sistem yang cukup cepat dan reliabel. Secara keseluruhan, hasil pengujian antarmuka web menunjukkan kinerja yang memuaskan dari segi waktu respons, keterbacaan, dan kestabilan koneksi. Platform monitoring yang dibangun berbasis web ini mampu menjadi jembatan antara petani dan perangkat IoT di

lapangan: petani memperoleh data lingkungan secara real-time dengan tampilan informatif, dan dapat mengendalikan aktuator (pompa) dengan mudah. Temuan ini konsisten dengan tujuan sistem IoT pertanian pada umumnya, yaitu menghadirkan kemudahan akses informasi dan kontrol jarak jauh bagi pengguna. Dengan kata lain, prototipe antarmuka yang diuji sudah memenuhi standar fungsional dan usability yang diharapkan dalam mendukung kegiatan smart farming di lapangan.

Analisis Hasil Pengujian dan Penyajian

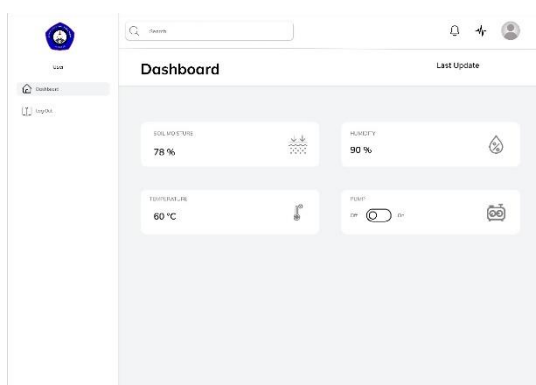
Tabel

Berbagai tabel pengujian yang disajikan telah membantu memperjelas kinerja sistem secara kuantitatif, dan analisis terhadap data tersebut memberikan insight penting. Pemelitan menunjukkan tren bahwa kelembaban tanah cenderung tinggi di pagi hari (77–84%) sehingga pompa tetap OFF, sementara suhu sedikit menurun seiring waktu (27,75°C menjadi 27,45°C) dan kelembaban udara menurun perlahan (69% menjadi 66%) seiring matahari meninggi. Analisis terhadap tren ini mengindikasikan proses alami: tanah masih basah (mungkin sisa penyiraman dini hari), kemudian sedikit mengering (kelembaban turun dari 84% ke 80% dalam 30 menit) namun masih jauh di atas ambang, sehingga pompa wajar tidak aktif. Penurunan kelembaban udara dan suhu yang stabil menunjukkan kondisi cuaca cerah pagi hari dimana udara mengering sedikit. Konsistensi output sensor dan status pompa pada tabel tersebut menegaskan bahwa sistem kontrol bekerja sesuai skenario – tidak ada anomali seperti pompa menyala padahal tanah basah, atau data sensor melonjak/turun drastis tanpa sebab. Dengan demikian, analisis data memperkuat kesimpulan bahwa logika otomatisasi penyiraman berbasis sensor berjalan benar.



Gambar 3. Alur Pengujian Prototype
Sumber : Data olahan penelitian

Hasil pengujian pompa manual, yang memperlihatkan kondisi kelembaban tanah sebelum dan sesudah penyiraman secara manual melalui web. Dari tabel itu tampak jelas bahwa setiap aksi penyiraman memberikan peningkatan kelembaban tanah yang signifikan (misal 62% menjadi 79%, dan 81% menjadi 88%). Analisis angka-angka ini mengkonfirmasi efektifnya proses penyiraman: tanah yang semula kurang lembab dapat mencapai kondisi lebih basah setelah pompa dinyalakan.



Gambar 4. Dashboard User Interface
Sumber : Data olahan penelitian

Hasil ini sesuai dengan ekspektasi, ditandai kolom “Hasil” yang bernilai Sesuai untuk setiap kasus uji. Selain itu, tabel juga

mengungkap bahwa even ketika tanah sudah cukup basah (81%), penyiraman manual tetap menambah kelembaban (menjadi 88%). Ini memberi gambaran bahwa sensor mampu menangkap perubahan kelembaban meski dalam rentang atas, dan sistem pompa dapat menaikkan kadar air tanah mendekati jenuh.

Satu hal yang dicatat pada analisis ini adalah adanya waktu tunda (delay) sekitar 10 detik sebelum perubahan kondisi tercatat penuh pasca tombol pompa manual diaktifkan. Delay ini telah dibahas sebelumnya sebagai konsekuensi proses komunikasi, namun penting dicatat dalam analisis tabel karena muncul sebagai selang antara input (perintah ON) dan output (kenaikan kelembaban). Meski demikian, interval 10 detik ini masih dalam batas wajar dan tidak memengaruhi status akhir (Hasil tetap Sesuai). Dari penyajian kedua tabel kunci tersebut, dapat ditarik benang merah bahwa semua hasil pengujian mendukung kinerja sistem yang dirancang. Tidak ditemukan kasus kegagalan pada skenario-skenario uji yang didesain penulis. Misalnya, Tabel 4.3 (skenario pengujian website) menunjukkan setiap test case berhasil (“Sesuai”), menandakan seluruh fungsi web (login, input data, kontrol perangkat) lolos uji tanpa error. Demikian pula, konfigurasi ambang sensor pada Tabel 4.5 memastikan interpretasi data di web sesuai kondisi lapangan (warna/status tepat). Dengan demikian, analisis terhadap tabel-tabel pengujian ini memberikan landasan kuat untuk menyimpulkan bahwa sistem smart farming IoT yang dibangun telah berfungsi sesuai spesifikasi. Setiap komponen – sensor, mikrokontroler, modul WiFi, pompa, dan web monitoring – telah diuji dan terbukti bekerja selaras dalam satu kesatuan sistem. Penyajian tabel-tabel tersebut juga memudahkan untuk mengkomunikasikan performa sistem secara terstruktur dan terukur, yang mana sangat penting dalam konteks laporan ilmiah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa perancangan alat prototipe sistem monitoring smart farming berhasil direalisasikan dengan baik. Sistem ini mengintegrasikan berbagai sensor lingkungan dengan mikrokontroler yang sesuai, disertai pemrograman logika

kontrol serta konektivitas berbasis website yang memungkinkan pengguna memantau kondisi tanaman secara real-time. Sensor-sensor yang digunakan menunjukkan sensitivitas yang baik dalam membaca dan mengolah data, kemudian menampilkan informasi melalui antarmuka web berdasarkan rentang waktu yang telah diatur dalam skrip pemrograman. Prototipe alat terbukti mampu memberikan respons yang cepat terhadap perubahan parameter lingkungan, seperti kelembaban tanah, suhu tanah, dan temperatur udara. Secara keseluruhan, sistem monitoring dan perangkat keras yang dirancang telah berjalan dengan stabil dan dapat digunakan secara fungsional oleh pengguna.

Sensor kelembaban tanah (soil moisture) pada sistem telah berfungsi sebagaimana mestinya dengan memberikan sinyal kepada mikrokontroler untuk mengaktifkan pompa penyiraman secara otomatis saat nilai kelembaban turun di bawah ambang batas tertentu. Mekanisme ini berhasil diuji dengan baik, menunjukkan bahwa logika kontrol dalam sistem telah bekerja sesuai yang diharapkan. Selain itu, fitur penyiraman manual melalui antarmuka web juga menunjukkan kinerja yang memuaskan, di mana mikrokontroler merespons dengan baik ketika pengguna mengubah status tombol kendali pompa ke posisi aktif (ON) pada dashboard website monitoring. Hal ini membuktikan bahwa sistem tidak hanya mampu bekerja secara otomatis, tetapi juga memberikan keleluasaan kepada pengguna untuk melakukan intervensi manual jika diperlukan.

Meskipun penelitian ini telah mencapai tujuan yang direncanakan, masih terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang. Salah satu arah pengembangan yang direkomendasikan adalah pemanfaatan mikrokontroler dan sensor versi terbaru yang memiliki akurasi dan efisiensi energi lebih tinggi, guna meningkatkan reliabilitas sistem secara keseluruhan. Selain itu, perbaikan pada aspek antarmuka pengguna (user interface) dan pengalaman pengguna (user experience) juga sangat penting, terutama dalam hal tampilan, navigasi, dan kemudahan akses platform monitoring agar sistem ini benar-benar ramah pengguna, khususnya bagi kalangan petani. Potensi pengembangan sistem smart farming

ini juga cukup besar untuk diterapkan dalam skala yang lebih luas dan nyata, sehingga dapat menjadi solusi nyata bagi peningkatan efisiensi operasional serta produktivitas petani di berbagai wilayah, khususnya dalam menghadapi tantangan pertanian modern yang menuntut pengelolaan berbasis data dan teknologi..

DAFTAR PUSTAKA

- Amane, A. P. O., Sos, S., Febriana, R. W., Kom, S., Kom, M., Artiyasa, I. M., ... & Hut, S. (2023). Pemanfaatan dan penerapan Internet of Things (IoT) di berbagai bidang. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Ambarwari, A., Widyawati, D. K., & Wahyudi, A. (2021). Sistem pemantau kondisi lingkungan pertanian tanaman pangan dengan NodeMCU ESP8266 dan Raspberry Pi berbasis IoT. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(3), 496–503.
- Apriyani, M. E., Prasetyo, A., & Aldila, N. (2022). Smart farming optimization of Phalaenopsis orchids growth by utilizing fuzzy logic control on IoT architecture. *Telematika: Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi*, 19(1), 1–18.
- Arumingtyas, E. L., Mastuti, R., & Hakim, L. (2021). *Biologi tanaman hortikultura*. Universitas Brawijaya Press.
- Aulia, F. (2024). Mengenal bahasa pemrograman pada algoritma pemrograman. *Journal of Informatics and Business*, 1(4), 223–228.
- Bachhaqi, M., Rosyid, A., Siswanto, A., & Subiyanta, E. (2023). Performance testing of DHT11 and DS18B20 sensors as server room temperature sensors. *Mestro*, 5(02), 6–11.
- Budi, T. S. (2022). Penyiraman dan pemupukan tanaman bawang merah secara otomatis pada greenhouse menggunakan Internet of Things (IoT). *Jurnal Portal Data*, 2(6).
- Fathulrohman, Y. N. I., & Saepulloh, A. (2019). Alat monitoring suhu dan kelembaban menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika (JUMANTAKA)*, 2(1).
- Gunawan, I. K. W. (2021). Pemantauan kelembaban padi dengan memanfaatkan

- sensor kelembaban berbasis mikrokontroler. *Jurnal Portal Data*, 1(3).
- Hermiati, R., Asnawati, A., & Kanedi, I. (2021). Pembuatan e-commerce pada Raja Komputer menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. *Jurnal Media Infotama*, 17(1).
- Muliono, R. (2021). Web-based library information system design at SDN 056004 Basilam. *Journal of Research Computer Science*, 1(1), 14–26.
- Pamungkas, S. (2019). Smart greenhouse system on paprican plants based on Internet of Things. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 7(2), 197–207.
- Priyanga, A. (2022). Sistem penyiraman otomatis pada kangkung darat sebagai optimalisasi pemeliharaan berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Portal Data*, 2(7).
- Purba, S., Hariri, M., Banjarnahor, R. J., & Siregar, S. N. (2023). LED control system using Arduino Wemos D1 R1 based on web server communication via Internet of Things (IoT). *Formosa Journal of Science and Technology*, 2(6), 1397–1408.
- Satria, B. (2022). IoT monitoring suhu dan kelembaban udara dengan NodeMCU ESP8266. *sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(3), 136–144.
- Setiawan, M. A., & Sulistyasni, S. (2024). Sistem pertanian hidroponik padi cerdas berbasis Internet of Things pada lahan perkotaan guna menambah ketahanan pangan masyarakat: Smart Internet of Things based hydroponic rice farming system in urban areas to enhance food security for the community. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 118–129.
- Surapati, U., & Anwar, P. (2022). Implementasi sistem pemeliharaan tanaman hias berbasis Internet of Things di Dira Plants Bumi Flora Semanan Jakarta Barat. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(5), 834–851.
- Syahaddan, M. M., Hakiki, R., Sulaeman, H., & Sahria, Y. (2023). Perancangan sistem monitoring dan controlling tanaman menggunakan IoT. *JRIIN: Jurnal Riset Informatika dan Inovasi*, 1(7), 1015–1021.
- Tando, E. (2019). Pemanfaatan teknologi greenhouse dan hidroponik sebagai solusi menghadapi perubahan iklim dalam budidaya tanaman hortikultura. *Buana Sains*, 19(1), 91–102.
- Thoriq, A., Pratopo, L. H., Sampurno, R. M., & Shafiyullah, S. H. (2022). Rancang bangun sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah berbasis Internet of Things. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 10(3), 268–280.
- Triyanto, D., & Nirmala, I. (2024). Penerapan jaringan sensor nirkabel dan Internet of Things (IoT) pada pertanian terpadu. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 4(5), 2506–2517.
- Ulfada, E., Nurfiana, N., & Handayani, R. D. (2022, August). Perancangan desain UI/UX pada implementasi sistem kontrol smart farming berbasis Internet of Things (IoT). In *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya* (Vol. 1, pp. 145–155).

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA *NAÏVE BAYES* SVM DAN *RANDOM FOREST* PADA KLASIFIKASI SENTIMEN KOMENTAR YOUTUBE "*CLASH OF* *CHAMPIONS*" RUANGGURU

Irlon.

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
dahil.irlon@gmail.com

Abstrak

Perkembangan platform digital seperti YouTube membuka peluang baru untuk menganalisis opini publik melalui komentar pengguna. Penelitian ini membandingkan kinerja tiga algoritma klasifikasi—*Naïve Bayes*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Random Forest*—dalam mengklasifikasikan sentimen (positif, negatif, netral) pada komentar video “*Clash of Champions*” oleh Ruangguru. Data dikumpulkan dengan web crawling menggunakan YouTube API (Maret–Mei 2025), menghasilkan 15.423 komentar. Proses prapemrosesan mencakup *cleaning*, *casefolding*, normalisasi, tokenisasi, *stopword removal*, dan *stemming*. Pelabelan dilakukan dengan pendekatan leksikon dan pembobotan TF-IDF sebelum klasifikasi menggunakan Python (*scikit-learn*). Parameter: kernel linear (*SVM*), 100 estimator (*Random Forest*), model multinomial (*Naïve Bayes*). Evaluasi dengan akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* menunjukkan *SVM* unggul dengan akurasi 83%, disusul *Random Forest* (82%) dan *Naïve Bayes* (68%). *SVM* menunjukkan kinerja paling seimbang dan direkomendasikan untuk klasifikasi sentimen komentar YouTube dalam studi ini.

Kata kunci: Analisis Sentimen, *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine*, *Random Forest*, YouTube, TF-IDF.

1. PENDAHULUAN

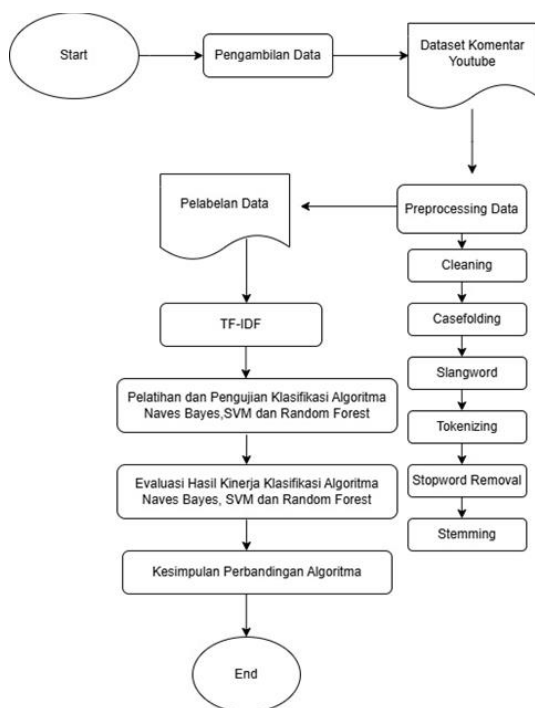
YouTube merupakan salah satu *platform* media sosial populer yang memungkinkan pengguna mengunggah dan menonton konten visual (Hendrawan & Sela, 2024). *Platform* ini dimanfaatkan oleh berbagai kalangan, termasuk perusahaan edukasi seperti Ruangguru yang memiliki video edukasi dengan tingkat keterlibatan tinggi dari pengguna (Ruangguru, 2024). Salah satu pendekatan untuk memahami respons audiens terhadap konten tersebut adalah dengan menganalisis sentimen komentar yang ditinggalkan penonton menggunakan metode analisis sentimen berbasis pembelajaran mesin (Purnamasari et al., 2023). Komentar pengguna pada video Ruangguru mencerminkan beragam opini publik, mulai dari dukungan, kritik, hingga saran, sehingga analisis sentimen dapat memberikan wawasan penting untuk mengevaluasi keberhasilan konten dan meningkatkan kualitas program mendatang.

Penelitian ini membandingkan kinerja tiga algoritma klasifikasi sentimen, yaitu *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Random Forest*, yang banyak digunakan dalam penelitian analisis teks karena performanya yang andal dalam mengenali pola data (Adrian et al., 2021). Untuk itu, diperlukan dataset yang berkualitas dan proses pra-pemrosesan teks mendalam, seperti *cleaning*, *casefolding*, *tokenizing*, *stopword removal*, dan *stemming* (Purnamasari et al., 2023). Tujuan penelitian ini tidak hanya menganalisis sentimen publik terhadap video “*Clash of Champions*” Ruangguru, tetapi juga mengevaluasi efektivitas ketiga algoritma tersebut dalam mendeteksi sentimen komentar baru di YouTube. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberi kontribusi signifikan baik secara teoritis maupun praktis, khususnya dalam penerapan analisis sentimen pada konten edukasi digital.

2. METODOLOGI

2.1 Kerangka Pemikiran

Untuk menjelaskan alur logis dari pelaksanaan penelitian ini, diperlukan suatu kerangka berpikir yang menggambarkan proses penelitian secara sistematis, mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi model klasifikasi. Kerangka pemikiran ini disusun untuk memperjelas tahapan-tahapan utama yang dilalui peneliti dalam melakukan analisis sentimen komentar YouTube menggunakan tiga algoritma machine learning, yaitu *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine* (SVM), dan *Random Forest*. Dengan kerangka ini, hubungan antar proses mulai dari *preprocessing* data hingga evaluasi performa model dapat digambarkan secara runtut dan terpadu.



Gambar 1 Kerangka Pikir
Sumber : Pola pikir mandiri

Berikut adalah uraian singkat alur kerangka pemikiran dalam penelitian ini yang berfokus pada analisis sentimen komentar YouTube menggunakan algoritma *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine* (SVM), dan *Random Forest*:

1. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik *crawling* menggunakan YouTube API untuk mengambil komentar pada

video "*Clash of Champions*" milik Ruangguru.

2. Pembersihan data awal dilakukan dengan menghapus komentar duplikat agar data yang digunakan unik dan valid.
3. Pra-pemrosesan data (*preprocessing*) mencakup tahapan *cleaning*, *casefolding*, normalisasi kata slang, tokenisasi, *stopword removal*, dan *stemming* untuk mengubah data mentah menjadi format yang siap dianalisis.
4. Pelabelan data dilakukan menggunakan pendekatan leksikon untuk pendekatan leksikon untuk mengklasifikasikan setiap komentar ke dalam kategori sentimen: positif, negatif, atau netral.
5. Pelabelan data dilakukan menggunakan pendekatan leksikon untuk mengklasifikasikan setiap komentar ke dalam kategori sentimen: positif, negatif, atau netral.
6. Pembagian data ke dalam data latih dan data uji bertujuan untuk melatih model klasifikasi dan mengevaluasi performanya secara terpisah.
7. Transformasi data menggunakan metode *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF) agar teks dapat direpresentasikan dalam bentuk numerik.
8. Klasifikasi sentimen dilakukan menggunakan tiga algoritma, yaitu *Naïve Bayes*, *SVM*, dan *Random Forest* untuk memprediksi sentimen berdasarkan model yang telah dilatih.

2.2 Metode Analisa Data

Metode analisis data dilakukan untuk mengolah komentar YouTube agar dapat diklasifikasikan ke dalam sentimen positif, negatif, dan netral. Tahapan meliputi pra-pemrosesan teks, pelabelan sentimen, transformasi data menggunakan TF-IDF, lalu klasifikasi menggunakan algoritma *Naïve Bayes*, *SVM*, dan *Random Forest*. Hasil klasifikasi kemudian dievaluasi dengan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score*.

2.2.1. Text Preprocessing

Suatu proses Guna mentransformasi data tidak terstruktur ke dalam format yang lebih terorganisir dan dapat dianalisis secara efektif, Tujuan *preprocessing* adalah untuk menghasilkan sebuah set kata indeks yang dapat digunakan untuk menggambarkan data. Sebagai bagian dari proses *preprocessing* data, baris duplikat dan baris kosong dihapus dari dataframe. kemudian melakukan *preprocessing* seperti:

1. *Cleaning* : Melakukan pembersihan teks, termasuk menghapus elemen-elemen seperti mention, hashtag, retweet, tautan, angka, tanda baca, dan spasi di awal maupun akhir kalimat.
2. *Casefolding* Seluruh karakter dalam teks dikonversi menjadi huruf kecil oleh fungsi ini guna memastikan konsistensi data.
3. *Slangword* : Fungsi ini digunakan untuk mengubah kalimat tidak baku menjadi kalimat baku.
4. *Tokenizing* : Proses pembagian teks menjadi bagian yang lebih kecil. untuk mempermudah analisis teks lebih lanjut.
5. *Stopword Removal*: Melakukan penghapusan kata-kata umum seperti "yang", "dengan", "dan", dan "atau" yang tidak memiliki makna kontekstual atau analitis.
6. *Stemming* : Dalam fungsi ini, stemming digunakan pada teks, yang berarti mengubah kata-kata ke bentuk aslinya. untuk stemming dalam bahasa Indonesia, Anda dapat menggunakan literatur sastra.

2.2.2 Labeling Data

Suatu proses *Labeling* memberikan label pada teks untuk sentimen, topik, atau kategori lainnya selama analisis teks. Ini dilakukan dengan menggunakan metode Lexicon Based pada setiap komentar. Labeling data merupakan langkah krusial agar model klasifikasi dapat dilatih dengan benar serta dievaluasi secara akurat.

2.2.3 Pembobotan Kata (TF-IDF)

Tahap ini mengubah data teks menjadi bentuk numerik dengan menghitung bobot tiap kata menggunakan metode TF-IDF (*Term Frequency–Inverse Document Frequency*). Bobot ditentukan berdasarkan frekuensi kemunculan kata dalam dokumen serta seberapa jarang kata tersebut muncul di keseluruhan dataset.

2.2.4 Klasifikasi Naïve Bayes

Setelah data diproses dan diberi bobot TF-IDF, dilakukan klasifikasi menggunakan algoritma Naïve Bayes. Algoritma ini mengelompokkan komentar ke dalam sentimen positif, negatif, atau netral berdasarkan probabilitas tertinggi dari setiap kata dalam data latih.

2.2.5 Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)

SVM mengklasifikasikan data dengan mencari *hyperplane* terbaik yang memisahkan tiap kelas sentimen. Data hasil preprocessing dan TF-IDF ditransformasikan ke ruang fitur berdimensi tinggi, lalu diuji untuk mendapatkan hasil klasifikasi optimal.

2.2.6 Klasifikasi Random Forest

Random Forest memanfaatkan banyak *decision tree* untuk memprediksi sentimen. Setiap *tree* memberikan hasil klasifikasi, dan kelas akhir ditentukan berdasarkan voting mayoritas, sehingga meningkatkan akurasi dan mengurangi risiko *overfitting*.

2.3 Metode Pembahasan Hasil

Dalam analisis data dan *machine learning*, *confusion matrix* digunakan untuk mengevaluasi efektivitas model klasifikasi dengan membandingkan hasil prediksi dan data sebenarnya. Matriks ini terdiri dari empat komponen utama: *True Positive* (TP), prediksi positif yang benar; *True Negative* (TN), prediksi negatif yang benar; *False Positive* (FP), prediksi positif yang salah; dan *False Negative* (FN), prediksi negatif yang salah. Dari keempat nilai ini, dapat dihitung metrik evaluasi

seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* untuk menilai kinerja model.

1. Akurasi

Akurasi mengukur seberapa banyak prediksi yang dilakukan oleh model sesuai dengan nilai sebenarnya, dibandingkan dengan total seluruh prediksi.

$$\text{akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

2. Presisi

Menunjukkan proporsi prediksi positif yang benar dibandingkan dengan seluruh prediksi positif yang dihasilkan oleh model

$$\text{presisi} = \frac{TP}{TP+FP}$$

3. Recall

Menghitung jumlah data positif yang berhasil dikenali atau diprediksi oleh model.

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

4. F1-Score

Evaluasi yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik model klasifikasi berfungsi, terutama dalam hal masalah klasifikasi yang tidak seimbang. Untuk menilai keseimbangan antara dua metrik utama, Precision dan Recall, F1-Score menggabungkan keduanya menjadi satu nilai.

$$F1 = \frac{2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

5. Area Under Curve (AUC)

AUC (*Area Under Curve*) adalah metrik evaluasi untuk mengukur kemampuan model klasifikasi dalam membedakan kelas sentimen menggunakan kurva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Nilainya berkisar 0–1; semakin mendekati 1 menunjukkan klasifikasi semakin baik, sedangkan 0,5 setara prediksi acak. AUC lebih kuat

dibanding metrik berbasis confusion matrix karena mempertimbangkan probabilitas, tahan terhadap ambang klasifikasi, dan efektif pada data tidak seimbang. Dalam penelitian ini, AUC digunakan untuk menilai seberapa baik model memisahkan kelas sentimen positif, negatif, dan netral

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1 Crawling Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari komentar pada channel youtube Ruangguru, khususnya pada serial "*Clash of Champions*". Pengambilan data di peroleh dengan teknik crawling.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui *crawling* menggunakan YouTube API untuk mengambil komentar dari video "*Clash of Champions*" milik Ruangguru. Komentar yang berhasil dikumpulkan mencakup informasi tanggal publikasi, nama pengguna, isi komentar, dan jumlah like. Data tersebut kemudian disusun dalam bentuk dataframe sehingga siap untuk dianalisis. Hasil *crawling* ini ditampilkan pada Gambar 2 sebagai gambaran data mentah sebelum tahap pra-pemrosesan.

```
import pandas as pd
df = pd.DataFrame(comments, columns=['publishedAt', 'authorDisplayName', 'textDisplay', 'likeCount'])
df
```

	publishedAt	authorDisplayName	textDisplay	likeCount
0	2024-07-03T06:39:10Z	@Ruangguru	Yuk, konsultasi dan kiamat diskonnya sekarang d...	2100
1	2024-07-03T07:16:05Z	@BayuFocus	Emoh	82
2	2024-07-03T08:46:15Z	@FazaZa-kidz	👍👍👍	26
3	2024-07-03T11:38:14Z	@Mangputi	Nonton video clash of champions, lalu nonton v...	0
4	2024-07-03T12:14:35Z	@ulaula3577	mantap min	12
...	...	...	...	...
15419	2024-06-28T11:32:53Z	@rijwaaf	besok kak...	0
15420	2024-06-28T11:44:50Z	@fa_nny	yaallah kukira skrg Uda tanggal 29@rijwaaf	1
15421	2024-06-28T23:00:07Z	@desyrisanta4775	@rijwaafjam brpa ya	0
15422	2024-06-28T11:02:47Z	@SaprianPereira	Gak sabar nggu besok yaa...	28
15423	2024-06-28T10:57:40Z	@relFaanel	Wow	0

15424 rows x 4 columns

Gambar 2. Hasil *crawling*
Sumber : Olahan Data Mandiri

Langkah selanjutnya adalah mengekstrak data nama pengguna dan komentar, lalu mengganti nama kolom data untuk penyesuaian. seperti pada gambar 3.


```
df = df[['authorDisplayName', 'textDisplay']]
df.head()
```

	authorDisplayName	textDisplay
0	@Ruangguru	Yuk, konsultasi dan klaim diskonnya sekarang d...
1	@BayuFocus	Emoh
2	@FazaZa-k8tr	🔥🔥🔥
3	@Mangputt	Nonton video clash of champions, lalu nonton v...
4	@juliaulia3577	mntap min

```
df = df.rename(columns={'authorDisplayName': 'Nama Pengguna', 'textDisplay': 'Komentar'})
df.head()
```

	Nama Pengguna	Komentar
0	@Ruangguru	Yuk, konsultasi dan klaim diskonnya sekarang d...
1	@BayuFocus	Emoh
2	@FazaZa-k8tr	🔥🔥🔥
3	@Mangputt	Nonton video clash of champions, lalu nonton v...
4	@juliaulia3577	mntap min

Gambar 3. Dataset analisis
Sumber : Olahan Data Mandiri

Data komentar yang telah tersusun dalam bentuk dataframe kemudian disimpan ke dalam format berkas CSV.

	Nama Pengguna	Komentar
0	@Ruangguru	Yuk, konsultasi dan klaim diskonnya sekarang d...
1	@BayuFocus	Emoh
2	@FazaZa-k8tr	🔥🔥🔥
3	@Mangputt	Nonton video clash of champions, lalu nonton v...
4	@juliaulia3577	mntap min

Gambar 4. Dataset CSV
Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2 Analisis Klasifikasi Sentimen

Analisis klasifikasi sentimen dilakukan untuk mengevaluasi performa tiga algoritma yang digunakan, yaitu *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine* (SVM), dan *Random Forest*, dalam mengelompokkan komentar YouTube ke dalam kategori positif, negatif, dan netral. Proses evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik utama seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* yang diperoleh dari hasil pengujian pada data uji. Selain itu, kurva ROC dan nilai AUC juga digunakan untuk menilai kemampuan diskriminatif masing-masing model dalam membedakan kelas sentimen pada berbagai *threshold*. Hasil analisis ini memberikan gambaran komprehensif mengenai algoritma yang paling efektif dan stabil dalam mengklasifikasikan komentar serta menjadi dasar rekomendasi pemilihan model terbaik untuk studi serupa di masa mendatang.

3.2.1 Preprocessing

Tahap ini merupakan proses transformasi data tidak terstruktur menjadi data terstruktur agar dapat dianalisis secara sistematis. Tujuan dari *preprocessing* adalah untuk

menghasilkan himpunan term index yang dapat merepresentasikan data secara terstruktur dan dapat diproses oleh algoritma.

3.2.1.1 Cleaning

Tahap *cleaning* dilakukan untuk membersihkan data komentar YouTube dari elemen yang tidak relevan sehingga siap dianalisis. Proses ini meliputi penghapusan tanda baca, angka, tautan, simbol, serta karakter khusus seperti emoji yang tidak memiliki makna kontekstual dalam analisis sentimen. Selain itu, spasi berlebih dan teks duplikat juga dihilangkan untuk memastikan kualitas dan keunikan data. Hasil akhir tahap ini menghasilkan komentar dengan format teks yang lebih rapi dan konsisten sebagai dasar untuk proses pra-pemrosesan berikutnya.

Tabel 1. Hasil proses cleaning

No	Komentar	Cleaning
1	Yuk konsultasi dan klaim diskonnya sekarang	Yuk konsultasi dan klaim diskonnya sekarang
2	Gaga ini kalo ada yang menang 🏆🏆🏆	Gaga ini kalo ada yang menang
3	@juliaulia3577 1. Buka video ruangguru, nonton Clash Champions Bu...	Buka video ruangguru nonton Clash Champions Bu
4	tim yg nonton ulang coc d 2025	tim nonton ulang coc
5	ahref="https://www.youtube.com/watch?v=dY_3acmFFRQ∓=406">6:46 alfie kamu peramal ya 🤔	alfie kamu peramal

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2.1.2 Casefolding

Tahap *casefolding* dilakukan dengan mengubah seluruh huruf pada komentar menjadi huruf kecil untuk menyamakan format teks. Langkah ini penting agar kata dengan huruf kapital dan huruf kecil dianggap sama oleh sistem, sehingga proses analisis selanjutnya seperti tokenisasi dan pembobotan kata dapat dilakukan secara konsisten tanpa adanya duplikasi makna akibat perbedaan penulisan huruf.

Tabel 2 Hasil proses *casefolding*

No	Cleaning	Casefolding
1	Yuk konsultasi dan klaim diskonnya sekarang	yuk konsultasi dan klaim diskonnya sekarang
2	Gaga ini kalo ada yang menang	gaga ini kalo ada yang menang
3	SIAPA YG MASIH NONTON DI	siapa yg masih nonton di
4	KANGEN COC	kangen coc
5	alfie kamu peramal	alfie kamu peramal

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2.1.2 Slangword

Tahap *slangword* dilakukan untuk mengganti kata tidak baku atau bahasa gaul pada komentar menjadi kata baku sesuai kamus bahasa Indonesia. Proses ini penting agar istilah yang memiliki arti sama namun ditulis dengan cara berbeda dapat diproses secara konsisten oleh algoritma. Dengan normalisasi ini, kualitas representasi data meningkat dan analisis sentimen menjadi lebih akurat.

Tabel 3 Hasil proses *Slangword*

No	Cleaning	Slangword
1	mntap min	mantap admin
2	tim nonton ulang coc	tim menonton ulang coc
3	doang nih dri	doang nih dari
4	salfok dua jari semua	salah fokus dua jari semua
5	shakiraa kmu keren	shakiraa kamu keren

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2.1.3 Tokenizing

Tahap tokenizing dilakukan dengan memecah teks komentar menjadi potongan-potongan kata atau token. Proses ini bertujuan untuk mempermudah analisis pada tingkat kata sehingga setiap kata dapat diproses secara terpisah dalam tahapan selanjutnya, seperti penghapusan kata tidak penting (*stopword removal*) dan pembobotan kata dengan TF-IDF. Dengan tokenisasi, teks yang semula berupa kalimat utuh menjadi lebih terstruktur dan siap untuk dianalisis oleh algoritma klasifikasi.

Tabel 4 Hasil proses Tokenizing

No	Slangword	Tokenize
1	mantap admin	['mantap', 'admin']
2	tim menonton ulang coc	['tim', 'menonton', 'ulang', 'coc']
3	doang nih dari	['doang', 'nih', 'dari']
4	salah fokus dua jari semua	['salah', 'fokus', 'dua', 'jari', 'semua']
5	shakiraa kamu keren	['shakiraa', 'kamu', 'keren']

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2.1.4 Stopword Removal

Tahap *stopword removal* dilakukan untuk menghapus kata-kata umum yang tidak memiliki makna penting dalam analisis sentimen, seperti “dan”, “atau”, serta “yang”. Penghapusan kata ini bertujuan mengurangi gangguan pada proses analisis sehingga hanya kata bermakna utama yang dipertahankan. Dengan demikian, hasil representasi data menjadi lebih ringkas dan fokus pada kata-kata yang benar-benar berpengaruh terhadap klasifikasi sentiment

Tabel 5 Hasil proses Stopword Removal

No	Tokenize	Stopword Removal
1	['yuk', 'konsultasi', 'dan', 'klaim', 'diskonnya', 'sekarang']	['yuk', 'konsultasi', 'klaim', 'diskonnya']
2	['shakira', 'dia', 'yang', 'buka', 'game', 'dia', 'juga', 'yang', 'tutup', 'gamenya']	['shakira', 'buka', 'game', 'tutup', 'gamenya']
3	['siapa', 'yang', 'menonton', 'ulang']	['menonton', 'ulang']
4	['iya', 'lagi']	['iya']
5	['kangen', 'jadi', 'menonton', 'lagi']	['kangen', 'menonton']

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2.1.5 Stemming

Tahap *stemming* dilakukan untuk mengubah kata berimbuhan menjadi bentuk dasar atau kata akar. Proses ini penting agar variasi kata dengan makna sama, seperti “bermain”, “memainkan”, dan “mainan”, diperlakukan sebagai satu kata yang sama dalam analisis. Dengan penyederhanaan ini, jumlah fitur kata berkurang sehingga model klasifikasi dapat bekerja lebih efisien dan akurat.

Tabel 6 Hasil proses Stemming

No	Stopword Removal	Stemming
1	['menonton', 'ulang']	tonton ulang
2	['pintar', 'menonton', 'orang', 'pintar']	pintar tonton orang pintar
3	['merekomendasikan', 'acara', 'muridmurid', 'biar', 'menonton']	rekomendasi acara muridmurid biar tonton
4	['berkompetisi', 'mahasiswa', 'berprestasi', 'dulunya', 'pakai', 'aplikasi', 'ruang', 'guru', 'ya']	kompetisi mahasiswa prestasi dulunya pakai aplikasi ruang guru ya
5	['menikmati', 'acara']	nikmat acara

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2.1 Pelabelan Data

Tahap pelabelan data dilakukan untuk mengklasifikasikan setiap komentar ke dalam kategori sentimen positif, negatif, atau netral. Proses ini menggunakan pendekatan berbasis leksikon, di mana daftar kata berpolaritas digunakan sebagai acuan penentuan label. Dengan pelabelan ini, data komentar yang sebelumnya tidak berlabel dapat digunakan sebagai data latih dan data uji untuk proses klasifikasi pada algoritma machine learning.

Tabel 7 Score polarity

No	Komentar	Score Polarity	Polarity
1	yuk konsultasi klaim diskon	7	Positif
2	rewatch kangen	0	Netral
3	pintar manfaat	5	Positif
4	kak maxwell kak chindita kayak pisah	-3	Negatif
5	jir gua tegang gua tonton doang	-5	Negatif

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.2.1 Pembobotan kata TF-IDF

Tahap pembobotan kata menggunakan metode Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) dilakukan untuk mengubah teks komentar menjadi representasi numerik. Metode ini menghitung seberapa sering suatu kata muncul dalam sebuah komentar (TF) dan membandingkannya dengan seberapa jarang kata tersebut muncul di seluruh komentar (IDF). Dengan pembobotan ini, kata yang memiliki makna penting akan

mendapatkan bobot lebih tinggi, sedangkan kata umum akan berbobot rendah, sehingga memudahkan algoritma klasifikasi dalam mengenali pola sentimen.

Tabel 8 Hasil TF IDF

Term	TF			IDF			TF-IDF		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
admin	0	0	1	1.693147	0.0	0.000000	0.707107	0.000000	0.000000
betapa	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
champions	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
channel	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
clash	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
diskon	1	0	0	1.693147	0.5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
dumbnya	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
faham	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
klaim	1	0	0	1.693147	0.5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
konsultasi	1	0	0	1.693147	0.5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
langsung	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
mantap	0	0	1	1.693147	0.0	0.000000	0.707107	0.000000	0.000000
melalui rekaman	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
tonton	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
video	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
youtube	0	1	0	1.693147	0.0	0.213201	0.000000	0.000000	0.000000
yuk	1	0	0	1.693147	0.5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Sumber : Olahan Data Mandiri

3.3 Hasil Perbandingan Algoritma

Tabel 9 Perbandingan Kalifikasi Algoritma

Klasifikasi	Akurasi Latih	Akurasi Uji	Precision	Recall	F1-score
Naïve Bayes	81%	68%	75%	65%	69%
SVM	97%	83%	83%	84%	84%
Random Forest	99%	82%	83%	83%	83%

Sumber : Olahan Data Mandiri

Tabel 9 perbandingan menunjukkan kinerja tiga algoritma klasifikasi, yaitu *Naïve Bayes*, *SVM*, dan *Random Forest*, berdasarkan lima metrik utama: akurasi latih, akurasi uji, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. *Naïve Bayes* memiliki akurasi latih 81% dan akurasi uji 68%, dengan *precision* 75%, *recall* 65%, dan *f1-score* 69%. Hasil ini menandakan model cukup baik dalam mendeteksi sentimen tertentu, namun kesulitan dalam mengenali sentimen netral sehingga performanya menurun saat diuji pada data baru.

Sementara itu, *SVM* menunjukkan hasil terbaik dengan akurasi latih 97% dan akurasi uji 84%, disertai *precision*, *recall*, dan *f1-score* yang seimbang (masing-masing 83–84%). *Random Forest* memiliki akurasi latih tertinggi 99% namun akurasi uji sedikit menurun menjadi 82%, dengan *precision* dan *recall* 83%. Secara keseluruhan, *SVM* menjadi algoritma

paling stabil dan unggul, disusul Random Forest, sementara Naïve Bayes berada di posisi terendah terutama dalam menangani sentimen netral

3.4 Evaluasi Algoritma

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa SVM memberikan performa terbaik di antara tiga algoritma klasifikasi, dengan akurasi latih 97%, akurasi uji 84%, serta *precision*, *recall*, dan *f1-score* yang seimbang di angka 83–84%, disertai AUC tertinggi 95% untuk kelas positif dan negatif. Random Forest menempati posisi kedua dengan akurasi latih 99% dan akurasi uji 82%, serta AUC stabil 93–94% pada semua kelas. Sementara itu, Naïve Bayes memiliki akurasi latih 81% dan akurasi uji 68%, dengan *precision* 75%, *recall* 65%, *f1-score* 69%, serta AUC terendah terutama pada kelas netral (87%), sehingga kurang optimal dibanding dua algoritma lainnya.

4. KESIMPULAN

Proses analisis sentimen diawali dengan pra-pemrosesan komentar video YouTube “*Clash of Champions*” milik Ruangguru, mencakup *cleaning*, *casefolding*, *tokenizing*, *stopword removal*, dan *stemming* untuk menyiapkan teks tidak terstruktur menjadi data siap analisis. Data kemudian diberi label sentimen (positif, negatif, netral) berbasis leksikon dan dibobot menggunakan TF-IDF sebelum diklasifikasikan menggunakan tiga algoritma: *Naïve Bayes*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Random Forest*. Hasil evaluasi menunjukkan *Naïve Bayes* memiliki akurasi uji terendah (68,54%) dan kesulitan mendeteksi sentimen netral, *Random Forest* stabil dengan akurasi uji 82,86%, sementara SVM unggul dengan akurasi uji 83,79% serta *precision* dan *recall* yang seimbang. Secara keseluruhan, SVM menjadi algoritma paling efektif dan akurat untuk klasifikasi sentimen komentar pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

A. Hendrawan and E. I. Sela, “Analisis Sentimen Komentar Youtube Tentang Resesi Global 2023 Menggunakan LSTM,” J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun., vol. 5, no. 1, pp. 587–

593, 2024, doi:
10.35870/jimik.v5i1.526.

D. Purnamasari et al., *Pengantar Metode Analisis Sentimen*. 2023.

M. R. Adrian, M. P. Putra, M. H. Rafialdy, and N. A. Rakhmawati, “Perbandingan Metode Klasifikasi Random Forest dan SVM Pada Analisis Sentimen PSBB,” J. Inform. Upgris, vol. 7, no. 1, pp. 36–40, 2021, doi:
10.26877/jiu.v7i1.7099.

Ruangguru, “Tentang Ruangguru,” 2024. Accessed: Apr. 18, 2025. [Online]. Available:
<https://www.ruangguru.com/about-us>

SISTEM PROTEKSI PETIR PADA STASIUN KERETA REL LISTRIK (KRL) PASAR MINGGU

¹Padmundana, ²Budiono, ³Alwi Miftakhul Khoir

¹²³Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

padmundana@itbu.ac.id

Abstrak

Sistem proteksi merupakan komponen inti yang wajib dimiliki oleh fasilitas operasi kereta api. Sistem ini berfungsi untuk melindungi peralatan dari gangguan petir, baik sambaran langsung, tidak langsung, tegangan induksi, maupun tegangan lebih. Salah satu area yang menjadi perhatian adalah *equipment room* baru di Stasiun KRL Pasar Minggu dan tower *monopole* telekomunikasi baru yang memiliki ketinggian lebih tinggi dari bangunan *equipment room* tersebut. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko terhadap sambaran petir. Kedua bangunan tersebut telah dilengkapi dengan sistem proteksi petir masing-masing serta sistem grounding yang diinstalasi secara terpisah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan sistem proteksi petir yang telah dibangun pada peralatan di area Stasiun KRL Pasar Minggu, sehingga hasilnya dapat dimanfaatkan sebagai penunjang dalam pelaksanaan mitigasi risiko di bidang keselamatan perkeretaapian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis kuantitatif, dengan perhitungan yang mendukung proses analisis. Perhitungan meliputi identifikasi area perlindungan sistem proteksi petir untuk peralatan fasilitas operasi kereta api, perhitungan kenaikan tegangan listrik akibat sambaran petir, serta analisis kemampuan sistem proteksi internal dan eksternal terhadap standar sistem proteksi petir yang berlaku. Adapun hasil yang diperoleh bahwa sistem proteksi eksternal yang telah terpasang pada bangunan *equipment room* dan tower *monopole* telekomunikasi pada Stasiun KRL Pasar Minggu telah mencukupi area luasan perlindungan petir untuk kedua bangunan tersebut hanya dengan luasan perlindungan dari sistem proteksi petir eksternal dari tower *monopole*. Selain itu penggunaan *early streamer emission* pada sistem proteksi petir *equipment room* mampu memperluas area perlindungan petir pada *equipment room*.

Kata Kunci : *Equipment Room*, Tower *Monopole*, Sistem Proteksi Petir, Kenaikan Tegangan Listrik, Karakteristik Petir.

1. PENDAHULUAN

Stasiun Pasar Minggu (PSM) merupakan stasiun kereta api kelas I yang terletak di Kelurahan Pejaten Timur, Kecamatan Pasar Minggu, Kota Jakarta Selatan. Stasiun yang terletak pada ketinggian +36 meter ini hanya melayani rute KRL Commuter Line dengan jarak 18,3 km arah selatan dari Jakarta Kota pada lintas Jakarta – Bogor S [1]. Stasiun Pasar Minggu termasuk salah satu stasiun yang menjadi lingkup dari Project Pekerjaan Peningkatan Sistem Persinyalan dan Telekomunikasi Perkeretaapian pada Lintas Jatinegara – Bogor dan Menggarai – Jakartakota (MYC 2020 - 2023), dimana di dalam pekerjaan tersebut terdapat perubahan sistem persinyalan termasuk peralatan luar ruangan (Outdoor) Fasilitas Operasi Kereta Api. Terdapat pekerjaan pembangunan *equipment room* baru dan tower *monopole* telekomunikasi untuk menyesuaikan kebutuhan peralatan Fasilitas Operasi Kereta Api sehingga dibutuhkan ruangan dengan kapasitas yang lebih besar yang dapat mengakomodir kebutuhan tersebut [2]. Bangunan *equipment room* merupakan

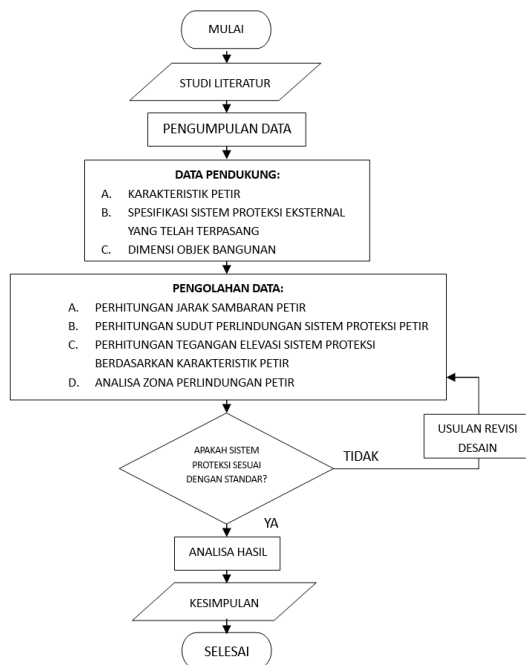
bangunan yang berisikan instalasi peralatan Fasilitas Operasi Kereta Api *indoor* elektrik sebagai rumah kontrol untuk mengontrol peralatan Fasilitas Operasi Kereta Api di lintas jalur kereta api maupun peralatan yang ada di dalam stasiun KRL Pasar Minggu. Keandalan sistem proteksi pada kedua bangunan tersebut harus dapat melindungi peralatan di dalamnya mencakup perlindungan yang aman. Kondisi bangunan *equipment room* baru dibangun pada area belakang stasiun KRL Pasar Minggu dan tower *monopole* telekomunikasi baru di samping *equipment room* baru yang dibangun ketinggian lebih tinggi dari bangunan *equipment room* baru.

Sistem proteksi merupakan sistem inti yang harus dimiliki setiap peralatan dimana sistem tersebut berfungsi sebagai pelindung peralatan pendukung Fasilitas Operasi Kereta Api dari gangguan petir yang meliputi sambaran langsung maupun sambaran tidak langsung atau tegangan induksi serta tegangan berlebih [3]. Petir adalah suatu peristiwa elektrifikasi yang diakibatkan dari proses muatan induksi bertegangan tinggi yang

dibuang atau dikeluarkan oleh awan *Cumulonimbus* [4].

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Tujuannya untuk mengetahui kemampuan sistem proteksi petir yang telah dibangun pada peralatan di area Stasiun KRL Pasar Minggu, sehingga hasilnya dapat dimanfaatkan sebagai penunjang dalam pelaksanaan mitigasi risiko di bidang keselamatan perkeretaapian.



Gambar 1. Diagram Alir

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Ketika petir menyambar dimana *stepped leader* bergerak menuju titik sambaran di permukaan tanah akan mengakibatkan peningkatan medan listrik, jarak antara *stepped leader* terdekat dengan titik sambaran di permukaan tanah disebut dengan jarak sambaran (*Striking Distance*). Jarak sambaran petir ini berbentuk seperti bola gelinding yang dapat digunakan untuk menganalisa bagian bangunan atau objek yang dimungkinkan tersambar petir. Jarak sambaran petir menggunakan persamaan berikut [5] [6]:

$$R_s = 6,7 \cdot I^{0,8} \dots\dots\dots (1)$$

$$\Delta L = v \times \Delta t \dots\dots(2)$$

$$R_{se} = R_s + \Delta L \dots\dots\dots(3)$$

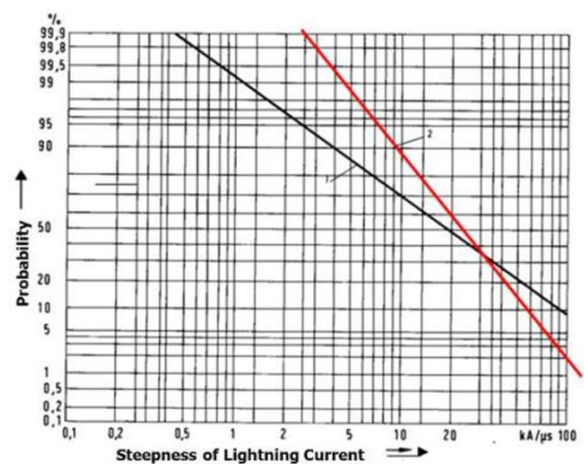
Sedangkan perhitungan sudut perlindungan petir menggunakan persamaan dibawah 6]:

$$\alpha = \sin^{-1}(1 - (h/R_s)) \dots\dots\dots(4)$$

Untuk mengetahui kemungkinan elevasi tegangan yang dihasilkan dari sambaran petir terhadap suatu objek [7]:

$$V_{\max} = I \times R + L(di/dt) \dots\dots\dots(5)$$

Penelitian petir tropis yang dilakukan oleh Prof. Reynaldo Zoro dilakukan di Indonesia yaitu di gunung Tangkuban Perahu dan area Jawa Barat. Parameter ini menjadi salah satu dasar di wilayah iklim tropis. Nilai parameter hasil penelitian Prof. Reynaldo Zoro disajikan pada gambar 2 dan tabel 1 [8].



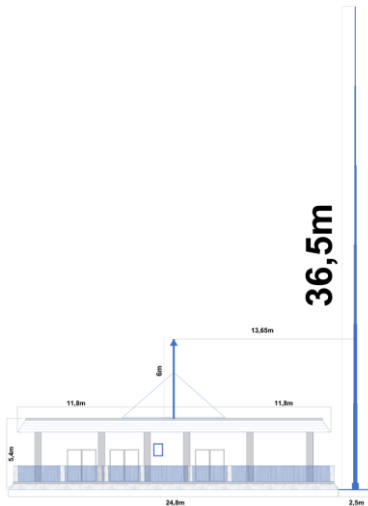
Gambar 2. Kecuraman Arus Petir sub-tropis (hitam) diukur oleh Prof. Berger dan tropis (merah) diukur oleh Prof. Zoro[9]

Tabel 1 Parameter Petir Tropis oleh Prof. Reynaldo Zoro [8]

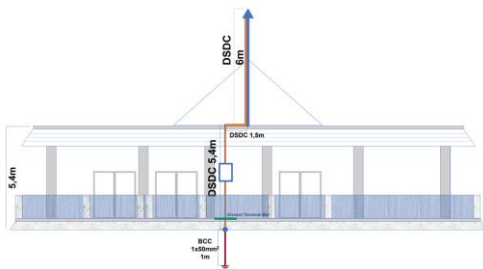
Karakteristik Petir			Petir Positif	Petir Negatif
Arus Puncak (i)	Maksimal	Tangkuban Perahu	280 kA	298 kA
		Jawa Barat	335 kA	392 kA
	Probabilitas 50%		40 kA	18 kA
	Rata-rata		41 kA	30 kA
Kecuraman Arus (di/dt)	Maksimal		119 kA/μs	120 kA/μs
	Probabilitas 50%		30 kA/μs	20 kA/μs
Intensitas Sambaran (Sambaran/km²/tahun)			4,1-12,4 kA/μs	1,5-3,8 kA/μs
Total Intensitas Sambaran (Sambaran/km²/tahun)			7,9-15,5 kA/μs	

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Tinggi dan Jarak Instalasi Peralatan Proteksi Petir
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 4. Panjang Instalasi Konduktor Proteksi Petir *Equipment Room*
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 2 Data Karakteristik Petir Area Stasiun KRL Pasar Minggu

Iklim	Tropis
Arus Puncak Petir (i) (Probabilitas 50%)	40 kA
Kecuraman Arus Petir (di/dt)	30 kA/ μ s

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 2 dimana wilayah Stasiun KRL Pasar Minggu termasuk ke dalam iklim tropis karena berada di Indonesia, maka digunakan rumus Amstrong & Whitehead (Tropis) yaitu:

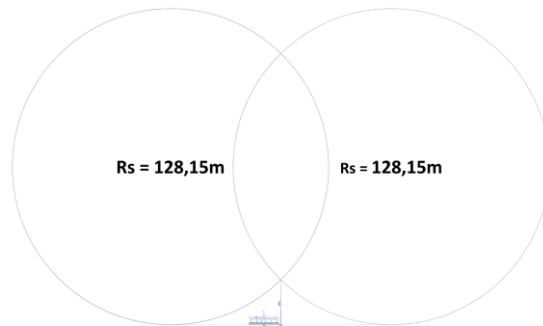
$$R_s = 6,7 \cdot I^{0,8}$$

Maka jarak sambaran berdasarkan persamaan (1):

$$R_s = 6,7 (40)^{0,8}$$

$$R_s = 128,15 \text{ m}$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa jarak sambaran petir dengan kondisi Arus Puncak $I = 40$ Ka menghasilkan jari-jari bola gelinding sebesar 128,15m atau diameter bola gelinding sebesar 256,3 m.



Gambar 5. Analisa Jarak Sambaran Petir
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Maka dapat dihitung sudut perlindungan petir pada masing-masing sistem proteksi antara *equipment room* rumus dan tower *monopole*.

Jarak sambaran ESE berdasarkan persamaan (2):

$$\Delta L = v \times \Delta t$$

$$\Delta L = (1,4) (60)$$

$$\Delta L = 84 \text{ m}$$

Jarak sambaran total berdasarkan persamaan (3):

$$R_{se} = R_s + \Delta L$$

$$R_{se} = 128,15 + 84$$

$$R_{se} = 212,15 \text{ m}$$

Sudut perlindungan berdasarkan persamaan (4):

$$\alpha = \sin^{-1}(1 - (h/R_{se}))$$

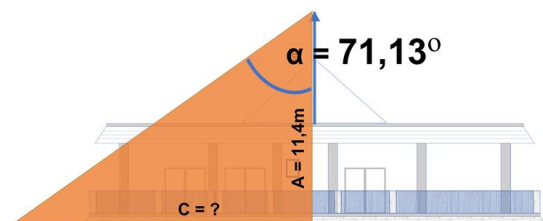
$$\alpha = \sin^{-1}(1 - (11,4/212,15))$$

$$\alpha = \sin^{-1}(1 - 0,05373556445910912090502003299552)$$

$$\alpha = \sin^{-1}(0,94626443554089087909497996700448)$$

$$\alpha = 71,131701406258315310811502528121^\circ$$

$$\alpha = 71,13^\circ$$

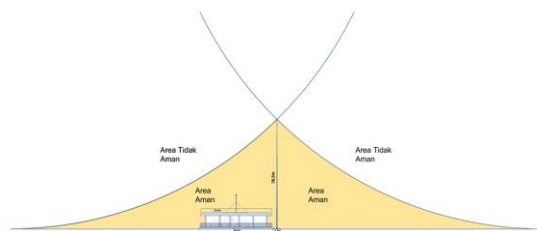


Gambar 6. Informasi untuk Perhitungan Jari-Jari Alas Kerucut *Equipment Room*
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Berdasarkan persamaan (5) maka dapat dihitung elevasi tegangan.

$$\begin{aligned} V_{\max} &= I \times R + L(di/dt) \\ V_{\max} &= 40 \times 0,54 + ((0,026 \times 17,2) + (1 \times 1))(30) \\ V_{\max} &= 21,6 + (0,4472 + 1)(30) \\ V_{\max} &= 21,6 + (1,4472)(30) \\ V_{\max} &= 21,6 + 43,416 \\ V_{\max} &= 65,016 \\ V_{\max} &= 65,02 \text{ kV} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan radius jarak sambaran petir sebesar $R_s = 128,15\text{m}$ dimana bangunan *equipment room* dan tower *monopole* masih berada di dalam area terlindungi oleh sistem proteksi tower *monopole* yang ditunjukkan dengan area berwarna kuning, sedangkan area berwarna putih menunjukkan area yang terkena radius sambaran petir.



Gambar 7. Analisa Jarak Sambaran Petir
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

4. KESIMPULAN

Hasil identifikasi area perlindungan petir pada *equipment room* dan tower *monopole* telekomunikasi Stasiun KRL Pasar diketahui bahwa dengan mengaplikasikan metode bola gelinding dari metode *rollingsphere*, bangunan *equipment room* sudah aman dari jarak sambaran petir dengan $R_s = 128,15 \text{ m}$ dikarenakan sudah terlindungi oleh sistem proteksi petir eksternal dari tower *monopole* telekomunikasi yang telah terpasang pada ketinggian 36,5 m. Maka untuk membantu perlindungan area yang aman dari jarak sambaran petir tersebut terdapat sistem proteksi eksternal pada masing-masing bangunan dimana pada *equipment room* dilengkapi dengan sistem proteksi petir konvensional metode Franklin yang dipasang di titik tengah bangunan menggunakan *early*

streamer emission pada ketinggian 6 m dari atap *equipment room* yang memiliki ketinggian 5,4 m, sedangkan pada tower *monopole* telekomunikasi dilengkapi dengan sistem proteksi petir konvensional metode Franklin saja yang dipasang di ujung atas tower dengan ketinggian 36,5 m. Penggunaan *early streamer emission* (ESE) terbukti mampu memperluas radius perlindungan petir bangunan *equipment room* dengan radius atau jari-jari alas kerucut sebesar 33,35 m dengan sudut perlindungan $\alpha = 71,13^\circ$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wikipedia, "Stasiun Pasar Minggu," 2025. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Stasiun_Pasar_Minggu. [Accessed: 22-Mar-2025].
- [2] D. J. P. Kementerian Perhubungan, "Bidang peningkatan fasilitas operasi kereta api jabodetabek," *J. Perkeretaapi. Indones.*, p. 4, 2022.
- [3] D. J. P. Kementerian Perhubungan, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomer 44 Tahun 2018 Tentang PERSYARATAN TEKNIS PERALATAN PERSINYALAN PERKERETAAPIAN," *Menteri Perhub. Republik Indones.*, p. 50, 2018.
- [4] J. A. I. Paski, Y. H. Permana, and A. S. Pertiwi, "Analisis Sebaran Petir Cloud To Ground (Cg) Di Wilayah Jabodetabek Pada Tahun 2016," no. January 2017, pp. SNF2017-EPA-65-SNF2017-EPA-72, 2017.
- [5] S. Committee IEEE, *IEEE Std 998 Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations*, vol. 1996, no. April. 2002.
- [6] R. Zoro and F. Pambudi, *Lightning Protection System Analysis on Palembang Light Rail Transit Station*. IEEE, 2019.
- [7] R. Zoro, G. K. M. Atmajaya, and B. Denov, "Lightning Protection System for High Voltage Transmission Line in Indonesia," *Proc. 2nd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. Towar. Sustain. Reliab. Power Deliv. ICHVEPS 2019*, no. November 2021, 2019.
- [8] I. Hendratama, B. Denov, and R. Zoro,

- “Lightning Protection System Standardization on Indonesian Railway Transportation Facilities.”
- [9] R. Zoro, “Tropical Lightning Current Parameters and Protection of Transmission Lines,” *Int. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 11, pp. 506–514, 2019.

ANALISIS KONSUMSI DAN PENETAPAN KOEFISIEN BAHAN BAKAR SOLAR PADA KENDARAAN TRUCK MIXER DAYA ANGKUT 28 TON KAPASITAS 7 M3 DI PT. X PLANT X

Pedro Da Silva

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
pedrodasilva@itbu.ac.id

Abstrak

Truck Mixer (TM) merupakan salah satu alat mekanis yang menjadi alat angkut utama dan alat pengaduk pada kegiatan produksi beton. Dalam penggunaannya TM membutuhkan berbagai kebutuhan operasional, salah satunya adalah kebutuhan bahan bakar minyak (solar). Biaya bahan bakar yang lebih tinggi dari perkiraan mengurangi margin keuntungan PT X dan menghambat kemampuan perusahaan untuk bersaing dalam industri konstruksi. Tanpa penetapan Koefisien bahan bakar solar yang jelas, operator dan manajemen kesulitan dalam merencanakan anggaran bahan bakar dan memperbaiki efisiensi kendaraan. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis konsumsi bahan bakar dan penentuan koefisien bahan bakar solar kendaraan *truck mixer* pada PT X plant X. Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *full to full* dengan menghitung konsumsi stasioner, konsumsi dinamis, dan koefisien solar. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai konsumsi bahan bakar stasioner sebesar 4,8 liter/jam dan konsumsi bahan bakar dinamis sebesar 2,5 km/liter. Dengan kedua nilai tersebut dan ritase TM pada periode selama periode pengamatan bulan Februari sampai dengan April didapatkan kebutuhan bahan bakar total mencapai 38.406 liter, dengan jangka waktu 89 hari maka rata-rata konsumsi harian sebesar 432 liter/hari. Dari hasil penelitian perhitungan rata-rata koefisien bahan bakar solar sebesar 1,95 liter/m³. Nilai ini menunjukkan bahwa untuk setiap 1 m³ beton yang didistribusikan, dibutuhkan sekitar 1,95 liter solar. Faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar meliputi: jumlah trip dan jarak tempuh, kondisi lalu lintas dan topografi, kapasitas muatan, waktu *idle* (mesin menyala tanpa bergerak), kondisi teknis kendaraan, serta perilaku pengemudi (*driving behavior*).

Kata Kunci : Truck Mixer, Konsumsi bahan bakar, koefisien, perilaku pengemudi

1) PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan industri khususnya bidang konstruksi, maka semakin berkembang juga penggunaan teknologi peralatan konstruksi. Alat-alat konstruksi memegang peranan penting dalam kelancaran pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Produktivitas kerja alat yang baik dapat mempersingkat waktu pelaksanaan dan memperlancar kelangsungan proyek tersebut. Alat berat yang ada harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi bangunan tersebut dan juga harus memperhatikan keadaan lapangan.

PT X merupakan perusahaan swasta di bidang industri beton, konstruksi, dan jasa investasi yang terdiri dari berbagai sektor bisnis yang saling terintegrasi. Peningkatan mutu dan kualitas beton yang kontinu menjadi fokus utama dalam pelayanan sebuah perusahaan. Salah satu aspek yang mempengaruhi mutu dan kualitas beton adalah proses pengiriman

beton dari tempat produksi menuju ke lokasi proyek (*customer*).

Truck Mixer (TM) merupakan salah satu alat mekanis yang menjadi alat angkut utama pada kegiatan produksi beton. Untuk menjaga mutu dan kualitas beton maka perlu memaksimalkan produktivitas kinerja TM. Dalam penggunaannya TM membutuhkan berbagai kebutuhan operasional, salah satunya adalah kebutuhan bahan bakar minyak (solar). Banyak faktor yang mempengaruhi besar atau kecilnya konsumsi bahan bakar TM. Di antaranya adalah jarak tempuh, kondisi jalan dan lalu lintas, volume isi, waktu bongkar muatan dan driver. Konsumsi bahan bakar *truck mixer* dalam perjalanan menuju lokasi proyek berbanding lurus dengan biaya produksi yang dibutuhkan.

Biaya bahan bakar yang lebih tinggi dari perkiraan mengurangi margin keuntungan PT X dan menghambat kemampuan perusahaan untuk bersaing dalam industri konstruksi. Tanpa

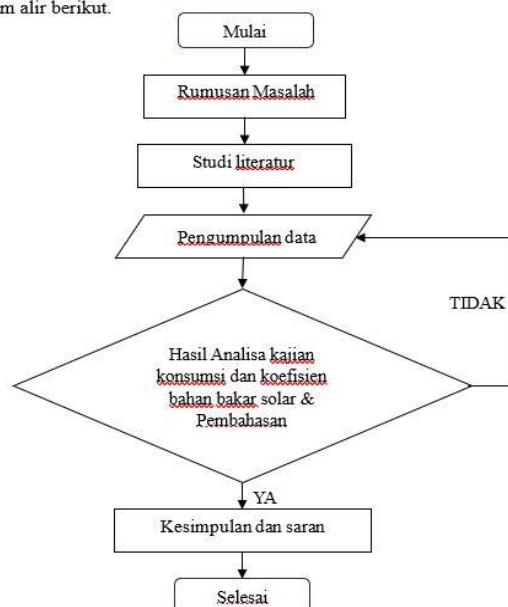
penetapan koefisien bahan bakar solar yang jelas, operator dan manajemen kesulitan dalam merencanakan anggaran bahan bakar dan memperbaiki efisiensi kendaraan.

Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis konsumsi bahan bakar dan penentuan koefisien bahan bakar solar kendaraan *truck mixer* pada PT X plant X sehingga produktifitas *truck mixer* dapat dikontrol dan dapat mengetahui kebutuhan bahan bakar solar untuk bulan selanjutnya.

2) METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Diagram Alur Penelitian

ram alir berikut.



Gambar 1 Diagram alir kajian konsumsi dan koefisien bahan bakar solar TM
Sumber: Penelitian Mandiri 2025

2.2. Cara Pengumpulan Data

Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *full to full*. Metode ini digunakan untuk menghitung seberapa besar konsumsi bahan bakar tersebut (Maulana:2024).

1. Pengukuran jarak tempuh TM

Pengukuran jarak tempuh TM diambil dari lokasi Plant X menuju lokasi proyek tempat TM menuang beton. Pengukuran jarak tempuh tersebut menggunakan aplikasi Google Maps. Metode ini dianggap

efisien dan praktis, mengingat kemampuan Google Maps dalam memberikan data yang akurat dan waktu perjalanan yang realistis.

2. Pengukuran volume bahan bakar dalam keadaan stasioner

Pengukuran kebutuhan volume BBM dalam keadaan stasioner diambil dari penggunaan BBM saat TM dalam kondisi tidak berjalan (*idle*). Pengukuran ini dilakukan saat TM berada di plant dengan mengukur volume awal BBM dan mesin TM dinyalakan selama 1 jam. Perubahan volume selama 1 jam dicatat sebagai kebutuhan volume stasioner. Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak 3 kali pada semua TM sehingga didapatkan volume rata-rata konsumsi per jam pada kondisi stasioner.

3. Pengukuran volume bahan bakar dalam keadaan dinamis

Pengukuran kebutuhan volume BBM dalam keadaan dinamis diambil dari penggunaan BBM saat dalam kondisi TM melakukan perjalanan dari plant menuju lokasi proyek. Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur volume awal BBM saat TM masih berada di plant lalu berjalan menuju lokasi proyek dan volume akhir setelah TM menuang beton kemudian kembali ke plant. Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak 5 kali pada lokasi proyek yang sama sehingga didapatkan volume rata-rata konsumsi per kilometer pada kondisi dinamis. Kemudian lakukan pengukuran tersebut dengan asumsi proyek lain dengan armada yang berbeda dan ambil sampel seperti pengukuran sebelumnya.

4. Validasi nilai stasioner dan nilai dinamis

Wawancara dilakukan untuk memvalidasi penghitungan nilai stasioner dan nilai dinamis. Teknis

wawancara adalah wawancara terstruktur, yaitu wawancara kepada informan kunci (*key person*). Informan kunci sebanyak 6 orang, yaitu perwakilan sopir TM pada shift pagi dan shift malam dengan masing-masing perwakilan 3 sopir TM setiap shift.

3) HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar Stasioner

Pengukuran konsumsi bahan bakar dibagi menjadi dua macam yaitu konsumsi bahan bakar stasioner dan dinamis. Pada pengukuran konsumsi bahan bakar stasioner dihitung menggunakan rata-rata volume awal dan volume akhir pada kondisi stasioner. Kondisi stasioner adalah kondisi saat mesin *truck mixer* menyala namun tidak bergerak atau bergerak sangat pelan. Kondisi ini juga sering disebut dengan keadaan *idle*.

Penelitian ini melibatkan 11 TM yang digunakan untuk mengangkut beton *readymix* di plant X. Volume awal yang diisi pada tangki TM untuk pengukuran stasioner adalah 10 liter. Setelah TM diisi bahan bakar kemudian mesin TM dinyalakan dengan posisi tidak bergerak (*idle*) selama kurun waktu 60 menit atau 1 jam. Selama pengukuran, bahan bakar TM hanya dinyalakan untuk memutar tangki *mixer* pada putaran *idle* saja. Setelah kurun waktu yang ditentukan, volume konsumsi bahan bakar di tangki TM dihitung kembali. Pengukuran sisa bahan bakar pada tangki TM disebut volume akhir saat kondisi stasioner (V_{BS}). Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak 3 kali percobaan pada 11 TM yang berbeda.

Tabel 3.1.1 Pengukuran perhitungan stasioner dalam waktu 1 jam (*Trial 1*)

No	No TM	Solar Awal (liter)	Solar Akhir (liter)	Konsumsi (liter/jam)
1	TM589	10	4,8	5,2
2	TM600	10	4,9	5,1
3	TM637	10	5,4	4,6
4	TM668	10	4,9	5,1
5	TM681	10	5,5	4,5
6	TM686	10	5,2	4,8
7	TM708	10	5,4	4,6
8	TM914	10	5,2	4,8
9	TM935	10	5,6	4,4
10	TM946	10	5,3	4,7
11	TM956	10	5,6	4,4
JUMLAH		10	5,3	4,7

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Mencari volume konsumsi stasioner menggunakan rumus :

$$V_s = V_{AS} - V_{BS}$$

Keterangan:

V_s = volume konsumsi stasioner (ℓ)

V_{AS} = volume solar awal stasioner (ℓ)

V_{BS} = volume solar akhir stasioner (ℓ)

Maka :

$$V_s = V_{AS} - V_{BS}$$

$$= 10 - 5,3$$

$$= 4,7 \text{ liter}$$

Tabel 3.1.2 Pengukuran perhitungan stasioner dalam waktu 1 jam (*Trial 2*)

No	No TM	Solar Awal (liter)	Solar Akhir (liter)	Konsumsi (liter/jam)
1	TM589	10	4,8	5,2
2	TM600	10	5	5
3	TM637	10	5,2	4,8
4	TM668	10	5	5
5	TM681	10	5,4	4,6
6	TM686	10	5,2	4,8
7	TM708	10	5,3	4,7
8	TM914	10	5,3	4,7
9	TM935	10	5,2	4,8
10	TM946	10	5,3	4,7
11	TM956	10	5,4	4,6
JUMLAH		10	5,2	4,8

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan rumus yang sama dengan table 3.1.1 maka :

$$V_s = V_{AS} - V_{BS}$$

$$= 10 - 5,2$$

$$= 4,8 \text{ liter}$$

Tabel 3.1.3 Pengukuran perhitungan stasioner dalam waktu 1 jam (*Trial 3*)

No	No TM	Solar Awal (liter)	Solar Akhir (liter)	Konsumsi (liter/jam)
1	TM589	10	4,9	5,1
2	TM600	10	4,9	5,1
3	TM637	10	5,5	4,5
4	TM668	10	4,9	5,1
5	TM681	10	5,4	4,6
6	TM686	10	5,2	4,8
7	TM708	10	5,6	4,4
8	TM914	10	5,2	4,8
9	TM935	10	5,4	4,6
10	TM946	10	5,6	4,4
11	TM956	10	5,3	4,7
JUMLAH		10	5,3	4,7

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan rumus yang sama dengan table 3.1.1 maka :

$$\begin{aligned}
 V_s &= V_{AS} - V_{BS} \\
 &= 10 - 5,2 \\
 &= 4,7 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.1.4 Rata-rata volume konsumsi stasioner dari 3 kali *trial*.

No	Durasi idle (menit)	Solar Awal Rata2 (litr)	Solar Akhir Rata2 (litr)	Konsumsi (litr/jam)
<i>Trial 1</i>	60	10	5,3	4,7
<i>Trial 2</i>	60	10	5,2	4,8
<i>Trial 3</i>	60	10	5,3	4,7
Rata-rata				4,8

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Kesimpulan dari 3 kali pengukuran perhitungan konsumsi bahan bakar stasioner rata-rata sebesar **4,8 liter/jam**.

3.2 Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar Dinamis

Pada pengukuran konsumsi bahan bakar dinamis dihitung menggunakan rata-rata konsumsi bahan bakar dari awal *truck mixer* berjalan menuju lokasi proyek dengan posisi membawa beton *readymix*, lalu saat dilokasi proyek melakukan proses tuang beton *readymix* hingga selesai dan *truck mixer* perjalanan pulang kembali menuju plant. Kondisi pengukuran konsumsi bahan bakar dinamis dilakukan dalam keadaan *traffic* lancar atau tidak ada macet. Sehingga konsumsi bahan bakarnya lebih stabil.

Penelitian pengukuran konsumsi dinamis ini melibatkan 5 *truck mixer* yang digunakan untuk mengangkut beton *readymix* dan dengan 3 tujuan proyek yang berbeda sehingga didapatkan pembandingan untuk setiap pengukuran. Akan tetapi 5 *truck mixer* yang digunakan dalam pengukuran tidak harus sama nomornya. Volume awal yang diisi pada tangki TM untuk pengukuran dinamis adalah 20 liter. Setelah TM diisi bahan bakar kemudian TM melakukan perjalanan ke lokasi proyek dan dilakukan penuangan beton *readymix* di lokasi pengecoran. Dan setelah melakukan penuangan beton *readymix*, selanjutnya TM perjalanan pulang menuju plant dan dilakukan pengukuran kembali sisa konsumsi bahan bakar solar di tangki TM. Dari hasil pemakaian bahan bakar tersebut kemudian dibagi dengan jarak pulang-pergi lokasi proyek dengan lokasi plant sehingga di dapatkan nilai volume konsumsi bahan bakar dalam kondisi dinamis (V_d). Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan menggunakan kendaraan TM yang lebih bervariasi serta dengan sampel 3 proyek yang berbeda.

Tabel 3.2.1 Pengukuran perhitungan konsumsi dinamis untuk proyek Sekawan-Kampus Esa Unggul (*Trial 1*-jarak 18,2 km)

No	No TM	Solar Awal (litr)	Solar Akhir (litr)	Pemakaian (litr)	Jarak (km)	Konsumsi (km/litr)
1	TM589	20,0	11,7	8,3	18,2	2,2
2	TM637	20,0	12,5	7,5	18,2	2,4
3	TM681	20,0	13,2	6,8	18,2	2,7
4	TM708	20,0	12,5	7,5	18,2	2,4
5	TM946	20,0	13,1	6,9	18,2	2,6
RATA-RATA				7,3	18,2	2,5

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Mencari volume konsumsi dinamis menggunakan rumus :

$$V_d = \frac{s}{(V_{Ad} - V_{Bd})}$$

Keterangan:

V_d = volume konsumsi dinamis (km/ℓ)

s = jarak lokasi proyek dari plant pulang pergi (km)

V_{Ad} = volume awal saat pengukuran dinamis (ℓ)
 V_{Bd} = volume akhir saat pengukuran dinamis (ℓ)
Maka :

$$V_d = \frac{s}{(V_{Ad} - V_{Bd})}$$

$$= \frac{18,2}{(20-12,6)}$$

$$= \frac{18,2}{7,3} = 2,5 \text{ km/liter}$$

Tabel 3.2.2 Pengukuran perhitungan konsumsi dinamis untuk proyek Nusa Raya Cipta-RS Mayapada Jaktim (Trial 2-jarak 4,7 km)

No	No TM	Solar Awal (ltr)	Solar Akhir (ltr)	Pemakaian (ltr)	Jarak (km)	Konsumsi (km/ltr)
1	TM 600	20,0	17,7	2,3	4,7	2,0
2	TM 668	20,0	17,9	2,1	4,7	2,2
3	TM 686	20,0	18,3	1,7	4,7	2,8
4	TM 788	20,0	18,2	1,9	4,7	2,5
5	TM 956	20,0	18,3	1,7	4,7	2,8
RATA-RATA				1,9	4,7	2,5

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan rumus yang sama dengan table 3.2.1 maka :

$$V_d = \frac{s}{(V_{Ad} - V_{Bd})}$$

$$= \frac{4,7}{(20-18,1)}$$

$$= \frac{4,7}{1,9} = 2,5 \text{ km/liter}$$

Tabel 3.2.3 Pengukuran perhitungan konsumsi dinamis untuk proyek Muri Agung-Papa Jaya (Trial 3-jarak 23,8 km)

No	No TM	Solar Awal (ltr)	Solar Akhir (ltr)	Pemakaian (ltr)	Jarak (km)	Konsumsi (km/ltr)
1	TM 589	20,0	10,4	9,6	23,8	2,5
2	TM 637	20,0	10,5	9,5	23,8	2,5
3	TM 711	20,0	10,8	9,3	23,8	2,6
4	TM 914	20,0	10,7	9,3	23,8	2,6
5	TM 935	20,0	11,0	9,0	23,8	2,6
RATA-RATA				9,3	23,8	2,6

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan rumus yang sama dengan table 3.2.1 maka :

$$V_d = \frac{s}{(V_{Ad} - V_{Bd})}$$

$$= \frac{23,8}{(20-10,7)}$$

$$= \frac{23,8}{9,3} = 2,6 \text{ km/liter}$$

Tabel 3.2.4 Rata-rata volume konsumsi dinamis dari 3 kali trial.

No	Jarak Tempuh (km)	Konsumsi Rata2 (ltr)	Konsumsi dinamis (km/ltr)
Trial 1	18,20	7,4	2,5
Trial 2	4,7	1,9	2,5
Trial 3	23,8	9,3	2,6
Rata-rata			2,5

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Kesimpulan dari 3 kali pengukuran perhitungan konsumsi bahan bakar dinamis rata-rata sebesar 2,5 km/liter.

3.3 Pengukuran Kebutuhan Bahan Bakar Solar Total

Untuk menghitung kebutuhan solar total yang dihitung dalam 1 bulan penuh menggunakan rumus :

$$\sum \text{kebutuhan solar} = (\bar{V}_s \times \text{ritase}) + \left(\frac{\sum s \times \text{ritase}}{\bar{V}_d} \right)$$

Keterangan:

$\sum \text{kebutuhan solar}$ = total kebutuhan bahan bakar yang digunakan untuk lokasi proyek (ℓ).

$\sum s$ = total total jarak tempuh TM dari plant ke lokasi proyek (km)

$\bar{V}_s$ = nilai kebutuhan volume stasioner (ℓ/jam)

$\bar{V}_d$ = nilai kebutuhan volume dinamis (km/ℓ)

Tabel 3.3.1 Pengukuran perhitungan solar total pada bulan Februari

No	Kontraktor	Nama Proyek	Volume	Jarak PP	Ritase	Total KM	Keb Solar Total
1	Muhammad Noer BP	JALAN Pongpes At Tagwa Put	56	26	8	208	122
2	Nuryanto BP	Gudang	22,3	24	4	64	33
3	PT. AERI KARYA PRATA	PT. GFC Indonesia Terminal	1136	2	171	342	958
4	PT. ALFA BANGUN NUS	SBUS TRANSBUSWAY	43	11	8	88	74
5	PT. ASYURA PUTRI MAN	Pembangunan Gudang Trans	31	26	6	156	91
6	PT. BHATARA GLOBAL	PT. Interasis	42	21	7	147	92
7	PT. BHATARA GLOBAL	PT. Utama Konstruksi Baja	52	10	8	80	70
8	PT. CIAWENINDO MITR	LAUTAN ORGANO WATER (P	36	27	7	189	109
9	PT. DEVA KARYA VEGES	Cor Lantai	35	12	5	60	48
10	PT. GARUDA UTAMA	R Muhyar Pusponegoro, BIG	29	20	5	100	64
11	PT. HASTA BANGUN IM	GRAND DUTA CITY	26	24	4	96	58
12	PT. HASTA BANGUN IM	Grand Duta City	24	24	4	96	58
13	PT. IKAGRIYA DARMAPI	DPL9	26	26	5	130	76
14	PT. JAYA KONSTRUKSI	1334 / PEMBANGUNAN RIUN	308	18	49	882	588
15	PT. MESINDO TEKNIK	PT. Mesindo Teknisi Rort	72	14	14	196	146
16	PT. MITRA TATA ABADI	Proyek Marunda Center	69	25	11	275	163
17	PT. MULYA MUTIARA S	Proyek Perumahan Grand Ar	126	27	18	486	281
18	PT. MURI AGUNG ABAD	0808 - PAPA JAYA AGUNG	442	19	81	1.539	1.004
19	PT. MURI AGUNG ABAD	0796-COLD STORAGE GENES	315	27	45	1.215	702
20	PT. NINDYA KARYA	Proyek Pembangunan Polide	47,5	26	8	208	122
21	PT. NUGROHO TEKNIK	Marunda Center, Kav. Amste	81	26	14	364	213
22	PT. NUSA RAYA CIPTA	MAYAPADA HOSPITAL JAKAR	250,6	4	39	156	250
23	PT. PEMBANGUNAN PE	KALIBURU TAHAP 1B	684,5	26	116	3.016	1.763
24	PT. PULAUJANTAN BAJA	Cells Warehouse#2 Cahung	73,5	2	16	32	90
25	PT. RAJA JAYA TEKNIK	APIW MUJARA TAWAR Bekasi	118	28	22	616	352
26	PT. REDIEKI ALAM SEMI	BPK KEVIN WIBOWO-SBK	48	21	7	147	92
27	PT. REDIEKI ALAM SEMI	BPK SUDIMAN	107	20	16	320	205
28	PT. REDIEKI ALAM SEMI	BPK HAJI SYAIFUL-SBK	29	21	5	105	66
29	PT. Rorica Jaya Abadi	lantai Lapangan	34,5	20	5	100	64
30	PT. SEKAWAN TRIASA	Universitas Esa Unggul	607,5	17	93	1.581	1.079
31	PT. SERA BANYU URIP	PT. Citykey Construction Eng	1324,5	20	228	4.560	2.918
32	PT. SUADI MAJU TERU	Gudang Igusti Ngrah Rai	93	20	14	280	179
33	PT. TRIMATRA BANGUN	Perumahan Metland Menter	98	15	17	255	184
34	PT. TRIOLIS GLOBAL EN	AETRA AIR JAKART - CDC	35	20	5	100	64
35	PT. VICTORY UTAMA K	Sekolah Chevalier - PIK 2	35	27	5	135	78
36	PT. WASKITA KARYA (P	Gedung Kedutaan Besar Indi	42	28	6	168	96
37	PT. ZIVANDRA SUKSES	Plot Wall Foundation Projec	35	22	6	132	82
			8.529,6	1.377	25.023	16.619	

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan menggunakan rumus kebutuhan solar total, maka :

$$\begin{aligned} \Sigma \text{kebutuhan solar} &= (4,8 \times 8) + \left(\frac{26 \times 8}{2,5} \right) \\ &= 38,4 + 83,2 \\ &= \mathbf{121,6 \ell} \text{ pembulatan } \mathbf{122 \ell} \end{aligned}$$

Setelah semua proyek dihitung dengan rumus diatas kemudian di jumlahkan maka didapatkan nilai kebutuhan solar total selama bulan Februari sebesar **16.619** liter.

Tabel 3.3.2 Pengukuran perhitungan solar total pada bulan Maret

No	Kontraktor	Nama Proyek	Volume	Jarak PP	Ritase	Total KM	Keb Solar Total
1	INDOPENTA - TIRTA SARANA	Pembangunan Jaringan Perpipaan	36,5	23	6	138	81
2	Indri, Ibu	Jl. Lio 2	23	12	5	60	48
3	Jekson BP	Jalan	43	15	7	105	70
4	Paripyo Bp	Masjid Darul Muttaqien	28	20	5	100	64
5	PERUSAHAAN PERSEROAN	Tol Harbour Road II Section 1 : Ancol	245	26	35	910	531
6	PT CITICON ADMINUGRAHA	Proyek GIS 500kv Bekasi	26,5	21	5	105	66
7	PT INDO KARYA ELEKTRIK M	USS Plumpang	45	12	7	84	157
8	PT. AERI KARYA PRATAMA	PT. GEC Indonesia Terminal (Depo	506,5	2	89	178	498
9	PT. AERI KARYA PRATAMA	PT. MITSU-SOKO INDONESIA	134	2	21	42	118
10	PT. ALLEGRA MITRA PERKAS	RM ALURE	31,5	20	5	100	64
11	PT. AMARO SUKSES BERSAM	Pembangunan Gedung Radiorama	84	15	12	180	130
12	PT. ASTURA PUTRI MANDIRI	Pembangunan Gudang Transit Fios	25	25	4	100	59
13	PT. ATHALLA BAYU TEKNIK	Pengecoran Jalan Raya Timaha	111	27	16	432	250
14	PT. BANGUN KREASI ESTIKA	RUKO	23	12	4	48	38
15	PT. BHATARA GLOBAL SEJAH	PT. Bumi Permata Kencana	147	27	21	567	309
16	PT. CAHAYA BANGUNAN K	MODERN MANSION GARDEN	94	14	15	210	150
17	PT. DECORIENT PARTAYA IN	Summarecon Mall Bekasi 2	42	24	6	144	86
18	PT. DEVA KARYA VEGESINDO	BP Aidi	28	24	4	96	58
19	PT. DNA NATA ENJINIRING	SPBU BP AKR JGC	170	26	27	702	410
20	PT. FURTAU MOELLIA	PT. Barolagam MultiJaya	278	26	45	1.170	684
21	PT. HALOYA DHARMA PERSA		58,5	25	10	250	148
22	PT. JAGAT KONSTRUKSI ABDA	Air Bersih Spam Buaran	73	19	11	209	136
23	PT. JAYA KONSTRUKSI MANG	1334 / PEMBANGUNAN RIUNG TOW	567	17	89	1.513	1.032
24	PT. KOLEGA DWI SEMESTA	Agung Public Warehouse	67	21	13	273	172
25	PT. MITRA TATA ABADI BERK	Proyek, Marunda Center	73	26	12	312	182
26	PT. MULYA MUTIARA SEJAH	Proyek Perumahan Grand Ananda	161	27	23	621	359
27	PT. MURI AGUNG ABADI	0808 - PAPA JAYA AGUNG	503	19	88	1.672	1.091
28	PT. MURI AGUNG ABADI	0798-COLD STORAGE GENESIS GARN	209	26	31	806	473
29	PT. NINDYA KARYA	PEKERJAAN DESIGN AND BUILD PERB	59	25	9	225	130
30	PT. NUSA RAYA CIPTA TBK	MAYAPADA HOSPITAL JAKARTA TIM	759,5	5	117	585	796
31	PT. PEMBANGUNAN PERUM	KALIBARU TAHAP 1B	175	27	30	810	468
32	PT. PESONA GRAHA SEMERB	Hotel	28	21	4	84	53
33	PT. PRABA GUNA NUSANTARA	Pengecoran Jalan	116	20	17	340	214
34	PT. RAJA JAYA TEKNIK	APW MUARA TAWAR Bekasi utara	21	29	4	116	66
35	PT. REDIKI ALAM SEMESTA	BPX SUDIMAN	173	15	28	420	301
36	PT. REDIKI ALAM SEMESTA	BPX SLAMET DWYANTO	21	21	3	63	40
37	PT. SAKTIJAN MAJU ABADI	PT. SEMBILAN JAYA AGUNG - Power	33	22	5	110	68
38	PT. SEKAWAN TRIASA	Universitas Esa Unggul	74	15	16	240	173
39	PT. SERA BANYU LIRIP	PT. Citykey Construction Engineerin	1032	21	175	3.675	2.319
40	PT. TARUWARA BENDARA ES	Project 98 Bu Yana (Rumah Tinggal)	28	21	4	84	53
41	Tejeh, Bp	0810 - PAPA JAYA AGUNG	584	21	27	507	362
42	WASITA - NINDYA	1RS KSP PROYEK IRT JAKARTA ESA 1B VELO	378	25	54	1.350	799
43	YANUARJAWAN RAHMADI BP	SPAM SEGEMEN 3 JATILUHUR CAKUNG	64	22	13	286	177
			7.792,0	1.266	22.728	15.168	

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti pada bulan Februari, maka untuk bulan Maret didapatkan nilai kebutuhan solar total sebesar **15.168** liter.

Tabel 3.3.3 Pengukuran perhitungan solar total pada bulan April

No	Kontraktor	Nama Proyek	Volume	Jarak PP	Ritase	Total KM	Keb Solar Total
1	Bp. Burhanudin	Ruko Sentra Niaga 6	45	17	7	119	81
2	CV. WIJAYAMAS MAKMUR	Pekerjaan Pembuatan Badan Jalan, K	22	27	4	108	62
3	Is Uleahih Ibu	Rumah Tinggal Jln Rotolan 9	14	13	3	69	42
4	Mubarak BP	Rumah Tinggal 3 lantai	22	15	4	60	43
5	PERUSAHAAN PERSEROAN (PE	Tol Harbour Road II Section 1 : Ancol	175	28	25	700	400
6	PT. ACSET INDONESIA TBK	PROJECT UT SMART WAREHOUSE	34	19	6	114	74
7	PT. ASUKA ENGINEERING INDO	GMP Chrysalis Project	34,5	20	8	160	102
8	PT. BELIA AGUNG ABADI	Seding Center	66	21	10	210	152
9	PT. BHATARA GLOBAL SEJAH	0808 - PAPA JAYA AGUNG	503	19	88	1.672	1.091
10	PT. BINA BAHANA GEMILANG	PT PERTAMINA JAKARTA - TJ PRIOK	21	26	3	78	46
11	PT. CRUZINDO UTAMA JAYA	Pekerjaan Perbaikan Lantai Gudang C	120	12	18	216	173
12	PT. DNA NATA ENJINIRING	SPBU BP AKR JGC	106	5	18	90	122
13	PT. ESAF TALENTA MANDIRI	PT. Citykey Construction Engineering	185,5	20	32	640	410
14	PT. GINEKA KARYA TEKNOLOGI	GREGOR CONSULTING & CONTRACTO	83	21	13	273	172
15	PT. GUNAWANZA ARTHATAMA	Terminal Pulogadung	27	18	5	90	60
16	PT. INDOJAYA BERKAH BERSAM	Abdul Yusup	24	21	4	84	53
17	PT. JAGAT KONSTRUKSI ABDA	Air Bersih Spam Buaran	33,5	20	5	100	64
18	PT. JAYA KONSTRUKSI MANG	1334 / PEMBANGUNAN RIUNG TOWE	167,5	17	29	493	336
19	PT. KOLEGA DWI SEMESTA	Agung Public Warehouse	19,5	15	3	45	31
20	PT. MURI AGUNG ABADI	0808 - PAPA JAYA AGUNG	294,5	19	52	988	645
21	PT. MURI AGUNG ABADI	0798-COLD STORAGE GENESIS GARNE	64	25	10	250	148
22	PT. NINDYA KARYA	PEKERJAAN DESIGN AND BUILD PERB	589	23	98	2.254	1.372
23	PT. NUSA RAYA CIPTA TBK	MAYAPADA HOSPITAL JAKARTA TIM	476	4	74	296	474
24	PT. PRABA GUNA NUSANTARA	Pengecoran Jalan	24	20	4	80	51
25	PT. SERA BANYU LIRIP	PT. Citykey Construction Engineering	457	15	82	1.230	886
26	YANUARJAWAN RAHMADI BP	SPAM SEGEMEN 3 JATILUHUR CAKUNG	22	25	4	100	59
27	Yudi Bp	Rumah Tinggal Janur Elok	21	14	3	42	31
			3.396,0	569	9.720	6.619	

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti pada bulan Februari, maka untuk bulan April didapatkan nilai kebutuhan solar total sebesar **6.619** liter.

Tabel 3.3.4 Hasil perhitungan kebutuhan solar total pada bulan Februari-Maret-April.

Bulan	Vol Produksi	Keb Solar Total	Jumlah Hari	Rata-rata/hari
Februari	8.530	16.619	28	594
Maret	7.792	15.168	31	489
April	3.396	6.619	30	221
Jumlah	19.718	38.406	89	434

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Hasil analisis diatas menunjukkan bahwa kebutuhan bahan bakar total selama periode pengamatan bulan Februari sampai dengan April dijumlahkan mencapai **38.406** liter, dengan jangka waktu 89 hari maka rata-rata konsumsi harian sebesar **434** liter/hari.

3.4 Perhitungan Koefisien bahan bakar solar

Untuk menghitung koefieisn bahan bakar solar dari Februari sampai dengan April menggunakan rumus :

$$\sum \text{koefisien solar} = \left(\frac{\Sigma \text{keb solar total}}{\text{volume produksi}} \right)$$

Keterangan:

Koefisien solar = nilai efisiensi dalam konsumsi bahan bakar (ℓ/m³)

Σ kebutuhan solar = total kebutuhan bahan bakar yang digunakan untuk lokasi proyek (ℓ).

Volume produksi = jumlah total pengecoran beton selama kurun waktu tertentu (m³).

Tabel 3.4.1 Pengukuran perhitungan koefisien solar pada bulan Februari

No	Kontraktor	Nama Proyek	Volume	Keb Solar Total	Koef Solar
1	Muhammad Noer BP -	JALAN Ponpes At Taqwa Putri B	56	122	2,17
2	Nuryanto BP -	Gudang	22,5	53	2,35
3	PT. AERI KARYA PRATAM	PT. GFC Indonesia Terminal (De	1136	958	0,84
4	PT. ALFA BANGUN NUSA	SBUS TRANSBUSWAY	43	74	1,71
5	PT. ASYURA PUTRI MANI	Pembangunan Gudang Transit F	31	91	2,94
6	PT. BHATARA GLOBAL SE	PT. Interasia	42	92	2,20
7	PT. BHATARA GLOBAL SE	PT. Utama Konstruksi Baja	52	70	1,35
8	PT. CIAWENINDO MITRA	LAUTAN ORGANO WATER (PT S	36	109	3,03
9	PT. DEVA KARYA VEGESI	Cor Lantai	35	48	1,37
10	PT. GARUDA UTAMA	R Muharyo Pusponegoro, BIG MI	29	64	2,21
11	PT. HASTA BANGUN IMA	GRAND DUTA CITY	26	58	2,22
12	PT. HASTA BANGUN IMA	Grand Duta City	24	58	2,40
13	PT. IKAGRIYA DARMAPE	DPL9	26	76	2,92
14	PT. JAYA KONSTRUKSI M	1334 / PEMBANGUNAN RIUNG T	308	588	1,91
15	PT. MESINDO TEKNINES	PT. Mesindo Tekninesia Rorotan	72	146	2,02
16	PT. MITRA TATA ABADI	Proyek Marunda Center	69	163	2,36
17	PT. MULYA MUTIARA SE	Proyek Perumahan Grand Anan	126	281	2,23
18	PT. MURI AGUNG ABADI	0808 - PAPA JAYA AGUNG	442	1.004	2,27
19	PT. MURI AGUNG ABADI	0796-COLD STORAGE GENESIS G	315	702	2,23
20	PT. NINDYA KARYA	Proyek Pembangunan Polder / f	47,5	122	2,56
21	PT. NUGROHO TEKNIK	Marunda Center. Kav. Amsterda	81	213	2,63
22	PT. NUSA RAYA CIPTA TB	MAYAPADA HOSPITAL JAKARTA	250,6	250	1,00
23	PT. PEMBANGUNAN PER	KALIBARU TAHAP 1B	684,5	1.763	2,58
24	PT. PULAUINTAN BAJAP	Cella Warehouse#2 Cakung (CE	73,5	90	1,22
25	PT. RAJA JAYA TEKNIK	APW MUARA TAWAR Bekasi uta	118	352	2,98
26	PT. REDJEKI ALAM SEME	BPK KEVIN WIBOWO-SBK	48	92	1,93
27	PT. REDJEKI ALAM SEME	BPK SUDIMAN	107	205	1,91
28	PT. REDJEKI ALAM SEME	BPK HAJI SYAIFUL-SBK	29	66	2,28
29	PT. Rorica Jaya Abadi	Jantal Lapangan	34,5	64	1,86
30	PT. SEKAWAN TRIASA	Universitas Esa Unggul	607,5	1.079	1,78
31	PT. SERA BANYU URIP	PT. Citykey Construction Engine	1324,5	2.918	2,20
32	PT. SUJADI MAJU TERUS	Gudang Igusti Ngurah Rai	93	179	1,93
33	PT. TRIMATRA BANGUN	Perumahan Metland Menteng	98	184	1,87
34	PT. TRIOLIS GLOBAL ENJ	AETRA AIR JAKART - CDC	35	64	1,83
35	PT. VICTORY UTAMA KA	Sekolah Chevalier - PIK 2	35	78	2,23
36	PT. WASKITA KARYA (PE	Gedung Kedutaan Besar India	42	96	2,29
37	PT. ZIVANDRA SUKSES B	Plot Wall Foundation Project Ch	35	82	2,33
			8.529,6	16.619	1,95

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan menggunakan rumus koefisien solar, maka :

$$\Sigma \text{ koefisien solar} = \left(\frac{\Sigma \text{keb solar total}}{\text{volume produksi}} \right)$$

$$\Sigma \text{ koefisien solar} = \left(\frac{16.619}{8.529,6} \right)$$

$$= 1,95 \text{ l/m}^3$$

Artinya perhitungan koefisien bahan bakar solar untuk bulan Februari yang dihitung dalam 1 bulan penuh adalah sebesar **1,95 liter/m³**.

Tabel 3.4.2 Pengukuran perhitungan koefisien solar pada bulan Maret

No	Kontraktor	Nama Proyek	Volume	Keb Solar Total	Koef Solar
1	INDOPENTA - TIRTA SAR	Pembangunan Jaringan Perpip	36,5	84	2,30
2	Indri, Ibu.	Jl. Lio 2	23	48	2,09
3	Jekson BP -	Jalan	43	76	1,76
4	Parlyono Bp -	Masjid Danul Muttaqien	26	64	2,46
5	PERUSAHAAN PERSEROA	Tol Harbour Road II Section 1 :	245	532	2,17
6	PT CITICON ADHINUGRA	Proyek GIS 500kv Bekasi	26,5	66	2,49
7	PT INDO KARYA ELEKTRI	DSS Plumpang	45	67	1,49
8	PT. AERI KARYA PRATAM	PT. GFC Indonesia Terminal (D	506,5	498	0,98
9	PT. AERI KARYA PRATAM	PT. MITSUI-SOKO INDONESIA	134	118	0,88
10	PT. ALLEGRA MITRA PER	RM ALIRE	31,5	64	2,03
11	PT. AMARO SUKSES BERS	Pembangunan Gedung Radiofa	84	130	1,54
12	PT. ASYURA PUTRI MANI	Pembangunan Gudang Transit	20	59	2,96
13	PT. ATHALLA BAYU TEKNI	Pengecoran Jalan Raya Timaha	111	250	2,25
14	PT. BANGUN KREASI ESTI	RUKO	23	38	1,67
15	PT. BHATARA GLOBAL SE	PT. Bumi Permata Kencana	147	328	2,23
16	PT. CAHAYA BANGUNAN	MODERN MANSION GARDEN	94	156	1,66
17	PT. DECORIENT PARTAYA	Summarecon Mall Bekasi 2	42	86	2,06
18	PT. DEVA KARYA VEGESI	BP Aldi	28	58	2,06
19	PT. DNA NATA ENJINIRIN	SPBU BP AKR JGC	170	410	2,41
20	PT. FURTAU MOELLIA	PT. Baralagam Multijaya	279	684	2,45
21	PT. IKAGRIYA DARMAPE	DPL9	59,5	148	2,49
22	PT. JAGAT KONSTRUKSI	Air Bersih Spam Buaran	73	136	1,87
23	PT. JAYA KONSTRUKSI M	1334 / PEMBANGUNAN RIUNG	567	1.032	1,82
24	PT. KOLEGA DWI SEMEST	Agung Public Warehouse	67	172	2,56
25	PT. MITRA TATA ABADI B	Proyek Marunda Center	73	182	2,50
26	PT. MULYA MUTIARA SEI	Proyek Perumahan Grand Anan	161	359	2,23
27	PT. MURI AGUNG ABADI	0808 - PAPA JAYA AGUNG	503	1.091	2,17
28	PT. MURI AGUNG ABADI	0796-COLD STORAGE GENESIS G	209	471	2,25
29	PT. NINDYA KARYA	PEKERJAAN DESIGN AND BUIL	59	133	2,26
30	PT. NUSA RAYA CIPTA TB	MAYAPADA HOSPITAL JAKART	759,5	796	1,05
31	PT. PEMBANGUNAN PER	KALIBARU TAHAP 1B	175	468	2,67
32	PT. PESONA GRAHA SEM	Hotel	28	53	1,89
33	PT. PRABA GUNA NUSAN	Pengecoran Jalan	116	218	1,88
34	PT. RAJA JAYA TEKNIK	APW MUARA TAWAR Bekasi ut	21	66	3,12
35	PT. REDJEKI ALAM SEME	BPK SUDIMAN	173	302	1,75
36	PT. REDJEKI ALAM SEME	BPK SLAMET DIYANTO	21	40	1,89
37	PT. SATUENAM MAJU AB	PT. SEMBILAN JAYA AGUNG - P	31	68	2,19
38	PT. SEKAWAN TRIASA	Universitas Esa Unggul	74	173	2,34
39	PT. SERA BANYU URIP	PT. Citykey Construction Engin	1032	2.310	2,24
40	PT. TARUWARA BENDARI	Project 98 Bu Yana (Rumah Tin	28	53	1,89
41	Tehdi, Bp	Jl damau sunter barat no 11	184	356	1,94
42	WASKITA - NINDYA - LRS	PROYEK LRT JAKARTA FASE 1B	378	799	2,11
43	YANUARIAWAN RAHMA	SPAM SEGEMEN 3 JATILUHUR C	64	177	2,76
			7.792,0	15.168	1,95

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan menggunakan rumus koefisien solar, maka :

$$\Sigma \text{ koefisien solar} = \left(\frac{\Sigma \text{keb solar total}}{\text{volume produksi}} \right)$$

$$\Sigma \text{ koefisien solar} = \left(\frac{15.168}{7.792,0} \right)$$

$$= 1,95 \text{ l/m}^3$$

Artinya perhitungan koefisien bahan bakar solar untuk bulan Maret yang dihitung dalam 1 bulan penuh adalah sebesar **1,95 liter/m³**.

Tabel 3.4.3 Pengukuran perhitungan koefisien solar pada bulan Maret

No	Kontraktor	Nama Proyek	Volume	Keb Solar Total	Koef Solar
1	Bp. Burhannudin	Ruko Sentra Niaga 6	45	81	1,80
2	CV. WIJAYAMAS MAKML	Pekerjaan Pembuatan Badan J	22	62	2,84
3	Iis Ulaelah Ibu -	Rumah Tinggal Jin Rorotan 9	14	42	3,00
4	Mubarak BP -	Rumah Tinggal 3 lantai	22	43	1,96
5	PERUSAHAAN PERSEROA	Tol Harbour Road II Section 1 :	175	400	2,29
6	PT. ACSET INDONESIA TB	PROJECT UT SMART WAREHOU	34	74	2,19
7	PT. ASUKA ENGINEERING	GMP Chrysalis Project	34,5	102	2,97
8	PT. BELIA AGUNG ABADI	Gading Center	66	132	2,00
9	PT. BHATARA GLOBAL SE	Bp. Syahrul Bahri	30	78	2,60
10	PT. BINA BAHAWA GEMILUT	PERTAMINA JAKARTA - PT PE	21	46	2,17
11	PT. CRUZINDO UTAMA JA	Pekerjaan Perbaikan Lantai Gu	120	173	1,44
12	PT. DNA NATA ENJINIRIN	SPBU BP AKR JGC	106	122	1,15
13	PT. ESAF TALENTA MAND	PT. Citykey Construction Engin	185,5	410	2,21
14	PT. GINEKA KARYA TEKNI	GREGOR CONSULTING & CONT	83	172	2,07
15	PT. GUNAWANZA ARTHA	Terminal Pulogadung	27	60	2,22
16	PT. INDOJAYA BERKAH B	Abdul Yusup	24	53	2,20
17	PT. JAGAT KONSTRUKSI	Air Bersih Spam Buaran	33,5	64	1,91
18	PT. JAYA KONSTRUKSI M	1334 / PEMBANGUNAN RIUNG	167,5	336	2,01
19	PT. KOLEGA DWI SEMEST	Agung Public Warehouse	19,5	32	1,66
20	PT. MURI AGUNG ABADI	0808 - PAPA JAYA AGUNG	294,5	645	2,19
21	PT. MURI AGUNG ABADI	0796-COLD STORAGE GENESIS	64	148	2,31
22	PT. NINDYA KARYA	PEKERJAAN DESIGN AND BUIL	589	1.372	2,33
23	PT. NUSA RAYA CIPTA TB	MAYAPADA HOSPITAL JAKART	476	474	0,99
24	PT. PRABA GUNA NUSAN	Pengecoran Jalan	24	51	2,13
25	PT. SERA BANYU URIP	PT. Citykey Construction Engin	457	886	1,94
26	YANUARIAWAN RAHMA	SPAM SEGEMEN 3 JATILUHUR C	22	59	2,69
27	Yudi Bp	Rumah Tinggal Janur Elok	21	31	1,49
			3.396,0	6.619	1,95

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Dengan menggunakan rumus koefisien solar, maka :

$$\Sigma \text{ koefisien solar} = \left(\frac{\Sigma \text{keb solar total}}{\text{volume produksi}} \right)$$

$$\Sigma \text{ koefisien solar} = \left(\frac{6.619}{3.396} \right)$$

$$= 1,95 \text{ } \ell/\text{m}^3$$

Artinya perhitungan koefisien bahan bakar solar untuk bulan April yang dihitung dalam 1 bulan penuh adalah sebesar **1,95 liter/m³**. Sehingga setelah dilakukan penelitian selama 3 bulan sejak Februari- Maret- April rata-rata nilai perhitungan koefisien solar sebesar **1,95 liter/m³**.

3.5 Pemanfaatan Koefisien Bahan Bakar Dalam Perencanaan Produksi

Koefisien bahan bakar solar dalam perencanaan produksi berperan sangat penting antara lain :

1. Untuk menghitung kebutuhan solar maupun biaya bahan solar pada saat perencanaan produksi bulan depan dan seterusnya. Sehingga anggaran biaya lebih akurat.
2. Untuk dapat mengelola stok bahan bakar dengan lebih efektif.
3. Untuk membantu mengidentifikasi proses produksi yang kurang efisien dan kemudian mengambil langkah-langkah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar solar.
4. Mengoptimalkan dalam pengendalian biaya bahan bakar solar sehingga dapat menghemat pengeluaran.
5. Membantu pencapaian target produksi karena memberikan gambaran yang jelas tentang kebutuhan bahan bakar solar.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal

mengenai analisis konsumsi dan penetapan koefisien bahan bakar solar pada kendaraan Truck Mixer daya angkut 28 ton di PT X.

1. Konsumsi bahan bakar solar pada *Truck Mixer* daya angkut 28 ton di PT X dibagi menjadi 2 jenis, yaitu konsumsi bahan bakar stasioner dan konsumsi bahan bakar dinamis. Berdasarkan hasil pengukuran konsumsi bahan bakar stasioner sebesar 4,8 liter/jam dan konsumsi bahan bakar dinamis sebesar 2,5 km/liter. Kedua konsumsi ini tidak bisa di bandingkan karena memiliki cara perhitungan yang berbeda.
2. Nilai koefisien bahan bakar solar untuk kendaraan *Truck Mixer* di PT X sebesar 1,95 liter/m³. Nilai ini menunjukkan bahwa untuk setiap 1 m³ beton yang didistribusikan, dibutuhkan konsumsi bahan bakar sekitar 1,95 liter solar.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi variasi konsumsi bahan bakar solar pada *Truck Mixer* di PT X adalah jumlah trip dan jarak tempuh, kondisi lalu lintas dan topografi, kapasitas muatan, waktu idle (mesin menyala tanpa bergerak), kondisi teknis kendaraan, serta perilaku pengemudi (*driving behavior*).

DAFTAR PUSTAKA

- Maulana Calvin, A. S. (2024). Analisa Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Pertamina dan Paltalite pada Mobil Expander Ultimate Automatic 2018. Jurnal Ilmiah Multidisiplin Vol 2, 133-134.
- Tim Teknik Fisika. (2003). Teknik Dasar Moto Diesel. Bahan ajar Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sunaryo, J. E. (2020). Analisis Pengaruh Putaran Mesin pada Efisiensi Bahan Bakar Mesin Diesel 2Dq-Ftv. J.

- Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. *UNSIQ* vol.7, 225-231.
- Yanto, P. (2022). Pengaruh Variasi Tekanan Nozzel Terhadap Kinerja Mesin Diesel 2775 cc dan Emisi Gas Buang. Universitas Riau.
- Tim Belajar Beton. (2024). Truck Mixer. dari <https://belajarbeton.com>.
- T, L. C. (2022). Konsumsi bahan bakar dan matematika. dari <https://www.ebsco.com/fuel-consumption-and-mathematics>
- Truelogs, G. (n.d.). Kegunaan truk molen. dari <https://www.truelogs.co.id>.

ANALISA STATIK DAN DINAMIK GEDUNG BERTINGKAT BANYAK AKIBAT GEMPA BERDASARKAN SNI 1726-2019 DENGAN VARIASI JUMLAH TINGKAT

Draga Hasan Saputra

Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

dragasaputra@gmail.com

Abstrak

Diterapkannya SNI 1726-2019 sebagai standar yang baru telah menambah dan mengubah ruang lingkup tata cara perhitungan gempa menjadi lebih luas sehingga dapat mengikuti perkembangan zaman yang ada. Beban gempa dapat dianalisis secara statik maupun dinamik. Untuk analisa statik digunakan metode gaya lateral ekuivalen, dan untuk analisa dinamik digunakan metode spektrum respons ragam. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil kedua metode tersebut, sehingga kita dapat mengetahui metode mana yang lebih optimal dalam merencanakan struktur gedung tahan gempa. Struktur gedung yang dimodelkan merupakan gedung beraturan, dengan jumlah tingkat yang divariasikan. Model struktur dibagi kedalam portal 5 tingkat, 10 tingkat, dan 15 tingkat. Penelitian ini menggunakan bantuan program ETABS v21 untuk mempermudah proses analisa gempa. Hasil penelitian yang akan dibandingkan adalah *displacement* antar tingkat dan *base shear* yang terjadi akibat gaya gempa. Hasil analisa telah menunjukkan bahwa analisa statik mengeluarkan hasil yang lebih besar untuk ketiga model struktur dibandingkan dengan analisa dinamik. Perbedaan *displacement* antar tingkat yang dihasilkan oleh kedua metode pada ketiga model struktur masih masuk dalam batasan *displacement* antar tingkat ijin yang disyaratkan dalam SNI 1726-2019, sehingga ketiga model masih bisa dianalisa dengan analisa statik dan analisa dinamik. Karena hasil *displacement* dan *base shear* pada analisa statik lebih besar dari analisa dinamik, maka analisa statik lebih aman jika digunakan untuk pembebanan gaya gempa dalam perhitungan struktur secara umum. Walaupun dalam analisa gempa, analisa dinamik merupakan analisa yang lebih akurat karena proses analisa yang lebih mendekati ke keadaan yang sebenarnya..

Kata Kunci: SNI 1726-2019, analisis statik gempa, analisis dinamik gempa, ETABS.

1. PENDAHULUAN

Sejak ditetapkan SNI 1726-2012 sebagai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung sebagai standarisasi yang berlaku saat ini, maka dari itu saat ini untuk menghitung respons bangunan akibat gempa kita harus menggunakan SNI 1726-2012. Pada standarisasi yang baru ini, ruang lingkup tata cara telah diperluas, mengingat kebutuhan akan hal-hal baru yang sangat pesat berkembang, atau yang sebelumnya belum diatur di dunia konstruksi bangunan kita, agar kita tetap berada pada perkembangan terkini dari kemajuan dunia dibidang rekayasa kegempaan, dikombinasikan dengan penyesuaian-penyesuaian dengan kondisi di Indonesia saat ini.

Respons bangunan akibat gempa yang terjadi dapat dianalisis secara statik maupun

dinamik. Analisa statik yang umum digunakan adalah analisa gaya lateral ekuivalen. Analisa dinamik dapat dibagi atas dua yaitu analisa spektrum respons ragam dan analisa riwayat respons seismik (*time-history*). Berdasarkan SNI 1726-2019, ada banyak batasan yang diberikan dalam prosedur analisis statik ekuivalen. Pembatasan ini dilakukan karena hasil analisis statik ekuivalen kurang presisi untuk berbagai macam struktur yang dibangun. Oleh karena itu diperlukan analisis secara dinamik untuk memperoleh respons bangunan yang lebih mendekati respons struktur yang sebenarnya ketika terjadi gempa.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membandingkan respon struktur portal bertingkat banyak yang akan di analisa dengan metode gaya lateral ekuivalen dan metode spektrum respon ragam. Hasil yang akan dibandingkan yaitu berupa *displacement*

dan *base shear*. Dari hasil tersebut kita dapat melihat seberapa besar perbedaan hasil dari kedua metode tersebut, kemudian membandingkan penerapannya dalam perhitungan struktur gedung bertingkat secara umum. Adapun penelitian ini dibatasi dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Analisa perhitungan akibat gaya gempa berdasarkan SNI 1726-2019.
2. Metode analisa yang akan digunakan dalam perhitungan adalah analisa gaya lateral ekuivalen dan analisa spektrum respon ragam.
3. Hasil analisa yang akan dihitung berupa distribusi *displacement* dan *base shear*.
4. Masalah yang akan ditinjau adalah respon struktur gedung bertingkat beraturan (portal) beton bertulang 5 tingkat, 10 tingkat, dan 15 tingkat.
5. Dimensi (kolom dan balok), jarak, serta elevasi pada portal hanya merupakan pemisalan sebagai bagian dari model analisis.
6. Beban-beban juga merupakan pemodelan saja tetapi dengan angka yang cukup relevan dan merujuk pada peraturan pembebanan untuk gedung yang berlaku tanpa mereduksi beban hidup. Dengan bangunan diasumsikan mempunyai redaman sebesar 5%.
7. Struktur direncanakan berada di kota Jakarta dengan dibangun di atas tanah sedang berdasarkan klasifikasi SNI 1726-2019 dan diasumsikan tanpa terjadi eksentrisitas.

Prosedur Analisis Gaya Gempa
Prosedur analisis gempa yang digunakan untuk merencanakan bangunan tahan gempa dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu analisis statik (analisis gaya lateral ekuivalen) dan analisis dinamik (analisis spektrum respon ragam dan analisis riwayat respon seismik). Dalam menganalisis perilaku struktur yang mengalami gaya gempa, semakin teliti analisis dilakukan, perencanaannya semakin ekonomis dan dapat diandalkan. Untuk bangunan satu tingkat dapat direncanakan hanya dengan menetapkan besarnya beban lateral yang dapat ditahan elemen struktur dan dengan mengikuti ketentuan-ketentuan dalam peraturan.

Tabel: 1.1 Prosedur Analisis Gempa

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuivalen pasal 0	Analisis spektrum respon ragam pasal 0	Prosedur respon riwayat waktu seismik pasal 0
B, C	Semua struktur	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan kategori risiko I atau II yang tidak melebihi 2 tingkat diatas dasar	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dengan ketinggian melebihi 48,8 m dan $T < 3,5 T_1$	I	I	I
	Struktur dengan ketinggian tidak melebihi 48,8 m dan hanya memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 2,3,4 atau 5 atau ketidakberaturan vertikal tipe 4, 5a atau 5b	I	I	I
	Semua struktur lainnya	Ti	I	I

CATATAN I: Dizinkan, Ti: Tidak Dizinkan

Sumber: SNI 1726-2019

Analisa Statik

Geser Dasar Seismik

$$V = C_s \cdot W$$

C_s adalah koefisien respon seismik

W adalah berat seismik efektif.

Berat Seismik

Berat seismik efektif struktur, W , harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya, antara lain di bawah ini:

1. Dalam daerah yang digunakan untuk penyimpanan: minimum sebesar 25 persen beban hidup lantai (beban hidup lantai di garasi publik dan struktur parkir terbuka, serta beban penyimpanan yang tidak melebihi 5 persen dari berat seismik efektif pada suatu lantai, tidak perlu disertakan);
2. Jika ketentuan untuk partisi disyaratkan dalam desain beban lantai: diambil sebagai yang terbesar di antara berat partisi aktual atau berat daerah lantai minimum sebesar 0.48 kN/m²;
3. Berat operasional total dari peralatan yang permanen;
4. Berat lansekap dan beban lainnya pada taman atap dan luasan sejenis lainnya.

Perhitungan Koefisien Respon Seismik

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_s max = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)}$$

$$C_s min = \frac{0,5 S_1}{\left(\frac{R}{I_e} \right)}$$

S_{DS} adalah parameter percepatan spektrum respon desain dalam retnag periode pendek;

R adalah faktor modifikasi respons;

I_e adalah faktor keutamaan gempa;

SDI adalah parameter percepatan spektrum respon desain pada perioda sebesar 1,0 detik;

T adalah perioda fundamental struktur (detik);

S_I adalah parameter percepatan spektrum respons maksimum.

Perioda Fundamental

$$T_a = C_t h_n^x$$

h_n adalah ketinggian struktur, dalam m, di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur; C_t dan x ditentukan dari:

Tabel: 1.2 Parameter Perioda

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bracing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sumber: SNI 1726-2019

Distribusi Gaya Gempa

$$F_x = C_{vx} V$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$$

$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

C_{vx} adalah faktor distribusi vertikal;

V adalah gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur (kN);

w_i dan w_x adalah bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x ;

h_i dan h_x adalah tinggi (m) dari dasar sampai tingkat i atau x ;

k adalah eksponen yang terkait dengan perioda struktur;

F_i adalah bagian dari geser dasar seismik (V) (kN) yang timbul di tingkat i .

Analisa Dinamik

Prinsip Analisis Spektrum Respon Ragam

Sebelum melakukan analisis dinamis (analisis spektrum respons ragam dan analisis riwayat waktu), harus dilakukan analisis modal terlebih dahulu. Analisis modal dilakukan untuk menentukan periode elastik dan ragam getaran yang dihasilkan suatu struktur atau gedung ketika mengalami gaya gempa. Analisis modal terdiri dari dua tipe yaitu vektor Eigen dan Vektor Ritz. Dalam penelitian ini, analisis modal yang digunakan adalah tipe vektor Eigen. Analisis vektor Eigen menghasilkan bentuk ragam getaran bebas tanpa redaman dan frekuensi dari sistem. Dari ragam getaran tersebut bisa dilihat perilaku suatu struktur ketika mengalami gaya gempa.

Persamaan gerak untuk keseimbangan dinamis:

$$[M] \ddot{u}(t) + [C] \dot{u}(t) + [K] u(t) = P(t)$$

Nilai-nilai *Eigen* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$[K - \omega^2 M] \Phi = 0$$

Hubungan nilai *Eigen* dengan waktu getar dan frekuensi, yaitu:

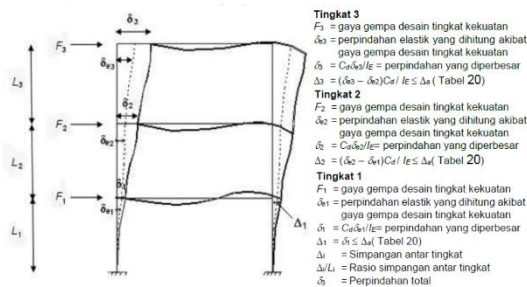
$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Parameter Respons Ragam

Nilai untuk masing-masing parameter desain terkait gaya yang ditinjau, termasuk simpangan antar lantai tingkat, gaya dukung dan gaya elemen struktur individu untuk masing-masing ragam respon harus dihitung menggunakan properti masing-masing ragam dan spektrum respons didefinisikan dalam SNI 1726-2019 dibagi dengan kuantitas (R/I). Nilai untuk perpindahan dan kuantitas simpangan natar lantai harus dikalikan dengan kuantitas (Cd/I).

Parameter Respons Terkombinasi

Nilai untuk masing-masing parameter yang ditinjau, yang dihitung untuk berbagai ragam, harus dikombinasikan menggunakan metoda akar kuadrat jumlah kuadrat (*SRSS*) atau metoda kombinasi kuadrat lengkap (*CQC*), sesuai dengan *SNI 1726*. Metoda *CQC* harus digunakan untuk masing-masing nilai ragam di mana ragam berjarak dekat mempunyai korelasi silang yang signifikan di antara respons translasi dan torsi.



Gambar: 1.1 Simpangan Antar Lantai
Sumber: SNI 1726:2019

Skala Gaya

Bila perioda fundamental yang dihitung melebihi $(C_u)(T_a)$, maka $(C_u)(T_a)$ harus digunakan sebagai pengganti dari T dalam arah itu. Kombinasi respons untuk geser dasar ragam (V_t) lebih kecil 100 persen dari geser dasar yang dihitung (V) menggunakan prosedur gaya lateral ekuivalen, maka gaya harus dikalikan dengan V/V_t .

Batasan Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai ijin (Δ_a), seperti yang ditetapkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel: 1.3 Tabel simpangan ijin

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Sumber: SNI 1726:2019

2. METODOLOGI

Metode dan langkah-langkah perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan prosedur yang disesuaikan dengan *SNI 1726-2019* tentang perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung bertingkat. Untuk proses analisa, peneliti menggunakan bantuan *software ETABS v21*.

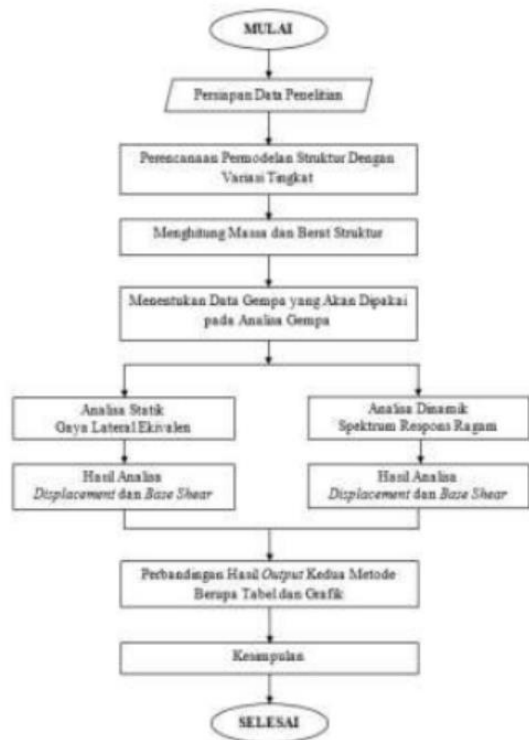
Terdapat dua Variabel dalam penelitian ini, yaitu jumlah tingkat dan *displacement*. Setelah mengetahui jenis penelitian dan variabelnya, maka metodologi yang digunakan yaitu penelitian perancangan dengan analisis terhadap jumlah lantai dan *displacement*.

Pola Pikir / Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran adalah sebuah model atau gambaran berupa konsep yang di dalamnya menjelaskan mengenai suatu hubungan antara suatu variabel dengan variabel lain. Oleh karena itu, kerangka pemikiran dibuat dalam bentuk skema dengan tujuan untuk mempermudah dalam memahami variabel data.

Pada penelitian ini dimulai dengan dua butir rumusan masalah yang kemudian dilakukan proses pengumpulan data yaitu berupa data primer dan sekunder. Secara konsep penelitian ini terdapat dua variabel dimana variabelnya yaitu jumlah tingkat dengan indikator nominal empat macam jumlah tingkat, serta *displacement*.

Kemudian dari hasil analisis dilakukan pembahasan untuk mencapai sebuah kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang sudah ditentukan. Adapun kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar: 2.1 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran Penulis
Sumber: Olahan Penelitian

Metode Penelitian

Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian meliputi prosedur yang perlu dilakukan yang selanjutnya data tersebut akan dianalisis.

a. Persiapan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah survei lapangan dan studi literatur. Dimana data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer dan sekunder dari SNI 1726-2019 sebagai berikut:

Studi Literatur meliputi hal-hal yang berkaitan dengan struktur/konstruksi bangunan gedung. Bertujuan untuk mencari data sekunder seperti: data material, data profil baja, dan data pembebanan.

b. Metode Analisis Data

a. Metode Analisis Program ETABS

Metode analisis data pada program ETABS. Berupa tata cara atau langkah langkah dari pemodelan sampai hasil output. Berikut penyajian analisis program ETABS pada perancangan elemen struktur pada berbagai model berikut:

1. Memodelkan struktur gedung bertingkat yang dibagi menjadi portal 5 tingkat, 10 tingkat, dan 15 tingkat.
2. Menentukan data gempa yang akan di analisa berdasarkan pemilihan dimana struktur tersebut akan dibangun. Data gempa diambil dari web: [Desain Spektra Indonesia](http://DesainSpektraIndonesia.com).
3. Menghitung berat dan masa struktur kemudian menginput ke dalam software ETABS beserta data gempa untuk selanjutnya dianalisa terhadap metode gaya lateral ekuivalen dan metode spektrum respons ragam.

c. Metode Pembahasan Hasil Analisis

- a. Metode pembahasan hasil analisis program ETABS.
Mengoutput hasil analisa dari kedua metode tersebut lalu membandingkan dan membahas hasil *displacement* dan *base shear* yang dihasilkan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.
- b. Mengambil kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian yang didapatkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

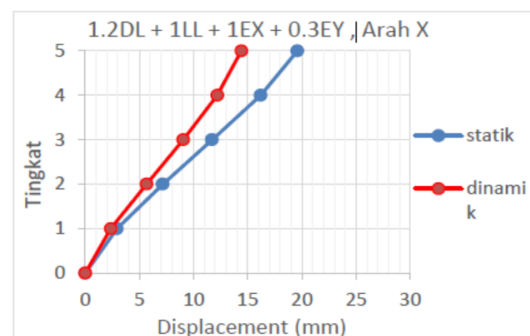
1. Pembahasan Hasil Analisis

a. Portal 5 Tingkat

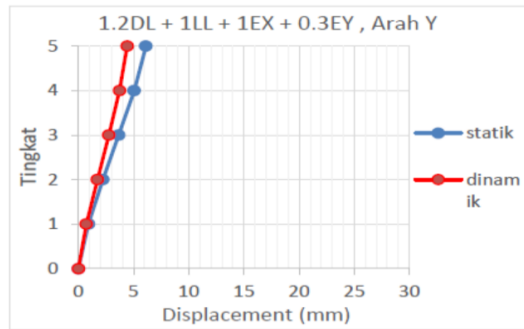
Tabel: 3.1 Tabel *Displacement* Portal 5 Komb.1

Tingkat	Elevasi (m)	Kombinasi 1					
		Displacement (mm)					
		Arah X			Arah Y		
		Statik	Dinamik	Beda (%)	Statik	Dinamik	Beda (%)
5	19.75	19.586	14.422	26	6.121	4.424	28
4	16.00	16.199	12.194	25	5.050	3.729	26
3	12.25	11.711	9.051	23	3.643	2.761	24
2	8.50	7.156	5.658	21	2.218	1.718	23
1	4.75	2.925	2.361	19	0.902	0.713	21
base	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.1 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 5 Kombinasi 1 Arah X
Sumber: Olahan Penelitian

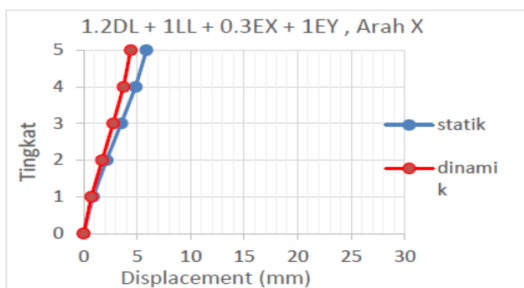


Gambar: 3.2 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 5 Kombinasi 1 Arah Y
Sumber: Olahan Penelitian

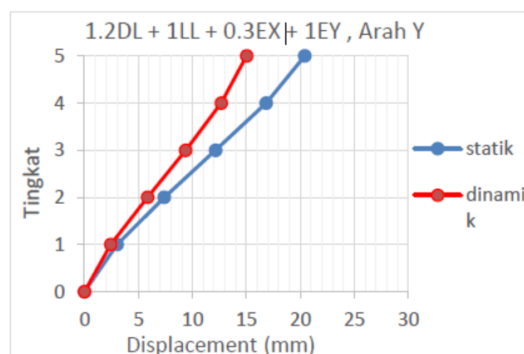
Tabel: 3.2 Tabel *Displacement* Portal 5 Komb.2

Tingkat	Elevasi (m)	Kombinasi 2					
		Displacement (mm)					
		Arah X			Arah Y		
		Statik	Dinamik	Beda (%)	Statik	Dinamik	Beda (%)
5	19.75	5.875	4.409	25	20.405	15.032	26
4	16.00	4.859	3.728	23	16.834	12.671	25
3	12.25	3.513	2.767	21	12.145	9.380	23
2	8.50	2.147	1.730	19	7.394	5.840	21
1	4.75	0.877	0.721	18	3.007	2.424	19
base	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.3 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 5 Kombinasi 2 Arah X
Sumber: Olahan Penelitian

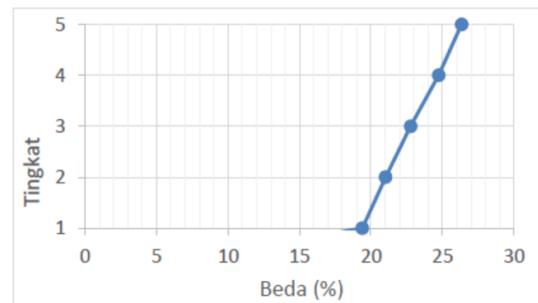


Gambar: 3.4 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 5 Kombinasi 2 Arah Y
Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.3 Tabel *Displacement* Portal 5

Displacement Maks.				
Tingkat	Elevasi (m)	Statik (mm)	Dinamik (mm)	Beda (%)
5	19.75	20.405	15.032	26
4	16.00	16.834	12.671	25
3	12.25	12.145	9.380	23
2	8.50	7.394	5.840	21
1	4.75	3.007	2.424	19
base	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.5 Grafik Hubungan Tingkat dengan Perbedaan Hasil *Displacement* Kedua Metode Portal 5
Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.4 Perbedaan *Displacement* Antar Tingkat Portal 5

Tingkat	Elevasi (m)	Displacement Maks.			
		Statik (mm)	Beda Antar Tingkat (mm)	Dinamik (mm)	Beda Antar Tingkat (mm)
5	19.75	20.405		15.032	
4	16.00	16.834	3.571	12.671	2.361
3	12.25	12.145	4.689	9.380	3.291
2	8.50	7.394	4.751	5.840	3.540
1	4.75	3.007	4.387	2.424	3.416
base	0	0	0	0	0

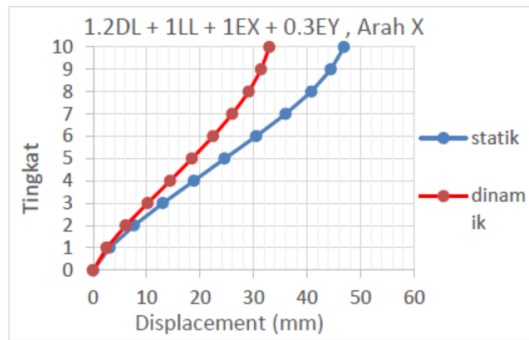
Sumber: Olahan Penelitian

b. Portal 10 Tingkat

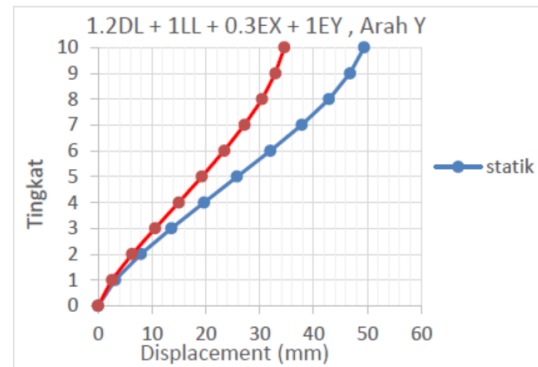
Tabel: 3.5 *Displacement* Portal 10 Kombinasi 1

Tingkat	Elevasi (m)	Kombinasi 1					
		Displacement (mm)					
		Arah X			Arah Y		
		Statik	Dinamik	Beda (%)	Statik	Dinamik	Beda (%)
10	38.50	46.885	32.950	30	14.817	10.173	31
9	34.75	44.435	31.409	29	14.025	9.682	31
8	31.00	40.781	29.090	29	12.859	8.957	30
7	27.25	35.978	26.011	28	11.338	8.001	29
6	23.50	30.476	22.428	26	9.596	6.894	28
5	19.75	24.571	18.440	25	7.729	5.662	27
4	16.00	18.811	14.386	24	5.905	4.409	25
3	12.25	13.035	10.179	22	4.082	3.113	24
2	8.50	7.627	6.084	20	2.379	1.854	22
1	4.75	3.062	2.487	19	0.949	0.753	21
base	0	0	0	0	0	0	0

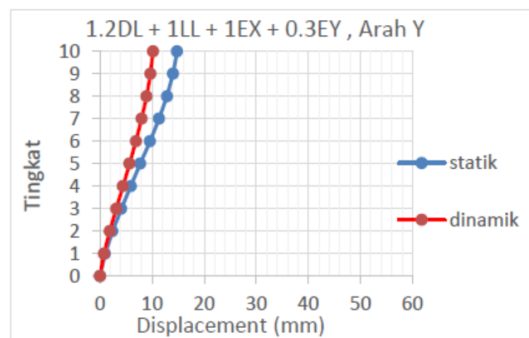
Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.6 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 10 Kombinasi 1 Arah X
Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.9 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 10 Kombinasi 2 Arah Y
Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.7 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 10 Kombinasi 1 Arah Y
Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.7 *Displacement* Maksimum Portal 10

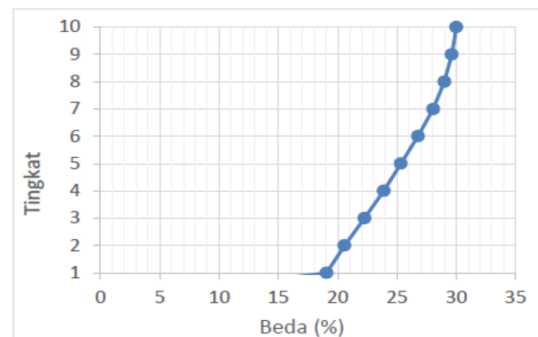
Displacement Maks.				
Tingkat	Elevasi (m)	Statik (mm)	Dinamik (mm)	Beda (%)
10	38.50	49.392	34.569	30
9	34.75	46.750	32.901	30
8	31.00	42.866	30.435	29
7	27.25	37.793	27.190	28
6	23.50	31.988	23.425	27
5	19.75	25.765	19.240	25
4	16.00	19.686	14.983	24
3	12.25	13.607	10.578	22
2	8.50	7.932	6.300	21
1	4.75	3.164	2.561	19
base	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian

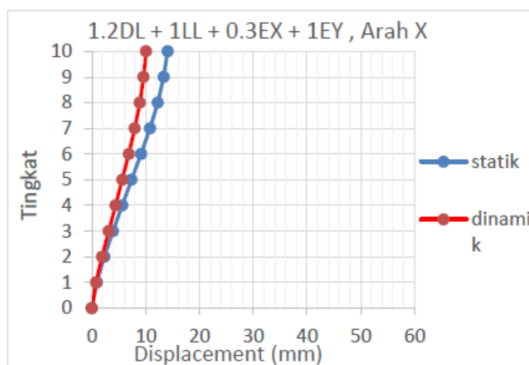
Tabel: 3.6 *Displacement* Portal 10 Kombinasi 2

Tingkat	Elevasi (m)	Kombinasi 2					
		Displacement (mm)					
		Arah X			Arah Y		
		Statik	Dinamik	Beda (%)	Statik	Dinamik	Beda (%)
10	38.50	14.065	10.076	28	49.392	34.569	30
9	34.75	13.330	9.605	28	46.750	32.901	30
8	31.00	12.234	8.896	27	42.866	30.435	29
7	27.25	10.793	7.955	26	37.793	27.190	28
6	23.50	9.142	6.858	25	31.988	23.425	27
5	19.75	7.371	5.639	23	25.765	19.240	25
4	16.00	5.643	4.399	22	19.686	14.983	24
3	12.25	3.910	3.112	20	13.607	10.578	22
2	8.50	2.288	1.860	19	7.932	6.300	21
1	4.75	0.918	0.760	17	3.164	2.561	19
base	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.10 Hubungan Tingkat dengan Perbedaan Hasil *Displacement* Kedua Metode Portal 10
Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.8 Grafik Hubungan *Displacement* dengan Tingkat Portal 10 Kombinasi 2 Arah X
Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.8 Perbedaan *Displacement* Antar Tingkat Portal 10

Tingkat	Elevasi (m)	Statik (mm)	Beda Antar Tingkat		Dinamik (mm)	Beda Antar Tingkat	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)
10	38.50	49.392			34.569		
9	34.75	46.750	2.642	5	32.901	1.668	5
8	31.00	42.866	3.884	8	30.435	2.466	7
7	27.25	37.793	5.073	12	27.190	3.245	11
6	23.50	31.988	5.805	15	23.425	3.765	14
5	19.75	25.765	6.223	19	19.240	4.184	18
4	16.00	19.686	6.079	24	14.983	4.257	22
3	12.25	13.607	6.079	31	10.578	4.405	29
2	8.50	7.932	5.675	42	6.300	4.278	40
1	4.75	3.164	4.768	60	2.561	3.739	59
base	0	0	0	0	0	0	0

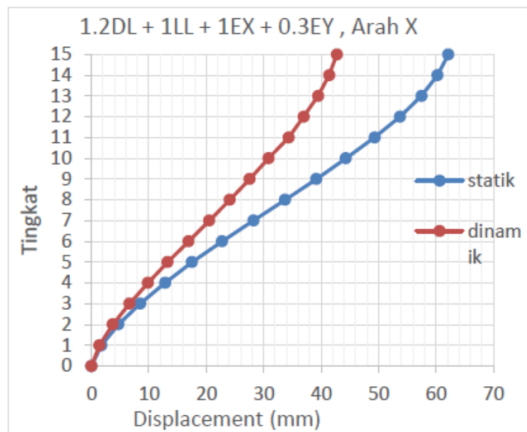
Sumber: Olahan Penelitian

c. Portal 15 Tingkat

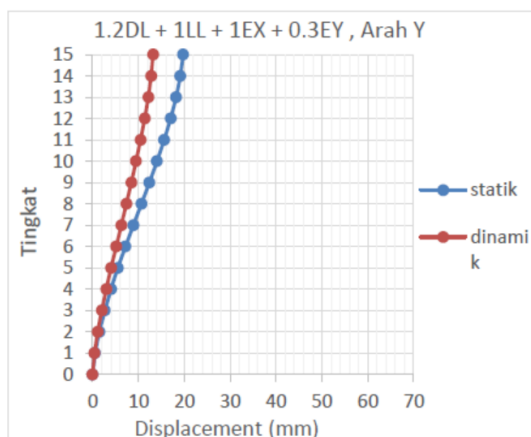
Tabel: 3.9 Displacement Portal 15 Kombinasi 1

Tingkat	Elevasi (m)	Displacement Maks.			
		Statik (mm)	Beda Antar Tingkat (mm)	Beda Antar Tingkat (%)	Dinamik (mm)
10	38.50	49.392			34.569
9	34.75	46.750	2.642	5	32.901
8	31.00	42.866	3.884	8	30.435
7	27.25	37.793	5.073	12	27.190
6	23.50	31.988	5.805	15	23.425
5	19.75	25.765	6.223	19	19.240
4	16.00	19.686	6.079	24	14.983
3	12.25	13.607	6.079	31	10.578
2	8.50	7.932	5.675	42	6.300
1	4.75	3.164	4.768	60	2.561
base	0	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.11 Grafik Hubungan Displacement dengan Tingkat Portal 15 Kombinasi 1 Arah X
Sumber: Olahan Penelitian

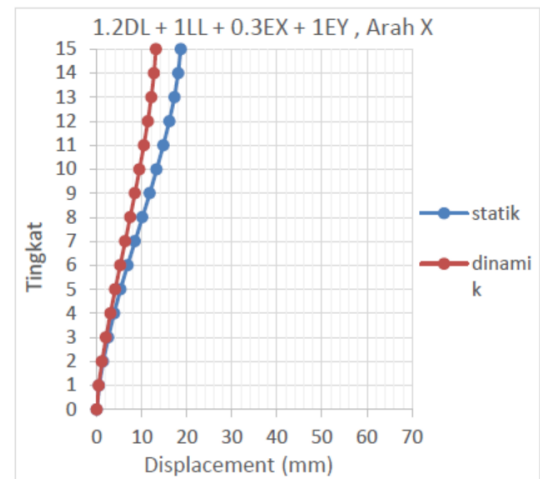


Gambar: 3.12 Grafik Hubungan Displacement dengan Tingkat Portal 15 Kombinasi 1 Arah Y
Sumber: Olahan Penelitian

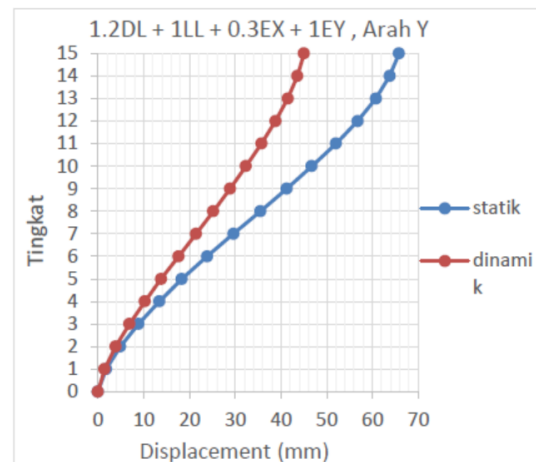
Tabel: 3.10 Displacement Portal 15 Kombinasi 2

Tingkat	Elevasi (m)	Kombinasi 2					
		Displacement (mm)					
		Arah X			Arah Y		
		Statik	Dinamik	Beda (%)	Statik	Dinamik	Beda (%)
15	57.25	18.639	13.118	30	65.782	45.025	32
14	53.50	18.080	12.713	30	63.734	43.577	32
13	49.75	17.242	12.117	30	60.729	41.491	32
12	46.00	16.119	11.340	30	56.735	38.797	32
11	42.25	14.789	10.448	29	52.018	35.717	31
10	38.50	13.289	9.461	29	46.707	32.315	31
9	34.75	11.745	8.454	28	41.234	28.840	30
8	31.00	10.114	7.391	27	35.463	25.185	29
7	27.25	8.457	6.299	26	29.608	21.433	28
6	23.50	6.819	5.186	24	23.834	17.621	26
5	19.75	5.245	4.064	23	18.308	13.789	25
4	16.00	3.845	3.020	21	13.397	10.232	24
3	12.25	2.544	2.028	20	8.843	6.853	23
2	8.50	1.406	1.137	19	4.870	3.827	21
1	4.75	0.516	0.422	18	1.781	1.417	20
base	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.13 Grafik Hubungan Displacement dengan Tingkat Portal 15 Kombinasi 2 Arah X
Sumber: Olahan Penelitian

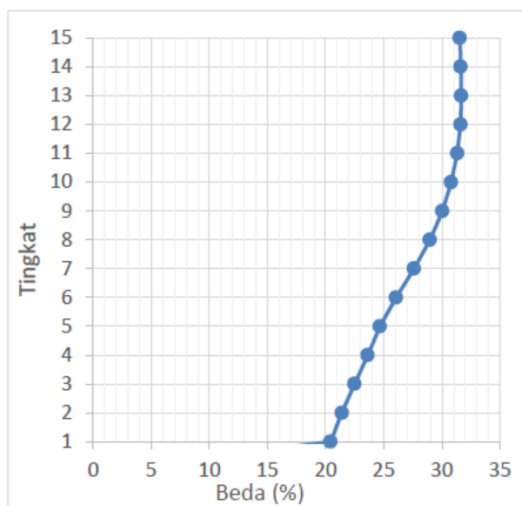


Gambar: 3.14 Grafik Hubungan Displacement dengan Tingkat Portal 15 Kombinasi 2 Arah Y
Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.11 Displacement Portal 15

Tingkat	Displacement Maks.			
	Elevasi (m)	Statik (mm)	Dinamik (mm)	Beda (%)
15	57.25	65.782	45.025	32
14	53.50	63.734	43.577	32
13	49.75	60.729	41.491	32
12	46.00	56.735	38.797	32
11	42.25	52.018	35.717	31
10	38.50	46.707	32.315	31
9	34.75	41.234	28.840	30
8	31.00	35.463	25.185	29
7	27.25	29.608	21.433	28
6	23.50	23.834	17.621	26
5	19.75	18.308	13.789	25
4	16.00	13.397	10.232	24
3	12.25	8.843	6.853	23
2	8.50	4.870	3.827	21
1	4.75	1.781	1.417	20
base	0	0	0	0

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.15 Grafik Hubungan Tingkat dengan Perbedaan Hasil Displacement Kedua Metode Portal 15
Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.12 Perbedaan Displacement Antar Tingkat Portal 15

Tingkat	Elevasi (m)	Statik (mm)	Displacement Maks.		Dinamik (mm)	Beda Antar Tingkat	
			Beda Antar Tingkat (mm)	(%)		(mm)	(%)
15	57.25	65.782			45.029		
14	53.50	63.734	2.048	3	43.582	1.448	3
13	49.75	60.729	3.005	5	41.496	2.086	5
12	46.00	56.735	3.994	7	38.801	2.695	6
11	42.25	52.018	4.717	8	35.721	3.081	8
10	38.50	46.707	5.311	10	32.319	3.402	10
9	34.75	41.234	5.473	12	28.843	3.476	11
8	31.00	35.463	5.771	14	25.188	3.655	13
7	27.25	29.608	5.855	17	21.435	3.753	15
6	23.50	23.834	5.774	20	17.623	3.812	18
5	19.75	18.308	5.526	23	13.791	3.832	22
4	16.00	13.397	4.911	27	10.233	3.558	26
3	12.25	8.843	4.554	34	6.854	3.379	33
2	8.50	4.870	3.973	45	3.828	3.026	44
1	4.75	1.781	3.089	63	1.417	2.411	63
base	0	0	0	0	0	0	0

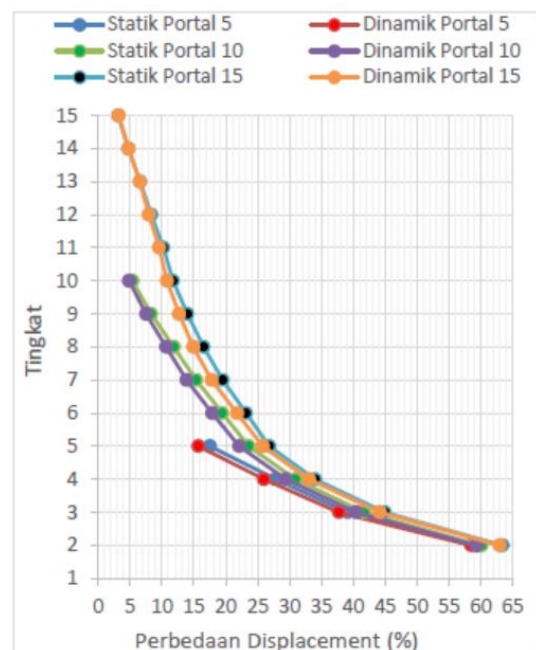
Sumber: Olahan Penelitian

d. Perbedaan Hasil Displacement Antar Tingkat

Tabel: 3.13 Perbedaan Hasil Displacement Antar Tingkat

Tingkat	Portal 5		Tingkat	Portal 10		Tingkat	Portal 15	
	Statik	Dinamik		Statik	Dinamik		Statik	Dinamik
5	18	16	5	24	22	5	27	26
4	28	26	4	31	29	4	34	33
3	39	38	3	42	40	3	45	44
2	59	58	2	60	59	2	63	63
1			1			1		
base	0	0	base	0	0	base	0	0
Tingkat	Statik	Dinamik	Tingkat	Statik	Dinamik	Tingkat	Statik	Dinamik
Portal 5			Portal 10			Portal 15		
Perbedaan Displacement Antar Tingkat (%)								

Sumber: Olahan Penelitian



Gambar: 3.16 Grafik Perbedaan Besar Displacement yang Terjadi Pada Tingkat Atas Terhadap Tingkat Sebelumnya
Sumber: Olahan Penelitian

e. Base Shear

- Portal 5 Tingkat

Tabel: 3.14 Base Shear Portal 5 Kombinasi 1

Kombinasi 1									
Base Shear									
Arah X					Arah Y				
Statik		Dinamik		Beda (%)	Statik		Dinamik		Beda (%)
KN	Kg	KN	Kg		KN	Kg	KN	Kg	
3.031.906	309.372.313	2.578.820	262.966.489	15	910.172	92.811.714	759.080	77.405.650	17

Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.15 Base Shear Portal 5 Kombinasi 2

Kombinasi 2									
Base Shear									
Arah X					Arah Y				
Statik		Dinamik		Beda (%)	Statik		Dinamik		Beda (%)
KN	Kg	KN	Kg		KN	Kg	KN	Kg	
910.172	92.811.714	758.482	80.402.782	15	3.031.906	309.372.313	2.578.820	262.966.489	15

Sumber: Olahan Penelitian

- Portal 10 Tingkat

Tabel: 3.16 Base Shear Portal 10 Kombinasi 1

Kombinasi 1									
Base Shear									
Arah X					Arah Y				
Statik		Dinamik		Beda (%)	Statik		Dinamik		Beda (%)
KN	Kg	KN	Kg		KN	Kg	KN	Kg	
3.237.445	330.127.515	2.793.828	283.608.409	15	971.233	99.016.203	809.889	82.583.703	17

Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.17 Base Shear Portal 10 Kombinasi 2

Kombinasi 2									
Base Shear									
Arah X					Arah Y				
Statik		Dinamik		Beda (%)	Statik		Dinamik		Beda (%)
KN	Kg	KN	Kg		KN	Kg	KN	Kg	
971.234	99.016.345	841.847	85.844.482	13	3.237.445	330.127.515	2.793.828	283.608.409	15

Sumber: Olahan Penelitian

- Portal 15 Tingkat

Tabel: 3.18 Base Shear Portal 15 Kombinasi 1

Kombinasi 1									
Base Shear									
Arah X					Arah Y				
Statik		Dinamik		Beda (%)	Statik		Dinamik		Beda (%)
KN	Kg	KN	Kg		KN	Kg	KN	Kg	
3.796.805	387.186.560	3.227.613	329.124.910	15	1.138.042	116.149.959	946.150	96.480.474	17

Sumber: Olahan Penelitian

Tabel: 3.19 Base Shear Portal 15 Kombinasi 2

Kombinasi 2									
Base Shear									
Arah X					Arah Y				
Statik		Dinamik		Beda (%)	Statik		Dinamik		Beda (%)
KN	Kg	KN	Kg		KN	Kg	KN	Kg	
1.138.042	116.149.959	990.818	101.047.504	13	3.796.805	387.186.560	3.227.613	329.124.910	15

Sumber: Olahan Penelitian

4. KESIMPULAN

- Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:
- Hasil displacement dan base shear dengan analisa gaya lateral ekuivalen selalu lebih besar dibandingkan dengan analisa spektrum respons ragam pada ketiga model portal.
 - Pada hasil displacement, semakin tinggi kenaikan elevasi tingkat maka semakin kecil pertambahan besar nilai displacement antar tingkat yang dihasilkan dari kedua metode.
 - Model dari struktur yang diteliti merupakan gedung beraturan dan pembebanan tiap-tiap tingkat relatif sama, maka perbedaan besar displacement yang dihasilkan dari kedua metode selalu bertambah lebih besar seiring dengan kenaikan tinggi elevasi tingkat struktur. Namun pada portal 10 dan 15 tingkat pada tingkat atas, perbedaan displacement dari kedua metode sudah tidak bertambah besar lagi tetapi telah mendekati konstan.
 - Karena hasil displacement dan base shear pada analisa spektrum respons ragam, maka hasil analisa gaya lateral ekuivalen lebih aman jika digunakan untuk penerapan pembebanan gaya gempa dalam perhitungan struktur. Walaupun analisa spektrum respons ragam merupakan analisa gempa yang lebih akurat dan mendekati keadaan yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

SNI 1729-2020 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.

SNI 03-1729- 2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.

SNI 1726-2019 Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung.

Badan Standarisasi Nasional: Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain SNI 03-1727-2020.

Amelia, Rica. 2005. Perbandingan Analisis Statik dan Analisis Dinamis Pada Portal Bertingkat Banyak Sesuai SNI 03-1726-2002. Universitas Sumatera Utara

Peta Parameter Ss Wilayah Indonesia.
Sumber:<http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

Peta Parameter S1 Wilayah Indonesia.
Sumber:<http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

ANALISIS PERFORMA TERMAL TURBIN UAP PADA BEBAN PARSIAL (60% DAN 75%) DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP KAPASITAS 100 MW

^{1*}Bantu Hotsan Simanullang, ²Muhammad Rizaldi

¹Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hotsanitbu@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis performa termal turbin uap pada sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) kapasitas 100 MW dengan membandingkan kondisi uji komisioning dan operasi aktual pada beban parsial 60% dan 75%. Metode yang digunakan adalah perhitungan turbin *heat rate* berdasarkan data operasi pada PLTU dan data uji coba awal. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada saat komisioning beban penuh (100%), *heat rate* turbin adalah 2197,89 kcal/kWh. Pada kondisi operasi aktual, *heat rate* meningkat menjadi 2552,61 kcal/kWh pada beban 75% dan 2568,50 kcal/kWh pada beban 60%, atau mengalami kenaikan masing-masing sebesar 16,14% dan 16,86% dibanding kondisi komisioning. Peningkatan *heat rate* tersebut menunjukkan penurunan efisiensi turbin, yang dipengaruhi oleh faktor pemeliharaan, umur pakai komponen, serta kondisi pengoperasian aktual. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya optimasi pemeliharaan dan pengoperasian turbin uap guna menjaga efisiensi energi di PLTU.

Kata kunci: Turbin uap, *heat rate*, efisiensi termal, beban parsial, pembangkit listrik

I. PENDAHULUAN

Efisiensi turbin uap merupakan faktor kunci dalam kinerja pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Parameter yang paling banyak digunakan untuk mengukur efisiensi turbin adalah *heat rate*, yaitu jumlah energi panas yang diperlukan untuk menghasilkan 1 kWh listrik. Semakin rendah nilai *heat rate*, semakin efisien sistem dalam mengonversi energi panas menjadi energi listrik (Khusnaini et al., 2024).

Namun, efisiensi turbin cenderung menurun seiring berjalannya waktu. Penelitian di beberapa PLTU melaporkan adanya perbedaan signifikan antara performa desain pada saat komisioning dengan performa aktual operasi (Komarudin et al., 2023). Salah satu faktor utama adalah operasi pada *partial load* yang menyebabkan peningkatan *heat rate* dibandingkan operasi penuh (Alfani et al., 2021).

Selain faktor operasional, degradasi material turut memperburuk efisiensi. Uap air bersuhu tinggi dapat mempercepat korosi dan oksidasi komponen turbin (Chen et al., 2021), sementara fenomena korosi dan deposit pada

sirkuit sekunder pembangkit juga berkontribusi pada penurunan performa (Xie & Zhang, 2016).

Untuk mengatasi masalah ini, berbagai pendekatan telah dikembangkan. Konsep *risk-based maintenance* terbukti efektif dalam perencanaan operasi dan pemeliharaan turbin dengan waktu operasi panjang (Tomala & Rusin, 2022). Selain itu, optimasi kinerja berbasis Industri 4.0 menggunakan data operasional mampu meningkatkan efisiensi dan mendeteksi degradasi lebih dini (Ashraf et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini menganalisis perbandingan nilai *heat rate* pada kondisi komisioning (100% beban) dengan operasi aktual pada beban parsial (75% dan 60%). Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi empiris berbasis data aktual untuk mendukung strategi optimasi operasi dan pemeliharaan PLTU.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis perbandingan *heat rate* antara kondisi komisioning dan operasi aktual pada beban parsial, guna memberikan

gambaran degradasi performa turbin uap dan implikasinya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada salah satu PLTU dengan kapasitas terpasang 100 MW.

Penelitian menggunakan data operasional turbin uap pada dua kondisi komisioning dimana uji performa turbin pada beban penuh 100%. Serta operasi aktual, dimana kondisi nyata turbin pada beban parsial 75% dan 60%.

Analisis dilakukan dengan menghitung *heat rate* turbin menggunakan persamaan:

$$\text{Heat Rate (kcal/kWh)} = \frac{\text{Heat in} - \text{Heat Out}}{\text{Generator Power Output}} \quad (1)$$

Dimana:

$\text{Heat in} = \text{Energi panas masuk turbin} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right)$

$\text{Heat Out} = \text{Energi panas yang keluar turbin} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right)$

$\text{Pgg} = \text{Daya listrik yang dihasilkan generator} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{h}} \right)$

Hasil uji komisioning dijadikan acuan sebagai baseline, sehingga perbedaan pada operasi aktual dapat dianalisis sebagai indikasi degradasi performa. Hasil perhitungan dibandingkan untuk mengetahui selisih nilai *heat rate* serta implikasinya terhadap efisiensi turbin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

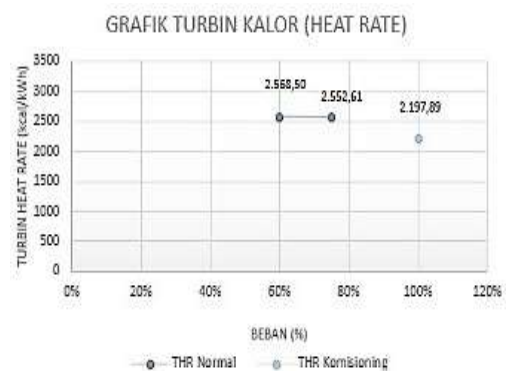
3.1. Hasil Perhitungan Heat Rate

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan *heat rate* turbin pada kondisi komisioning dan operasi aktual.

Tabel 1 Perbandingan *heat rate* turbin

Kondisi	Beban (%)	Heat Rate (kcal/kWh)	Kenaikan dibanding komisioning (%)
Komisioning	100	2197,89	–
Operasi Aktual	75	2552,61	16,14
Operasi Aktual	60	2568,50	16,86

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 1 Perbandingan *heat rate* turbin pada kondisi komisioning dan operasi aktual.

Sumber: Hasil Penelitian

Gambar 1 memperlihatkan perbandingan antara nilai *heat rate* turbin dan efisiensinya pada kondisi komisioning serta operasi aktual. Terlihat bahwa *heat rate* turbin pada kondisi operasi aktual lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi saat pengujian awal pada beban maksimum, yang berarti efisiensinya menurun. Pada saat komisioning

dengan beban penuh 100%, nilai *heat rate* tercatat sebesar 2197,89 kcal/kWh. Namun, dalam kondisi operasi normal terjadi peningkatan, yaitu 2552,61 kcal/kWh pada beban 75% dan 2568,50 kcal/kWh pada beban 60%.

Nilai *heat rate* tertinggi (menunjukkan performa terburuk) ditemukan pada beban 60% sebesar 2568,50 kcal/kWh, sedangkan pada beban 75% tercatat *heat rate* 2552,61 kcal/kWh. Sebagai pembandingan, kondisi terbaik tetap ditunjukkan pada saat komisioning dengan beban 100% sebesar 2197,89 kcal/kWh. Peningkatan *heat rate* pada operasi aktual ini menegaskan adanya penurunan kinerja turbin seiring waktu, yang dipengaruhi oleh faktor umur peralatan dan kebutuhan energi panas yang semakin besar untuk menghasilkan setiap 1 kWh listrik.

3.2. Pembahasan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *heat rate* pada operasi aktual lebih tinggi dibandingkan kondisi komisioning. Pada beban parsial 75%, terjadi kenaikan sebesar 16,14%, sedangkan pada beban 60% kenaikan lebih tinggi yaitu 16,86%. Kenaikan *heat rate* ini menunjukkan penurunan efisiensi turbin, yang semakin signifikan pada beban parsial. Hasil ini konsisten dengan temuan terdahulu bahwa parsial load meningkatkan konsumsi energi panas per unit listrik (Alfani et al.,

2021). Faktor lain yang berkontribusi adalah degradasi material turbin akibat paparan uap bersuhu tinggi (Chen et al., 2021) dan korosi pada sirkuit sekunder (Xie & Zhang, 2016).

Temuan ini mengindikasikan pentingnya pemeliharaan berkala, pengendalian kualitas uap, serta pengoperasian turbin pada beban optimal untuk menjaga efisiensi energi.

4. KESIMPULAN

Nilai heat rate saat komisioning dengan beban penuh (100%) adalah 2197,89 kcal/kWh yang mencerminkan kondisi operasi ideal turbin. Sedangkan pada operasi aktual, nilai heat rate meningkat menjadi 2552,61 kcal/kWh pada beban 75% dan 2568,50 kcal/kWh pada beban 60%, atau mengalami kenaikan masing-masing 16,14% dan 16,86% dibandingkan kondisi komisioning. Peningkatan heat rate menunjukkan penurunan efisiensi termal turbin, terutama pada beban parsial.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi penting bagi strategi pengoperasian PLTU. Pertama, pengaturan beban operasi menjadi faktor krusial, karena turbin terbukti lebih efisien ketika beroperasi mendekati beban penuh dibandingkan pada beban parsial. Oleh sebab itu, distribusi beban antar unit pembangkit perlu dioptimalkan untuk menjaga kinerja sistem. Kedua, peningkatan heat rate yang ditemukan pada kondisi operasi aktual menegaskan perlunya program pemeliharaan preventif yang terencana, sehingga kualitas komponen turbin dan sistem pendukung tetap terjaga.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alfani, D., Astolfi, M., Binotti, M., Silva, P., Size, S., Based, S. C. O., Coal, P., & Plant, P. (2021). *PART LOAD STRATEGY DEFINITION AND PRELIMINAR ANNUAL SIMULATION FOR SMALL SIZE SCO2 BASED PULVERIZED COAL POWER PLANT*.
- Ashraf, W. M., Uddin, G. M., Kamal, A. H., Khan, M. H., Khan, A. A., Ahmad, H. A., Ahmed, F., Hafeez, N., Sami, R. M. Z., Arafat, S. M., Niazi, S. G., Rafique, M. W., Amjad, A., Hussain, J., Jamil, H., Kathia, M. S., & Krzywanski, J. (2020). Optimization of a 660 MWe supercritical power plant performance⇌a case of industry 4.0 in the data-driven operational management. part 2. power generation. *Energies*, 13(21).
<https://doi.org/10.3390/en13215619>
- Chen, K., Seo, D., & Canteenwalla, P. (2021). The effect of high-temperature water vapour on degradation and failure of hot section components of gas turbine engines. *Coatings*, 11(9), 1–26.
<https://doi.org/10.3390/coatings11091061>
- Khusnaini, A., Aspiansyah, A., Harianto, A., & Adrianur, H. (2024). Steam Turbine Heat Rate Analysis By Method Performance Tests on Power Plant in Pt. Ksa Palm Factory. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 525–532.
<https://doi.org/10.21776/jrm.v15i1.1842>
- Komarudin, K., Abrianto, H. H., Multi, A., & Putra Utama, A. (2023). Performance Analysis of Extraction Condensing Turbine - Unit 1 at Pltu X, Bekasi, West Java. *International Journal of Advanced Multidisciplinary*, 2(1), 130–138.
<https://doi.org/10.38035/ijam.v2i1.217>
- Tomala, M., & Rusin, A. (2022). Risk-Based Operation and Maintenance Planning of Steam Turbine with the Long In-Service Time. *Energies*, 15(14).
<https://doi.org/10.3390/en15145019>
- Xie, Y., & Zhang, J. (2016). Corrosion and deposition on the secondary circuit of steam generators. *Journal of Nuclear Science and Technology*, 53(10), 1455–1466.
<https://doi.org/10.1080/00223131.2016.1152923>

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PERALATAN PENANGGULANGAN BENCANA PADA BADAN PENANGGULANGAN BENCANA DAERAH UNTUK WILAYAH PROVINSI DKI JAKARTA BERBASIS WEB

Atang Supena

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
Atang@itbu.ac.id*

Abstrak

Badan Penanggulangan Bencana Daerah memiliki kendala dalam melakukan pengelolaan peralatan penanggulangan bencana. Analisis dan perancangan sistem informasi merupakan langkah awal untuk menangani kendala tersebut. Dalam melakukan analisis dan perancangan sistem informasi peralatan, dimulai dengan menentukan metode pengembangan sistem informasi, pengumpulan data dan melakukan analisis data. Hasil analisis data merupakan daftar kebutuhan pengguna. Selanjutnya dilakukan analisis untuk menentukan sistem informasi seperti yang sesuai dengan kebutuhan yang telah dikumpulkan. Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh model fungsional sistem berupa use case, model proses berupa sequence diagram dan model data berupa class diagram. Berdasarkan model-model tersebut, dilakukan perancangan data storage dan perancangan antarmuka.

Kata Kunci : Sistem Informasi, Peralatan, Penanggulangan Bencana .

1) PENDAHULUAN

Peralatan merupakan hal yang sangat penting dalam penanggulangan bencana, baik sebelum terjadinya bencana, saat terjadinya bencana maupun saat setelah terjadinya bencana. Peralatan penanggulangan bencana yang tersedia harus dapat diperoleh dengan cepat, tepat waktu, tepat lokasi, tepat sasaran, tepat jumlah dan dapat berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, peralatan harus terdata dengan baik sehingga dapat menghindari kendala seperti tidak dapat digunakan, tidak berkualitas (cepat rusak), tidak adanya informasi tentang dimana tempat peralatan yang kondisinya layak pakai dan mudah didapat. Untuk itu, kegiatan manajemen peralatan sangat memiliki peranan penting dalam penanggulangan bencana.

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) sebagai Organisasi Perangkat Daerah yang membidangi urusan kebencanaan memiliki salah satu tugas yakni pengelolaan peralatan penanggulangan bencana, mulai dari penyediaan buffer stock (stok pengaman), penerimaan, pencatatan, penyimpanan dan redistribusi bantuan peralatan. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini,

dimana semua serba digital, tentunya pengelolaan peralatan juga perlu dilakukan digitalisasi, dimana pengelolaan peralatan diharapkan dapat dilakukan melalui suatu sistem informasi berbasis komputer yang terintegrasi.

Data kejadian bencana di wilayah Provinsi DKI Jakarta sepanjang tahun 2021 yang bersumber dari Unit Pelaksana Teknis (UPT) Pusat Data dan Informasi BPBD DKI Jakarta mencatat telah terjadi 962 kejadian bencana dengan rincian antara lain 536 kejadian kebakaran, 236 kejadian pohon tumbang, 72 kejadian banjir, 53 kejadian jalan tergenang, 12 kejadian tanah longsor, 2 kejadian angin kencang, dan 51 kejadian lainnya yang mengakibatkan 9.827 jiwa mengungsi. Untuk mendukung penanganan bencana tersebut, tentunya diperlukan pengelolaan peralatan penanggulangan bencana yang terlaksana dengan baik.

Pelaksanaan tugas yang dilakukan oleh BPBD khususnya di wilayah Provinsi DKI Jakarta belum memiliki sistem informasi peralatan untuk mendukung kegiatan tersebut. Padahal data peralatan sangat kritikal dalam penanganan bencana serta mengurangi dampak bencana dan korban jiwa akibat bencana. Untuk itu,

penulis melakukan penelitian yang diberi judul Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Peralatan Penanggulangan Bencana pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah Berbasis Web.

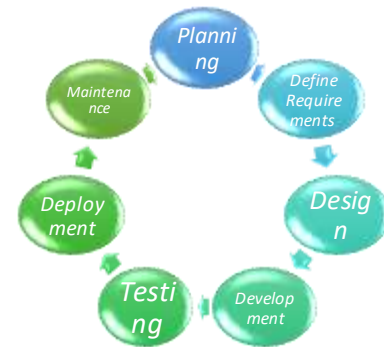
2) METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif. Dalam penelitian kualitatif, siklus penelitian dimulai dengan memilih objek penelitian. Kemudian diteruskan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan objek penelitian, seterusnya mengumpulkan data yang menyangkut pertanyaan-pertanyaan yang dimaksud lalu menganalisisnya. Selanjutnya, hasil analisis dapat menghasilkan sebuah sistem informasi yang menjadi solusi dari permasalahan sehingga tujuan penelitian tercapai.

2.2. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dibuat sejalan dengan langkah-langkah yang terdapat pada metode pengembangan sistem yang penulis gunakan. Penulis menggunakan metode pengembangan sistem SDLC (System Development Life Cycle) Software Development Life Cycle atau SDLC adalah suatu proses yang kamu gunakan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji software agar menghasilkan kualitas yang tinggi. SDLC ini bertujuan untuk menyediakan alur yang terstruktur dalam membantu developer menghasilkan software yang berkualitas dan terselesaikan dalam waktu yang singkat serta biaya yang rendah, namun hasilnya tetap optimal. Terdapat 7 (tujuh) tahapan/fase dalam SDLC antara lain planning, define requirements, design, development, testing, deployment serta maintenance (Mulyani, S, 2016), dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 1 Tahapan pada Metode Pengembangan Sistem SDLC
Sumber: Mulyani, S, 2016

2.3. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data dengan tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi, penulis melakukan pengumpulan data dengan beberapa metode sebagai berikut :

1) Wawancara

Wawancara dilakukan pada beberapa orang yang berperan aktif pada kegiatan pengelolaan peralatan penanggulangan bencana di BPBD DKI Jakarta, yaitu staf yang menjabat sebagai Pengelola Peralatan dan Komandan Pleton Petugas Penanganan Bencana yang bertugas dalam mengelola penerimaan, pengeluaran, peminjaman dan pelaporan peralatan. Wawancara dilakukan pada minggu pertama bulan Desember 2022. Melalui wawancara ini, penulis mendapatkan banyak informasi tentang penerimaan, pengeluaran, peminjaman dan pelaporan peralatan.

2) Observasi

Observasi dilakukan pada kegiatan pengelolaan logistik yang diadakan pada minggu pertama bulan Desember 2024 bertempat di gudang peralatan BPBD DKI Jakarta. Kegiatan pengelolaan peralatan ini bertujuan untuk melakukan pengecekan peralatan yang ada di lapangan (gudang penyimpanan).

3) Dokumenten

Pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari BPBD Provinsi DKI Jakarta dilaksanakan pada minggu pertama bulan Desember 2022 sesuai dengan alur permohonan permintaan data penanggulangan bencana yang berlaku di BPBD Provinsi DKI Jakarta.

Data yang diambil antara lain data sumber daya manusia yang bertugas dalam pengelolaan peralatan, *form* penerimaan barang, *form* pengeluaran barang serta data rekapitulasi peralatan penanggulangan bencana.

2.4. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah metode SDLC (*System Development Life Cycle*) dengan langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

Tabel 1 Langkah-langkah Penelitian

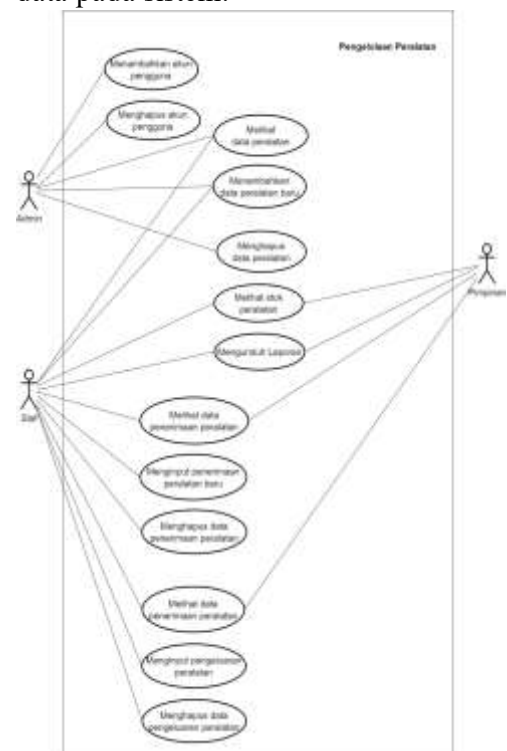
No.	Langkah Penelitian	Metode/Proses	Input	Output
1.	Perencanaan	Wawancara, observasi dan pengumpulan dokumen	Survei, kuesioner, pengumpulan peraturan dan dokumen	Rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian, serta alir pengelompokan peralatan berbasis
2.	Analisis	Melakukan analisis data yang telah diinput pada tahap perencanaan	Rumusan masalah dan alir pengelompokan peralatan sap iai	Daftar kebutuhan basis, kebutuhan pengguna dan kebutuhan sistem
3.	Perancangan	Memodelkan daftar kebutuhan, database dan antarmuka	Daftar kebutuhan	Model kebutuhan, database dan antarmuka
4.	Pengembangan	Melakukan coding	Model kebutuhan, database dan antarmuka	Source code web, Sistem Informasi, Peralatan, Pengumpulan, Rencana
5.	Pengujian	Melakukan pengujian web	Source code web, Sistem Informasi, Peralatan, Pengumpulan, Rencana	Hasil program

No.	Langkah Penelitian	Metode/Proses	Isi	Output
6.	Deployment	Melaksanakan deployment web ke local server	Source code web Sistem Informasi Peralatan Pemanggungan Bencana	Web Sistem Informasi Peralatan Pemanggungan Bencana
7.	Pencelahaan	Melaksanakan pemantauan operasional web	Web Sistem Informasi Peralatan Pemanggungan Bencana	Web Sistem Informasi Peralatan Pemanggungan Bencana yang telah dilakukan pemantauan dan pencelahaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Dalam melakukan pemodelan kebutuhan, penulis menggunakan Use Case Diagram. Setiap use case yang ada pada Use Case Diagram akan diperjelas dengan Use Case Description. Penulis juga membuat Activity Diagram untuk menampilkan alur aktivitas pengguna pada setiap use case serta membuat Sequence Diagram untuk memperjelas proses perpindahan data pada sistem.



Gambar 2 Use Case Diagram
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Tabel 2 Daftar *Use Case*

No.	Kode	Nama Use Case
1.	UC-01	Menambahkan akun pengguna
2.	UC-02	Menghapus akun pengguna
3.	UC-03	Menambahkan data peralatan baru
4.	UC-04	Melihat data peralatan
5.	UC-05	Menghapus data peralatan
6.	UC-06	Menginput penerimaan peralatan baru
7.	UC-07	Melihat data penerimaan peralatan
8.	UC-08	Menghapus data penerimaan peralatan
9.	UC-09	Menginput pengeluaran peralatan
10.	UC-10	Melihat data pengeluaran peralatan
11.	UC-11	Menghapus data pengeluaran peralatan
12.	UC-12	Melihat Stok Peralatan
13.	UC-13	Mengunduh Laporan

3.2 Implementasi Tampilan Aplikasi

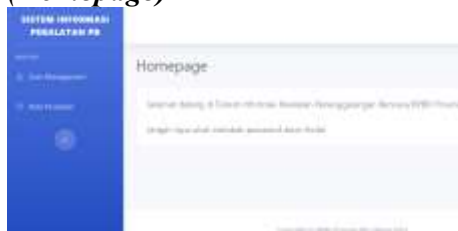
1. Implementasi Tampilan Login



Gambar 3 Tampilan Login
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman login, pengguna akan diminta untuk memasukkan email atau username dan password yang telah didaftarkan oleh Admin. Web ini tidak menyediakan halaman registrasi karena web hanya akan digunakan untuk pegawai BPBD Provinsi DKI Jakarta.

2. Implementasi Tampilan Awal (Homepage)

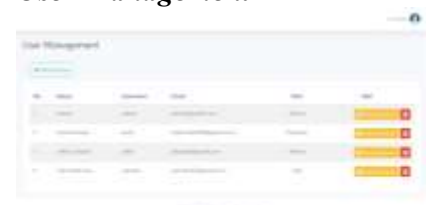


Gambar 4 Tampilan Awal (Homepage)
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman awal atau Homepage, pengguna akan melihat pesan selamat datang dan pesan agar mengubah password default. Pada bagian kiri atas terdapat judul sistem informasi, yang apabila diklik akan kembali ke halaman awal. Pada bagian kanan atas terdapat menu profil, yang apabila diklik akan menampilkan sub menu ubah akun untuk mengganti password dan sub menu logout untuk keluar.

Pada bagian kiri akan menampilkan menu sesuai dengan role pengguna. Menu User Management hanya dapat diakses oleh Admin, menu Data Peralatan dapat diakses oleh Admin dan Staf, sedangkan untuk menu Penerimaan, Pengeluaran, Stok Peralatan dan Unduh Laporan dapat diakses oleh role Pimpinan dan Staf.

3. Implementasi Tampilan Menu User Management



Gambar 5 Tampilan Menu User Management
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman User Management, sistem akan menampilkan daftar akun pengguna yang aktif. Terdapat tombol Tambah User untuk menambahkan / mendaftarkan pengguna baru, terdapat tombol Reset Password untuk mereset password akun pengguna apabila lupa password dan terdapat icon Hapus untuk menghapus akun pengguna.

4. Implementasi Tampilan Menu Data Peralatan



Gambar 6 Tampilan Halaman Menu Data Peralatan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman Data Peralatan, sistem akan menampilkan daftar peralatan. Terdapat fitur pencarian untuk memudahkan pengguna menemukan peralatan yang dicari. Terdapat juga tombol Tambah Data untuk menambahkan data peralatan baru dan tombol unduh file excel apabila diperlukan master data peralatan dalam format excel. Pada bagian tabel, terdapat kolom aksi yang berisi tombol ubah dan tombol hapus data.

5. Implementasi Tampilan Menu Penerimaan



Gambar 7 Tampilan Halaman Informasi Pendaftaran

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman Penerimaan Peralatan, sistem akan menampilkan daftar penerimaan. Terdapat fitur pencarian untuk memudahkan pengguna menemukan data penerimaan yang ingin dicari. Terdapat juga tombol Tambah Data untuk menambahkan data penerimaan peralatan baru. Pada bagian tabel, terdapat kolom Nomor BAST (Berita Acara Serah Terima). Penulis membuat kolom Nomor BAST ini berwarna biru dan

memiliki link, sehingga apabila diklik, maka web akan menampilkan detail penerimaan serta kolom aksi yang berisi tombol Hapus yang diwakili oleh icon kotak sampah berwarna merah dan tombol Unduh Berita Acara Serah Terima yang diwakili oleh icon printer berwarna hijau.

6. Implementasi Tampilan Menu Pengeluaran



Gambar 8 Tampilan Tampilan Menu Pengeluaran

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman Pengeluaran Peralatan, sistem akan menampilkan daftar pengeluaran. Terdapat fitur pencarian untuk memudahkan pengguna menemukan data pengeluaran yang ingin dicari. Terdapat juga tombol Tambah Data untuk menambahkan data pengeluaran peralatan.

Pada bagian tabel, terdapat kolom Nomor BAST (Berita Acara Serah Terima) berwarna biru yang dapat diklik oleh pengguna untuk menampilkan detail pengeluaran dalam bentuk pop up. Selain itu terdapat kolom aksi yang berisi tombol Hapus yang diwakili oleh icon kotak sampah berwarna merah untuk menghapus data pengeluaran dan tombol Unduh Berita Acara Serah Terima yang diwakili oleh icon printer untuk mengunduh BAST dalam format Microsoft Word (.doc).

7. Implementasi Tampilan Input Pengeluaran Peralatan



Gambar 9 Tampilan Input Pengeluaran Peralatan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman Input Pengeluaran Peralatan, terdapat header, body dan footer. Pada bagian header berisi form untuk menginput Nomor BAST, Tanggal, Keterangan, Nama, Jabatan dan Instansi. Pada bagian body, berisi detail pengeluaran. Pengguna dapat menambahkan peralatan yang dikeluarkan dengan mengklik icon Tambah pada kolom Aksi. Lalu pada footer, terdapat tombol Kembali yang akan membawa pengguna ke halaman Menu Pengeluaran dan tombol Simpan Pengeluaran yang akan menyimpan data pengeluaran ke dalam database.

8. Implementasi Tampilan Menu Stok Peralatan

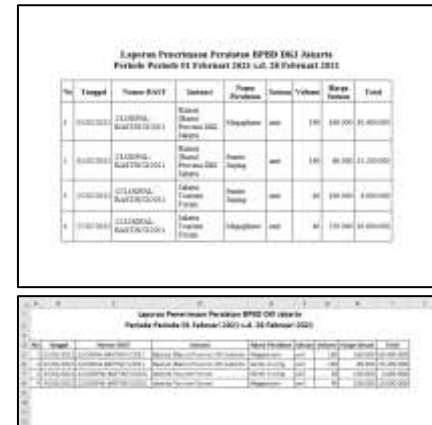


Gambar 10 Tampilan menu Stok Peralatan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman menu Stok Peralatan, terdapat tombol pencarian yang akan memudahkan pengguna untuk mengetahui berapa jumlah stok untuk peralatan tertentu.

9. Implementasi Tampilan Menu Laporan



Gambar 10 Tampilan menu Stok
Laporan dalam format doc,xls
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Fungsional sistem terkait laporan penulis kembangkan dengan menyediakan fitur unduh pada setiap pengelolaan peralatan yaitu penerimaan, pengeluaran, stok dan Berita Acara Serah Terima (BAST). Berikut adalah hasil pengembangan fitur unduh laporan dan unduh berita acara serah terima.



Gambar 11 Tampilan Tampilan
berita acara serah terima
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4 KESIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk mengembangkan Sistem Informasi Peralatan Penanggulangan Bencana pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah untuk wilayah Provinsi DKI Jakarta Berbasis Web, dibutuhkan 24 kebutuhan sistem yang dibagi menjadi kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Kebutuhan tersebut didapat berdasarkan hasil analisis dari kebutuhan bisnis dan kebutuhan pengguna di BPBD Provinsi DKI Jakarta.

Dalam merancang Sistem Informasi Peralatan Penanggulangan Bencana, penulis memilih metode pengembangan SDLC (*System Development Life Cycle*) yang terdiri dari 7 tahapan antara lain perencanaan, analisis, perancangan, pengembangan, pengujian, *deployment* dan pemeliharaan. Setelah melalui 7 tahapan penelitian, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Informasi Peralatan Penanggulangan Bencana pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah untuk Wilayah Provinsi DKI Jakarta Berbasis Web telah selesai dibangun dan kini laporan stok peralatan sudah bisa dibuat melalui sistem informasi tersebut.
2. Dengan adanya Sistem Informasi Peralatan Penanggulangan Bencana pada Badan Penanggulangan Bencana Daerah untuk Wilayah Provinsi DKI Jakarta Berbasis Web dapat mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh kurangnya ketelitian petugas dalam melakukan perhitungan stok peralatan.
3. Dengan sistem informasi tersebut, Badan Penanggulangan Bencana Daerah dapat mengetahui stok peralatan dengan akurat.
4. Sistem Informasi Peralatan Penanggulangan Bencana telah dilakukan *deployment* di komputer

dengan jaringan lokal dan dapat diakses melalui <http://localhost:8080/login>.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulyani, S, Metode Analisis dan Perancangan Sistem, Bandung: Abdi Sistemika, 2016.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 11 Tahun 2011 tentang Pedoman Inventarisasi Peralatan Penanggulangan Bencana.
- Nazaruddin, M., "Jurnalisme Bencana di Indonesia, Setelah Sepuluh Tahun", Jurnal komunikasi, ISSN 1907-898X, vol. 10, no. 1, pp. 79-88, Okt. 2015.

ANALISIS DAN PERANCANGAN JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GEAPON PADA CV KHANZA PERDANA MANDIRI DI DESA KATULISAN

Ahmad Fakhri

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
ahmadfakhri@itbu.ac.id*

Abstrak

Perkembangan teknologi Telekomunikasi sebagai kebutuhan berkomunikasi saat ini telah berkembang dengan pesatnya, dibutuhkan sarana media transmisi yang mampu menyalurkan informasi dengan kapasitas besar dan kecepatan transfer data yang memumpuni, dengan menerapkan teknologi GEAPON maka layanan FTTH sampai ke user hingga memenuhi kebutuhan masyarakat. Namun bagaimana merancang dan menentukan infrastruktur yang diperlukan untuk membangun jaringan FTTH di Desa Katulisan dan bagaimana menghitung link power budget, rise time, power receive dan kapasitas traffic yang dibutuhkan. Penelitian ini dibuat demi menjawab pertanyaan tersebut. metode yang digunakan adalah metode kuesioner, metode observasi, dan metode Studi Pustaka dan Best Practice. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa perancangan dan infrastruktur jaringan FTTH di Desa Katulisan menggunakan 1 OLT dan 8 ODP, Terdapat 50 pelanggan yang terdiri dari 24 rumah, 2 sekolah, 1 desa, 2 ruko dan 21 warung hotspot dengan total traffic sebesar 100 Mbps, yang dapat dicakup oleh 1 OLT, dan menggunakan 1 Mikrotik. Infrastruktur yang diperlukan pada jaringan FTTH (Fiber to The Home) di Desa Katulisan yaitu kabel Fiber Optic 12 core sepanjang 10 Km, kabel Fiber Optic 1 core sepanjang 2,3 Km, Mikrotik, OLT dan ONU. Hasil perhitungan link power budget, rise time, power receive dan kapasitas traffic yang dibutuhkan adalah pada setiap pelanggan sudah memenuhi standar redaman yang ditetapkan Proxynet yaitu, sebesar 28 dB.

Kata Kunci : *Analisis dan perancangan, Fiber To The Home (FTTH), Teknologi GEAPON*

1. PENDAHULUAN

Sparepart merupakan sebuah barang. Peningkatan kualitas teknologi terus berkembang setiap waktu dengan segala peningkatan teknologi yang semakin maju pada bidangnya. Pada saat ini, beberapa sistem komunikasi yang sering dipakai terkadang menimbulkan bermacam masalah dari mulai akses yang lambat dan adanya gangguan seperti halnya noise yang akan menghambat user atau pengguna, maka saat ini pengguna membutuhkan teknologi yang lebih baik dari pada sistem komunikasi tersebut.

Saat ini memerlukan jaringan yang stabil dan cepat. Kriteria tersebut cocok dengan jaringan fiber optic. Jaringan ini memanfaatkan media transmisi seperti cahaya yang berguna untuk menyalurkan informasi (data) (Muharor dkk., 2019). Jenis kabel yang digunakan pada fiber optic merupakan jenis cahaya berasal dari laser atau Light Emitting Diode (LED),

dan ukuran yang dimiliki berada pada kisaran diameter lebih kurang 120 mm.

GEAPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) merupakan jaringan fiber optic point-to-multipoint yang cocok untuk diaplikasikan pada FTTH (Fiber To The Home) dan FTTB (Fiber To The Building), dimana sebuah fiber optic digunakan untuk melayani beberapa pelanggan. Arsitektur PON sendiri terdiri dari OLT (Optical Line Termination) pada sisi provider dan satu atau beberapa ONU (Optical Network Units) pada sisi pelanggan. Tipe arsitektur semacam ini lebih baik dibandingkan arsitektur point-to-point. Dasar kerja pada GEAPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) dimulai saat sinyal atau data ditransmiter ke OLT, sehingga terdapat bagian yang disebut splitter yang berguna sebagai pengirim fiber optic menuju ONU, pada ONU berguna untuk mendistribusikan sinyal dan data pada user. PON merupakan sistem point to

multipoint, bersumber pada fiber menuju arsitektur premise network yang mana unpowered optical splitter (spitter fiber) fiber optic tunggal.

Fiber to the Home (FTTH) adalah kode pengiriman isyarat optik yang bersumber pada pusat penyedia (provider) menuju wilayah klien dengan memanfaatkan serat optik menjadi medium penghantaran (P.Toago dkk., 2014). Peningkatan teknologi saat ini, adalah sebagian dampak dari kemajuan perkembangan teknologi fiber optic yang dapat menjadi pengganti pemanfaatan kabel konvensional seperti tembaga. Faktor lain perkembangan teknologi karena terdapat layanan yang diketahui dengan sebutan Triple Play Services. Layanan tersebut yang membuat akses layanan menjadi cepat didalam satu infrastruktur pada unit pelanggan.

Keuntungan dengan penggunaan teknologi FTTH (Fiber To The Home) ini dapat melakukan penghematan dana serta dapat meminimalisir biaya operasi dan pemberian pelayanan baik kepada pengguna. Jarak umum dari pusat layanan kepada pengguna kurang lebih maksimum 20 km. Terdapat istilah headend, yang dimaksud kantor utama pengiriman layanan service provider yang di dalamnya mempunyai peralatan yang dinamakan OLT. Jalur selanjutnya dari OLT ini disalurkan ke ONU yang diposisikan pada rumah pengguna yang dihubungkan dengan jaringan distribusi fiber optic. Pada proses pengiriman data suara menggunakan isyarat optik yang ukuran panjang gelombang (wavelength) 1490 nm dari hilir (downstream) serta ukuran panjang gelombang 1310 nm dari hulu (upstream).

Daerah Perkampungan yang tidak memiliki jasa layanan internet sehingga kebutuhan internet yang sangat banyak di Desa Katulisan belum memadai. Terdapat beberapa tempat di Desa Katulisan yang membutuhkan layanan jaringan internet dengan kecepatan tinggi untuk mendukung kebutuhan masyarakat. Misalnya,

dibidang ekonomi, pendidikan, kesehatan, perdagangan, dan bahkan pemerintahan. Sehingga dengan adanya jaringan Fiber To The Home (FTTH) dapat menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di perkampungan khususnya di desa katulisan. Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian secara langsung pada jaringan Fiber To The Home (FTTH).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif dan penelitian deskriptif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati. Sedangkan penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variable mandiri, baik suatu variable atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variable yang lain.

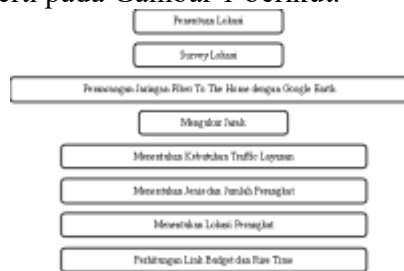
Metode deskriptif ialah metode yang menuturkan dan memecahkan masalah yang ada, melalui suatu cara pengumpulan data, menyusun atau mengklasifikasi, menganalisis dan menginterpretasikan.

Menurut Sugiyono (2014:21) metode analisis deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi.

Fenomena yang dijadikan kasus dalam penelitian ini adalah kendala layanan akses internet yang sulit didapat oleh masyarakat di pedesaan. Pembangunan infrastruktur telekomunikasi yang belum merata menjadi salah satunya, khususnya untuk jaringan yang berhubungan langsung dengan masyarakat.

2.2 Kerangka Penelitian

Metode Pola pikir adalah pengembangan pola pikir penulis dalam melakukan suatu penelitian. Pola pikir tersebut digambarkan dalam bentuk kerangka pemikiran yang dapat disampaikan dalam bentuk diagram, mulai data yang diperoleh untuk dianalisis dan beberapa hal yang mempengaruhi atau dibutuhkan pada saat penulis melakukan penelitian. Kerangka pemikiran pada penelitian ini seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Kerangka Pemikiran
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada Gambar 1 menunjukkan langkah yang dilakukan dalam perancangan jaringan FTTH. Survey (Site dan Service Pelanggan), perlu adanya peninjauan lokasi dan jenis layanan yang akan digunakan oleh pelanggan agar perhitungan kapasitas dan jenis layanan komunikasi yang akan diimplementasikan dapat berlangsung dengan optimal. Pemilihan perangkat agar sesuai dengan spesifikasi yang tepat pada arsitektur FTTH. Analisis link power budget, untuk mengetahui terpenuhi atau tidaknya perancangan yang telah dilakukan dengan metode perhitungan terhadap parameter link budget.

2.3 Langkah-Langkah dan Metode Penelitian

Pada penelitian ini, untuk memperoleh jawaban dan mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan, alur pengembangan sistem yang sudah dijelaskan pada kerangka penelitian diuraikan menjadi beberapa langkah yang sistematis. Langkah-langkah

tersebut menjelaskan tentang metode atau proses apa saja yang dilakukan, input yang dibutuhkan serta output yang dihasilkan. Untuk lebih jelas dapat melihat Tabel 1 berikut :

Tabel. 1 Langkah Penelitian

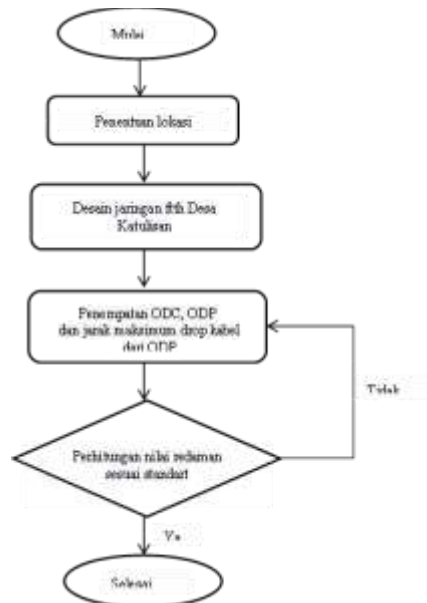
No.	Langkah penelitian	Metode / Proses	Input	Output
1	Menentukan Masalah	Observasi	Kondisi saat ini dan tempat studi kasus	Rumusan masalah
2	Mengumpulkan data	Survey, Observasi, Studi Literatur dan Best Practice	Rumusan masalah	Cakupan wilayah dan jarak lokasi
3	Menentukan Requirements	Menentukan Kebutuhan Traffic Layanan, Jenis dan Jumlah Perangkat	Cakupan wilayah dan jarak lokasi	Daftar requirements
4	Membuat Rancangan	Perancangan Jaringan Fiber To The Home dengan Google Earth	Daftar requirements	Design model Prototype
5	Mengimplementasikan Rancangan	Perhitungan link budget dan Rise time	Prototype google earth	Link Budget dan Rise Time sesuai standar
6	Menyusun Kesimpulan dan Saran	Analisis Hasil Pengujian	Hasil penelitian	Kesimpulan dan saran

Berdasarkan tabel 1 tersebut, diketahui dalam penelitian ini penulis menggunakan enam langkah untuk mencapai tujuan penelitian. Input (masukan) dan Output (hasil) dari langkah-langkah tersebut akan dijelaskan secara eksplisit, sehingga maksudnya dapat dipahami dengan mudah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Flowchart Perancangan Fttth

Perencanaan adalah suatu tahap atau langkah awal untuk mencapai sebuah tujuan agar dapat tercapai dengan efektif dan efisien. Tolak ukur perancangan jaringan FTTH yaitu dari segi desain dan teknis. Desain yang baik untuk FTTH adalah desain dengan perancangan yang membutuhkan biaya operasional kecil, memperhatikan estetika lingkungan serta mengikuti aspek teknis dari ITU_T atau standar dari PT Telkom Akses. Flowchart Perancangan Fttth dapat dilihat seperti pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Flowchart Perancangan Fttth
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2 Perancangan Jalur Jaringan Fiber Optic

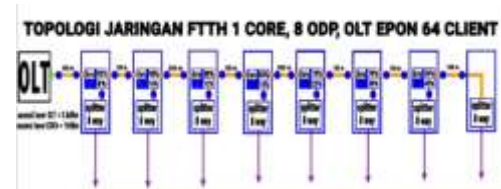
Pemilihan jalur pemasangan jaringan fiber optic adalah salah satu cara mengembangkan jaringan fiber optic, untuk memenuhi kebutuhan yang akan digunakan seperti panjang kabel, jumlah sambungan kabel atau splice, piranti-piranti dan menghitung jumlah power transmit harus dipertimbangkan matang-matang. Adapun keuntungan penentuan jalur fiber optic antara lain:

- Mempermudah menentukan daerah yang akan dipasang fiber optic.
- Mempermudah perawatan fiber optic dimasa mendatang.
- Mempermudah dalam menginstalasi kabel fiber optic dan piranti yang digunakan.
- Dapat memprediksi kebutuhan pelanggan dimasa mendatang.

Desa Katulisan merupakan daerah yang jauh dari pusat kota dan sulit untuk mendapatkan koneksi internet. Desa Katulisan memiliki luas wilayah 931 Hektar dan memiliki penduduk tidak kurang dari 2.994 jiwa. Wilayah Desa Katulisan terletak di Kecamatan Cikeusal, Kabupaten Serang Provinsi

Banten. Tujuan perancangan pembangunan jaringan fiber optic di Desa Katulisan ini adalah untuk memberikan jasa layanan internet kepada masyarakat untuk memenuhi beberapa kebutuhan, misalnya dibidang ekonomi, pendidikan, kesehatan, perdagangan dan bahkan pemerintahan. Sehingga, dengan adanya jaringan Fiber To The Home (FTTH) diharapkan menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di perkampungan khususnya di Desa Katulisan.

Konfigurasi pada perancangan jaringan FTTH di Desa Katulisan menggunakan konfigurasi Star, posisi Optical Line Termination (OLT) pada Central Office yang terhubung ke Optical Distribution Point (ODP), kemudian dari ODP kepada pelanggan. Lokasi perancangan jaringan FTTH berada di Desa katulisan. Lokasi penempatan OLT berjarak 130 meter dari lokasi perancangan. Adapun jalur yang akan dirancang berada di daerah Desa Katulisan dengan jalur dibagi menjadi dua cabang. Jalur dibuat dua jalur yaitu, jalur merah dan jalur kuning. Pembagian ini didasarkan karena mengikuti jalur perumahan yang terdapat di Desa Katulisan. Tahap berikutnya adalah perhitungan kebutuhan perangkat FTTH. Adapun ulasan arsitektur jaringan FTTH dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Topologi Jaringan FTTH
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa jenis splitter yang digunakan adalah 1:8. Untuk setiap pelanggan mempunyai perangkat Optical Network Unit (ONU). Total kebutuhan

banyaknya kabel fiber optic dari OLT ke ODP sebanyak 1 core. Adapun hasil rancangan yang dibuat terlihat pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Maps perancangan jaringan FTTH

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Rancangan ini terdiri atas delapan ODP dengan menggunakan dua jalur yaitu jalur merah dan jalur kuning. Untuk menghitung link power budget pada jaringan FTTH dibagi menjadi dua bagian. Hal ini dipengaruhi oleh faktor jarak OLT dengan ONT. Disebabkan adanya faktor jarak oleh teknologi FTTH mempunyai panjang gelombang asimetrik pada transmisinya. Panjang gelombang yang digunakan pada uplink sepenulir 1310 nanometer serta untuk downlink sepenulir 1490 nanometer. Adapun hasil perhitungan dari OLT hingga ke pelanggan yang melalui ODP dengan menggunakan splitter 1:8 adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Perhitungan Redaman jalur Uplink dan Downlink

No	Jalur Redaman	Uplink	Downlink
1	OLT ke ODP 1	5,99 dB	5,99 dB
2	ODP 1 ke ODP 2	5,61 dB	5,61 dB
3	ODP 2 ke ODP 3	1,55 dB	1,55 dB
4	OLT ke ODP A	5,99 dB	5,99 dB
5	ODP A ke ODP B	5,61 dB	5,61 dB
6	ODP B ke ODP C	1,55 dB	1,55 dB
7	ODP C ke ODP D	-2,55 dB	-2,55 dB
8	ODP D ke ODP E	-5,55 dB	-5,55 dB

Setelah diperoleh nilai pada setiap pelanggan, lalu menghitung Power recieve (Pr) dengan nilai power Transmit pada OLT yaitu +5. Nilai tersebut merupakan nilai standard yang dipakai oleh Proxynet. Perhitungan

Power Recieve (Pr) menggunakan persamaan. Adapun hasil perhitungan pada salah satu pelanggan pada jalur Uplink dan Downlink disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Perhitungan Power Recieve (Pr)

Layanan	Panjang Jarak (Km)	Redaman Total (dB)	Power Recieve (dBm)
Downlink Jarak Terjauh	3Km	25,65	-25,65
Uplink Jarak Terdekat	300m	18,69	-18,69
Downlink Jarak Terdekat	130m	18,69	-18,69
Uplink Jarak Terjauh	3Km	25,65	-25,65

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh besarnya daya yang diterima detektor pada sisi downlink pada jarak terjauh sebesar -25,65 dBm dan untuk jarak terdekat sebesar -18,69 dBm. Pada sisi Uplink untuk jarak terjauh -25,69 dBm dan untuk jarak terdekat sebesar -18,69 dBm. Perhitungan rise time dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja keseluruhan pada jaringan telah memenuhi kapasitas yang diinginkan. Teknologi GEAPON nilai bit rate pada uplink dan downlink yaitu 1,25 Gbps. Parameter yang wajib ditinjau pada perhitungan rise time analysis yaitu, panjang gelombang (λ) yang diaplikasikan pada transmisi. Panjang gelombang transmisi uplink adalah 1.310 nanometer. Sedangkan, pada transmisi downlink menggunakan panjang gelombang 1.550 nanometer. Perhitungan rise time Budget disisi downlink dan uplink dengan parameter perhitungan seperti ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Perhitungan Rise Time Budget salah satu pelanggan

Layanan	Rise Time maksimum Penkodean NRZ (ns)	Rise Time Total Sistem (ns)
Downlink	0,292	0,250
Uplink	0,583	0,250

Pada Tabel 4 terlihat besarnya rise time total pada downlink bernilai 0,250 newton second dan uplink bernilai 0,250 newton second. Prediksi jumlah kapasitas traffic dapat dilihat dari

besarnya data bandwidth seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Jumlah Traffic Pelanggan

No.	Pelanggan & Paket	Kategori	Jumlah	Bandwidth	Jumlah Traffic Layanan	Jumlah Traffic Pelanggan	Pelanggan Jumlah Traffic (Mbit)
1	24 Rumah	Data / Access Point	3	20	20	20	20
2	2 Sekolah	Data / Access Point	3	20	20	20	20
3	1 Desa	Data / Access Point	3	10	10	10	10
4	2 Toko	Data / Access Point	3	10	10	10	10
5	21 Warung / Rongpet	Data / Access Point	3	40	40	40	40
Total							100

Pada Tabel 5 menunjukkan kebutuhan total dari fiber optic dimana jaringan dapat mentransmisikan data dengan besar 100 Mbps serta membutuhkan 1 OLT.

Tabel 6 Pengujian Redaman Pada Kabel Fiber Optic

Aktivitas Pengujian	Realisasi yang diharapkan	Hasil Pengujian	Status
Cek redaman pada sisi ODP	Redaman di bawah 28 dBm	Hasil Redaman 05.61 dBm, 01.55 dBm dan 01.08 dBm	Berhasil
Cek redaman pada sisi pelanggan	Redaman di bawah 28 dBm	Hasil redaman -25.65 dBm	Berhasil

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil pengujian yang telah dilakukan pada kabel fiber optic dengan menggunakan alat Optical Power Meter (OPM) sudah sesuai yang diharapkan oleh penulis dan sudah sesuai standar oleh pihak penyedia layanan internet atau ISP.

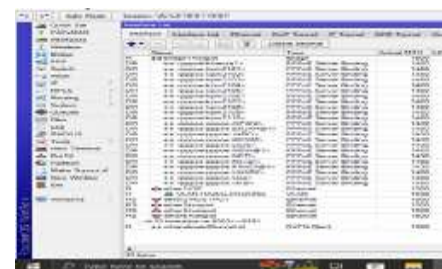
Tabel 7 Pengujian Hasil Konfigurasi Pada Mikrotik

Aktivitas Pengujian	Realisasi yang diharapkan	Hasil Pengujian	Status
Ping DNS	Dapat terkoneksi pada seluruh layanan internet	Dapat terkoneksi pada internet	Berhasil
Speedtest	Sesuai paket yang telah dipilih oleh pelanggan	Speedtest 9.69 Mbps	Berhasil

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil pengujian yang telah dilakukan pada sisi server dan sisi pelanggan dengan menggunakan aplikasi winbox dan speedtest sudah sesuai yang diharapkan oleh penulis.

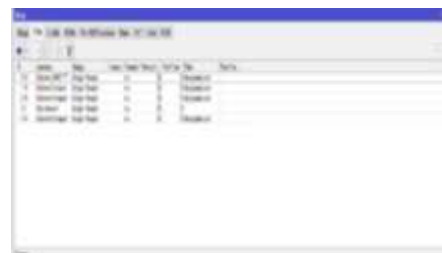
3.3.1 Setting Nama Interface

Menu *Interface* merupakan gerbang *traffic* keluar atau masuk ke Mikrotik. Secara *default* Mikrotik mengenali *interface* yang secara fisik memang ada. Penulis dapat merubah nama *interface* tersebut dengan tujuan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi fungsi. Untuk mengetahui tentang *Setting Nama Interface* dapat terlihat pada Gambar 5 berikut.

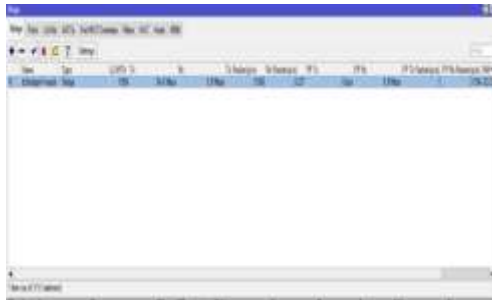


Gambar 5 *Setting Nama Interface*
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

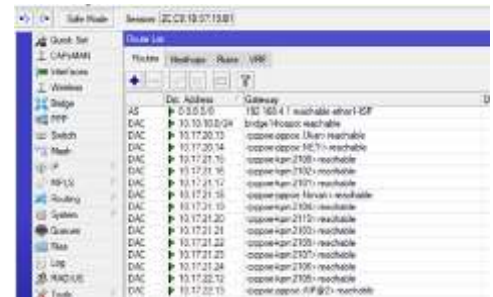
3.3.2 Pembuatan Bridge dan *Add Port* Fitur *Bridge* ini berfungsi untuk menggabungkan beberapa *interface* sehingga gabungan *interface* tersebut berada dalam satu segment alamat IP. Metode *Bridge* dapat dilakukan terhadap jenis *interface* yang berbeda, misal *Ethernet* dan *Wireless*. untuk mengetahui cara membuat *Bridge* dan *Add Port* dapat dilihat dari Gambar 6 berikut ini.



3.3 Konfigurasi Mikrotik



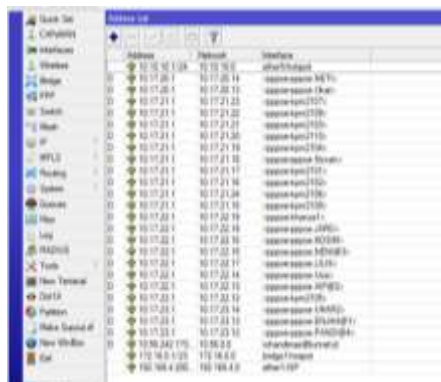
Gambar 6 Pembuatan Bridge dan Add Port
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 7 Setting IP Route
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.3.3 Setting IP Address Pada Masing-Masing Interface

Fungsi *IP Address* adalah sebagai identitas alamat setiap perangkat jaringan yang akan melakukan komunikasi antar perangkat. Nantinya, fungsi *IP Address* ini berguna untuk perangkat komputer saat mengakses internet. Adapun cara *Setting IP Address* masing-masing *Interface* dapat dilihat dari Gambar 7 berikut.



Gambar 7 Setting IP Address Masing-Masing Interface
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.3.4 Setting IP Route

Fungsi *IP route* untuk menggabungkan *router* yang satu dengan *router* lainnya. *Setting IP route* terlihat pada Gambar 7 berikut:

3.3.5 Add NAT Interface

Konfigurasi NAT (*Network Address Translation*) merupakan suatu *firewall* yang terdapat pada *router* dengan fungsi melakukan perubahan (translasi) alamat IP sumber/pengirim (*source address*) dari sebuah paket data. NAT bekerja pada *router* yang menjadi penghubung (*gateway*) antara jaringan lokal (*private*) dengan jaringan internet (*public*). Adapun penjelasan tentang *Add NAT Interface* dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8 Add NAT Interface
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.4 Langkah-Langkah Membuat PPPoE Untuk Client

3.4.1 Membuat PPPoE Server

Fungsi PPPoE *server* sendiri adalah sebagai salah satu jenis koneksi pada sebuah jaringan. Koneksi dengan PPPoE Mikrotik biasanya digunakan oleh ISP atau *Internet Service Provider* yang biasa digunakan sebagai pengganti IP statik dan IP dinamis yang akan diberikan kepada *client*. Untuk lebih memahami tentang

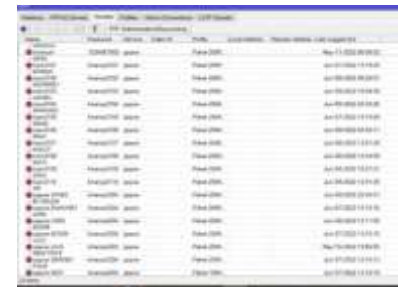
cara membuat PPPoE Server dapat dilihat pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9 Membuat PPPoE Server
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.4.2 Membuat Secret

Pada bagian menu *secret* penulis membuat *name* dan *password* yang nantinya akan digunakan untuk dimasukan ke *ONT client* agar terkoneksi pada Mikrotik. Adapun cara membuat *Secret* dapat dilihat pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10 Membuat Secret
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.4.3 Membuat Profile

Membuat *Profile* berfungsi untuk menentukan batasan-batasan untuk setiap *client* PPPoE seperti kecepatan internet. Adapun cara membuat *profile* dapat dilihat pada Gambar 11 berikut:

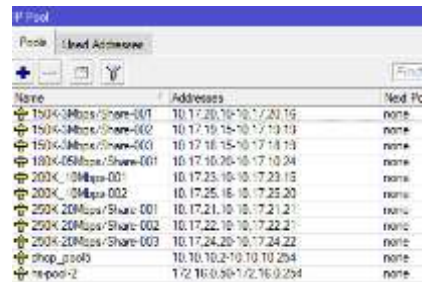


Gambar 11 Membuat Profile
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.4.4 Membuat IP Pool Untuk PPPoE

IP Pool merupakan salah satu fitur Mikrotik untuk menentukan *range* IP yang dapat membatasi *client* yang terkoneksi secara *wireless*

dan digunakan untuk DHCP Server dan *Point to Point*. Fungsi IP Pool pada Mikrotik adalah untuk membatasi *range* IP yang akan didistribusikan secara otomatis oleh sistem DHCP. Adapun cara membuat IP Pool Untuk PPPoE dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut.

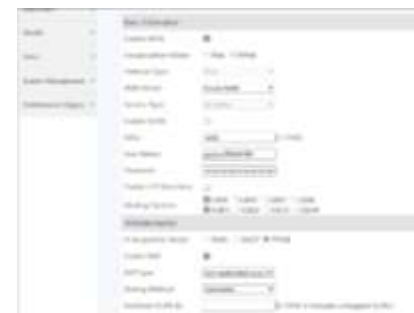


Gambar 12 Membuat IP Pool untuk PPPoE dan Hotspot
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.5 Konfigurasi ONT Client

3.5.1 Konfigurasi pada menu WAN

Pada menu WAN peneliti memasukan akun *secret* yang telah dibuat pada Mikrotik. Adapun konfigurasi pada menu WAN dapat dilihat pada Gambar 13 berikut ini.



Gambar 13 Konfigurasi Pada Menu WAN
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.6 Cara Mengantisipasi Serangan DDoS Attack

1. Memperbaharui Sistem Operasi
Memperbaharui sistem operasi ke versi terbaru, hal ini bertujuan untuk mengatasi bagian-bagian

rentan yang dapat saja dijadikan pintu masuk akses *illegal*.

2. Membatasi Akses

Membatasi akses ke sistem sehingga dapat menyaring *traffic data* yang masuk dan keluar pada komputer atau *server* yang digunakan.

3. Serangan Smurf

Jika serangan yang terjadi menggunakan *smurf* maka dapat mengatasinya dengan cara mematikan sementara *broadcast address* pada router dan dapat dengan melakukan penyaringan atau membatasi permintaan *ICMP* pada *Firewall*.

3.7 Hasil Metode Komparatif

Hasil metode komparatif yang didapat oleh peneliti dari hasil observasi adalah terdapat faktor-faktor penyebab terjadinya atau munculnya fenomena tertentu. Misalnya, koneksi data seluler dianggap lebih lambat dibandingkan koneksi internet WiFi yang menggunakan Fiber Optic.

3.8 Perancangan jaringan FTTH

Perancangan jaringan FTTH dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Perancangan Jaringan FTTH

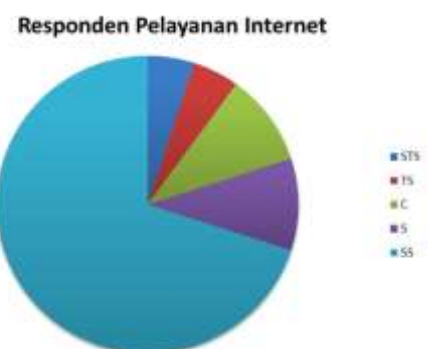
NO	WAKTU	KETERANGAN	ALAT
1	Februari 2022	Pemasangan kabel backbone 12 core sepanjang 10 Km	kabel backbone
2	Februari 2022	Konfigurasi OLT	OLT Hsoso Epon 2 port
3	Februari 2022	Konfigurasi Mikrotik	Mikrotik RB450GX4
4	Maret 2022	Pemasangan kabel jalur utama untuk ke pelanggan dengan menggunakan kabel Fiber Optic 1 core sepanjang 2,3 Km	8 Roll kabel Fiber Optic
5	Maret 2022	Pemasangan ODP menggunakan Splitter 1:8 &	8 Splitter 1:8

		Splitter Rasio	
6	Maret 2022	Pemasangan Kabel Fiber Optic kepada pelanggan	1 core
7	Maret 2022	Pemasangan dan konfigurasi modem menggunakan	50 Modem Huawei

Pada Tabel 8 menjelaskan proses perancangan FTTH mulai dari waktu pengerjaan, alat yang digunakan dan kisaran harga pembelian alat rancangan FTTH.

3.9 Hasil Kuesioner

Hasil kuesioner merupakan hasil yang sudah didapat dari kuesioner yang dibuat oleh peneliti untuk pengguna jasa layanan internet dengan menggunakan rancangan fiber optic menggunakan teknologi GEAPON dengan jumlah pengguna 50 orang. Hasil dari kuesioner dapat dilihat pada Gambar 14 berikut:



Gambar 14 Responden Pelayanan Internet
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Keterangan : STS = Sangat Tidak Setuju

TS = Tidak setuju

C = Cukup

S = Setuju

SS = Sangat Setuju

Berdasarkan kuesioner diatas dengan jumlah 50 pelanggan yang diberikan 20 pertanyaan mengenai pelayanan internet, maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut ini:

Sangat Tidak Setuju berjumlah 5%, Tidak Setuju 5%, Cukup 10%, Setuju 10%, dan Sangat Setuju 70%. Berdasarkan hasil kuesioner yang didapat oleh peneliti maka dapat disimpulkan bahwa pelanggan merasa

puas terhadap pelayanan yang diberikan oleh CV Khanza Perdana Mandiri terlihat pada hasil tingkat kepuasan pelanggan dengan presentase 70%.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian dan pembahasan dapat dirumuskan simpulan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Perancangan dan infrastruktur Jaringan FTTH
 - a. Perancangan jaringan FTTH di Desa Katulisan menggunakan 1 OLT dan 8 ODP. Terdapat 50 pelanggan yang terdiri dari 24 rumah, 2 sekolah, 1 kantor desa, 2 ruko dan 21 warung *hotspot* dengan total *traffic* sebesar 100 Mbps, yang dapat dicakup oleh 1 OLT dan memakai 2 *port*.
 - b. Infrastruktur yang diperlukan pada jaringan FTTH (*Fiber to The Home*) di Desa Katulisan yaitu, kabel *fiber optic* 12 *core* sepanjang 10 Km, kabel *fiber optic* 1 *core* sepanjang 2,3 Km, Mikrotik, OLT dan ONU.
2. Hasil perhitungan *link power budget*, *rise time*, *power receive* dan kapasitas *traffic* yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :
 - a. Perhitungan *Link Power Budget* pada setiap pelanggan sudah memenuhi standar redaman yang ditetapkan Proxynet yaitu, sebesar 28 dB. Pada penelitian ini didapatkan nilai redaman terbesar pada jalur *uplink* 25,65 dB dan pada jalur *downlink* sebesar 25,65 dB.
 - b. Perhitungan *rise time* sistem didapatkan nilai tertinggi yaitu, sebesar 0,250 ns. Nilai tersebut sudah sesuai dengan harapan yaitu, dibawah 0,583 ns

- c. Nilai *Power receive* (Pr) yang didapat pada jalur *uplink* adalah -18,69 dBm. Sedangkan, pada jalur *downlink* sebesar -18,69 dBm.
- d. Total kapasitas yang dibutuhkan *traffic* sebesar 100 Mbps. Total kapasitas *traffic* tersebut dapat dicakup oleh 1 OLT

DAFTAR PUSTAKA

- Muharor, A., Asmara, B. P., & Bonok, Z. (2019). Analisis Pentransmisi Fiber Optik Saluran Udara Pada Panjang Gelombang 1310 nm Dari Optical Distribution Point (ODP) – Optical Network Termination (ONT). *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JIEEE)*, 1(2), 49–54
- P.Toago, S., Alamsyah, & Amir, A. (2014). Perancangan Jaringan Fiber To the Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON.) Di Perumahan Citraland Palu. *Jurnal Mektrik*, 1
- Sugiyono. 2019. Metode kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta

PERANCANGAN SISTEM HUMAN RESOURCE INFORMATION SYSTEM BERBASIS WEB PADA PT. HERLINA INDAH

Nur Hanifah

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
nurhanifah@itbu.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem Human Resource Information System (HRIS) berbasis web pada PT. Herlina Indah untuk mengatasi kendala pengelolaan sumber daya manusia (SDM) yang masih dilakukan secara manual. Proses manual yang diterapkan, seperti pencatatan data karyawan dan pengajuan cuti, menyebabkan keterlambatan, kesalahan pencatatan, serta kesulitan dalam pengambilan keputusan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan System Development Life Cycle (SDLC) model Waterfall, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam pengelolaan data karyawan, mempercepat proses administrasi, serta menyediakan akses informasi yang lebih cepat dan akurat bagi manajemen dan karyawan. Sistem dikembangkan menggunakan framework CodeIgniter dengan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL untuk memastikan performa dan keandalan dalam penyimpanan data. Hasil pengujian dengan metode black-box testing menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu berjalan sesuai dengan kebutuhan perusahaan, meningkatkan efisiensi operasional, serta mengurangi risiko kesalahan dalam pengelolaan data SDM. Implementasi sistem HRIS berbasis web diharapkan dapat membantu PT. Herlina Indah dalam mencapai tujuan perusahaan melalui pengelolaan SDM yang lebih efektif dan modern.

Kata Kunci : *Human Resource Information System, SDLC Waterfall, PHP, MySQL, Pengelolaan Sumber Daya Manusia, PT. Herlina Indah*

1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi saat ini, banyak perusahaan yang membutuhkan sistem untuk mengelola data secara efisien. Sistem ini berperan penting dalam mendukung pengelolaan sumber daya manusia (SDM), yang merupakan elemen kunci keberhasilan sebuah perusahaan. SDM tidak hanya berfungsi sebagai penggerak organisasi, tetapi juga sebagai pemikir dan perencana untuk mencapai tujuan perusahaan.

Namun, masih banyak perusahaan yang menggunakan metode manual untuk pencatatan dan pengarsipan data karyawan. Misalnya, pengarsipan dokumen dalam bentuk buku atau kertas memerlukan waktu yang lama untuk pencarian data. Proses ini tidak efisien, terutama bagi perusahaan yang berkembang pesat dan memerlukan pengambilan keputusan yang cepat dan akurat.

Proses manual seperti ini memiliki beberapa kelemahan yang signifikan.

Pertama, proses pengelolaan data membutuhkan waktu lebih lama, terutama dalam pencarian data dan penyusunan laporan. Kedua, sistem manual rentan terhadap kesalahan, seperti kehilangan dokumen atau ketidakakuratan data. Ketiga, laporan yang dihasilkan sering kali tidak terstruktur, sehingga menyulitkan perusahaan dalam mengambil keputusan berbasis data.

Menurut (Jr McLeod, 2011) [8] Suatu sistem yang berbasis komputer yang berfungsi dalam pengorganisasian tata kelola dan tata laksana manajemen SDM di perusahaan agar dapat menunjang proses pengambilan keputusan yang menyediakan informasi yang diperlukan merupakan salah satu sistem informasi terpenting di dalam perusahaan yang disebut Human Resource Information System (HRIS).

Objek penelitian ini dilakukan di PT. Herlina Indah, yang hingga saat ini masih menggunakan proses manual untuk pengelolaan data SDM, seperti pengajuan

izin dan cuti melalui formulir manual. Meski data kepegawaian telah dicatat menggunakan Microsoft Excel, sistem tersebut hanya berfungsi sebagai penyimpanan data dasar, seperti nama karyawan, divisi, dan masa kerja. Informasi lain masih disimpan secara fisik, yang menyulitkan pencarian data.

Dengan kondisi tersebut, perusahaan menghadapi kendala dalam mengumpulkan, menyimpan, memelihara, dan melaporkan data SDM secara efisien. Oleh karena itu perancangan sistem HRIS berbasis web diharapkan dapat memberikan solusi untuk pengelolaan data SDM yang lebih efektif dan mendukung pengambilan keputusan perusahaan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

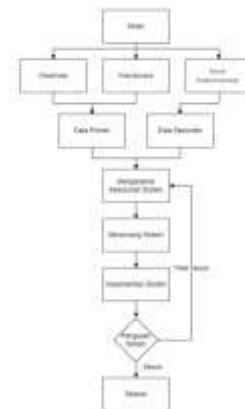
Penelitian ini dilakukan secara sistematis menggunakan pendekatan System Development Life Cycle (SDLC) model waterfall. Metodologi pengembangan sistem adalah metode-metode, prosedur-prosedur, konsep-konsep pekerjaan, aturan-aturan yang akan digunakan untuk mengembangkan suatu sistem informasi (Jogiyanto 2017).

Menurut Rosa dan Shalahuddin (2017) Metodologi yang penulisgunakan adalah metodologi Waterfall, Metode air terjun atau Waterfall menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara skusensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian, dan tahap pendukung (support). Berikut ini adalah tahapan dari model Waterfall; pendekatan ini dipilih karena mendukung pengembangan sistem secara terstruktur dan menghasilkan dokumentasi lengkap yang relevan untuk memastikan keberhasilan implementasi sistem. Sistem yang dirancang bertujuan untuk mengatasi kendala pengelolaan SDM secara manual, seperti keterlambatan proses

administrasi, kesalahan pencatatan data, dan sulitnya akses informasi. Model Waterfall adalah salah satu pendekatan dalam Software Development Life Cycle (SDLC) yang menekankan proses pengembangan perangkat lunak secara linear dan berurutan, mirip dengan aliran air terjun, setiap tahap harus diselesaikan sepenuhnya sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, tanpa adanya tumpang tindih antar tahap.

2.2 Kerangka Penelitian

Kerangka pemikiran adalah penggambaran penulis dalam melakukan penelitian.



Gambar 1 Kerangka Pemikiran
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk memahami kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi, yang kemudian dianalisis untuk merancang sistem HRIS, dengan mengikuti tahapan ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan pemahaman mendalam mengenai kebutuhan dan permasalahan yang ada, sehingga perancangan sistem HRIS dapat dilakukan secara efektif dan sesuai dengan kebutuhan organisasi.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

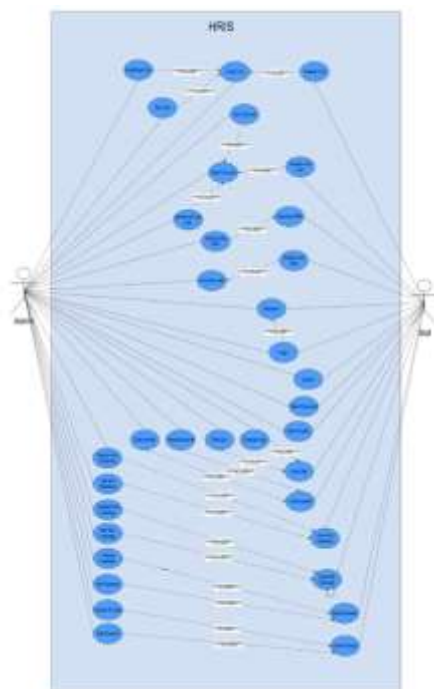
Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah System Development Life Cycle (SDLC) dengan model waterfall. Model ini dipilih karena prosesnya terstruktur dan sesuai untuk proyek pengembangan sistem yang membutuhkan dokumentasi lengkap.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan desain sistem Human Resource Information System (HRIS) berbasis web terdiri dari use case diagram, activity diagram, sequence diagram, class diagram, dan desain interface sistem.

3.1.1 Use Case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

No.	Nama Use Case	Deskripsi	Aktor
1	Login	Use case ini menggambarkan kegiatan menambahkan username dan password untuk melakukan akses ke sistem.	Admin, Staf
2	Logout	Use case ini menggambarkan kegiatan bahwa dari sistem setelah selesai menggunakan sistem.	Admin, Staf
3	Beranda	Use case ini menggambarkan proses pengisian ke halaman utama sistem setelah berhasil login.	Admin, Staf
4	Ubah Password	Use case ini menggambarkan proses mengubah kata sandi pengguna untuk keamanan sistem.	Admin, Staf
5	Ubah Profil	Use case ini menggambarkan kegiatan pengisian mengubah data profil di sistem.	Admin, Staf
6	Tambah Info HRD	Use case ini menggambarkan kegiatan menambahkan informasi HRD baru ke dalam sistem.	Admin
7	1. Edit Info HRD	Use case ini menggambarkan sistem untuk informasi HRD yang sudah ada.	staf
8	Tambah Info Staf	Use case ini menggambarkan sistem menambahkan data baru untuk staf.	staf
9	1. Edit Info Staf	Use case ini menggambarkan sistem untuk data staf yang sudah ada.	Admin
10	Tambah User	Use case ini menggambarkan kegiatan menambahkan pengguna dari basis data staf.	staf
11	Konfirmasi Cetak Staf	Use case ini menggambarkan kegiatan untuk mengkonfirmasi printout data penugasan staf staf.	Admin

No.	Nama Use Case	Deskripsi	Aktor
12	Cek Cuti Staf	Use case ini memungkinkan staf mengambil status pengajuan cuti mereka di sistem.	Aduan
13	Lihat Cuti	Use case ini memungkinkan admin dan staf melihat daftar semua cuti yang telah dipaparkan dan dipaparkan.	Aduan, Staf
14	Tambah Cuti Baru	Use case ini memungkinkan karyawan menambahkan pengajuan cuti baru baru dalam sistem.	Staf
15	Konfirmasi Cuti Baru	Use case ini memungkinkan karyawan menerima pengajuan permohonan atau penolakan cuti baru staf.	Aduan
16	Uk Cuti Staf Baru	Use case ini memungkinkan staf mengambil status pengajuan cuti baru mereka di sistem.	Aduan
17	Lihat Cuti Baru	Use case ini memungkinkan admin dan staf melihat daftar semua cuti baru yang telah dipaparkan dan dipaparkan.	Aduan, Staf
18	Tambah Gaji	Use case ini memungkinkan admin menambahkan data gaji baru ke dalam sistem.	Aduan
19	Lihat Gaji	Use case ini memungkinkan karyawan melihat tanggapan data gaji yang valid ada.	Aduan
20	Lihat Gaji	Use case ini memungkinkan staf melihat informasi gaji mereka di sistem.	Staf
21	Tambah Insentif	Use case ini memungkinkan admin menambahkan data insentif baru dalam sistem.	Aduan
22	Lihat Insentif	Use case ini memungkinkan karyawan melihat tanggapan data insentif yang valid ada.	Aduan
23	Lihat Insentif	Use case ini memungkinkan staf melihat informasi insentif mereka di sistem.	Staf

No.	Status Use Case	Deskripsi	Aktor
24	Tamabah Fasilitas	Use case ini menggambarkan kegiatan admin menambahkan data pegawai staf.	Admin
25	Edits Fasilitas	Use case ini menggambarkan admin mengubah data pegawai staf.	Admin
26	Lihat Fasilitas	Use case ini menggambarkan staf melihat data pegawai staf yang tersedia.	Staf
27	Tamabah Promosi	Use case ini menggambarkan admin menambahkan informasi promosi staf.	Admin
28	Edits Promosi	Use case ini menggambarkan kegiatan admin mengubah data promosi staf yang ada.	Admin
29	Lihat Promosi	Use case ini menggambarkan staf melihat daftar promosi yang dapat diiki staf.	Staf
30	Tamabah Job Description	Use case ini menggambarkan kegiatan admin menambahkan data jabatan staf.	Admin
31	Edits Job Description	Use case ini menggambarkan admin mengubah data jabatan staf.	Admin
32	Lihat Job Description	Use case ini menggambarkan staf melihat data jabatan staf yang tersedia.	Staf
33	Tamabah Job Keluarga	Use case ini menggambarkan admin menambahkan informasi keluarga staf.	Admin
34	Edits Job Keluarga	Use case ini menggambarkan kegiatan admin mengubah data keluarga staf yang ada.	Admin
35	Lihat Job Keluarga	Use case ini menggambarkan staf melihat daftar keluarga yang dimiliki oleh staf.	Staf

3.2 Implementasi Sistem

Pemilihan jalur pemasangan jaringan Tahap selanjutnya adalah mengimplementasikan hasil

perancangan, pada tahap ini akan dijelaskan mengenai menu menu yang ada dalam Human Resource Information System (HRIS) yang telah dikembangkan, sistem ini dapat diakses melalui tautan berikut: <https://hriszab.my.id/>

Setelah mengakses tautan tersebut, pengguna akan diarahkan ke menu *login*.

3.2.1 Menu Login

Menu *login* digunakan sebagai gerbang masuk bagi pengguna untuk mengakses Human Resource Information System, untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki kredensial sah yang dapat mengakses menu staf atau menu admin, tampilan untuk login berisikan username dan password.



Gambar 3 Menu login
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.2 Menu Staf - Beranda

Menu ini menampilkan dashboard utama bagi pegawai untuk mengakses informasi pribadi, berita & informasi, pengajuan cuti, serta memperbarui profil dan password.



Gambar 4 Menu Staf – Beranda
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.3 Menu Staf – Beranda- Info HRD

Menu ini menampilkan informasi pengumuman terkait kebijakan atau informasi terbaru yang dibuat oleh admin



Gambar 5 Menu Staf – Beranda- Info HRD
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.4 Menu Staf – Beranda – Gaji dan Insentif

Menu ini menampilkan informasi detail terkait gaji beserta insentif pegawai sesuai data yang dikelola oleh admin



Gambar 6 Menu Staf – Beranda – Gaji dan Insentif
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.5 Menu Staf – Beranda – Penilaian Kerja

Menu ini menampilkan informasi detail terkait penilaian kinerja pegawai sesuai data yang dikelola oleh admin



Gambar 7 Menu Staf – Beranda -
Penilaian Kinerja

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.6 Menu – Menu Saya - Berita & Informasi

Menu ini digunakan untuk menampilkan semua informasi penting terkait berita dan informasi yang disampaikan pegawai ke admin.



Gambar 8 Menu Saya - Berita &
Informasi

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.7 Menu Staf – List Cuti

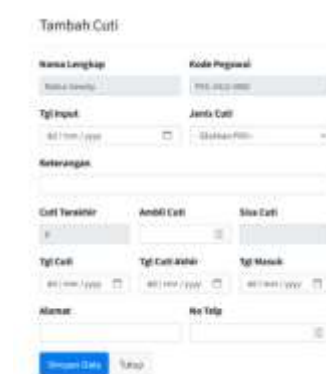
Menu ini berfungsi untuk menampilkan riwayat pengajuan cuti yang telah dilakukan oleh pegawai, beserta status konfirmasinya oleh admin, apakah sudah disetujui atau belum.



Gambar 9 Menu Staf – List Cuti
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.8 Menu Staf – Tambah Cuti

Menu ini digunakan untuk pegawai melakukan pengajuan permohonan cuti dengan cara mengisi semua form input yang tersedia, yang kemudian akan dikonfirmasi oleh admin



Gambar 10 Menu Staf – Tambah
Cuti

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.9 Menu Admin – Beranda

Menu ini menampilkan dashboard utama bagi admin untuk mengakses list info user dan pegawai, master pegawai, master data, cuti staf, informasi staf, serta memperbarui profil dan password.



Gambar 11 Menu Admin – Beranda
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.10 Menu Admin – List Pegawai

Menu ini menampilkan informasi detail mengenai daftar pegawai yang telah dibuat.



Gambar 12 Menu Admin – List
Pegawai

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.11 Menu Admin – Tambah Pegawai

Menu ini digunakan untuk menambahkan informasi detail pegawai yang baru.

Gambar 13 Menu Admin – Tambah Pegawai

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2.12 Menu Admin – Edit User

Menu ini digunakan untuk merevisi informasi detail user pegawai yang sudah ada.

Gambar 14 Menu Admin – Edit User

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4 KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem Human Resource Information System (HRIS) berbasis web pada PT. Herlina Indah. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Kebutuhan Digitalisasi Sistem SDM: PT. Herlina Indah menghadapi berbagai kendala dalam pengelolaan sumber daya manusia menggunakan metode manual, seperti keterlambatan proses administrasi, risiko kesalahan pencatatan, dan sulitnya akses informasi.
2. Penerapan SDLC Model Waterfall: Metodologi pengembangan sistem yang diterapkan menggunakan model waterfall, yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan

pemeliharaan. Proses ini memastikan pengembangan dilakukan secara terstruktur dan terdokumentasi dengan baik.

3. Fitur-Fitur Utama HRIS: Sistem HRIS yang dirancang mencakup fitur pengelolaan data karyawan, pengajuan cuti, penyebaran informasi internal, dan pengelolaan gaji serta insentif. Fitur-fitur ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi.
4. Peningkatan Efisiensi Operasional: Dengan adanya HRIS berbasis web, proses administrasi SDM di PT. Herlina Indah dapat dilakukan dengan lebih cepat dan akurat, mendukung pengambilan keputusan berbasis data, serta meningkatkan kepuasan karyawan dan produktivitas organisasi secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- McLeod, R. Jr., Sistem Informasi Manajemen, Jakarta: Salemba Empat, 2011.
- Rosa, A. S., & Shalahuddin, M., Rekayasa Perangkat Lunak, Bandung: Informatika, 2017.
- Rahardjo, B., Keamanan Informasi dan Kriptografi Yogyakarta: Andi Offset, 2017.

ANALISIS DAN PERANCANGAN WEBSITE PADA SEKOLAH DASAR NEGERI UTAN KAYU SELATAN 18 PAGI

Frimy Anisa Lestari

Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
frimy@itbu.ac.id

Abstrak

SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi adalah salah satu satuan pendidikan dengan jenjang SD di Utan Kayu Selatan. Dalam menjalankan kegiatannya, SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi berada di bawah naungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi dinobatkan sebagai sekolah penggerak, yaitu program mengakselerasi sekolah untuk bergerak 1-2 tahap lebih maju. SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi belum memiliki sarana untuk menginformasikan berbagai kegiatannya selama proses belajar mengajar, untuk sosialisasi pendaftaran pun masih mengunjungi ketua RT untuk memberitahu warga bahwa sekolah tersebut sedang membuka pendaftaran, hal itu dirasa kurang efektif. Memanfaatkan kemajuan teknologi informasi maka perancangan website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi akan dibuat untuk menunjang segala kegiatan dan informasi yang didapat dari sekolah tersebut. Perancangan website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi menggunakan pemodelan Unified Modelling Language (UML) dan script editor yang digunakan adalah Visual Studio Code dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework Codeigniter dan database Mysql.

Kata Kunci : UML, Visual Studio Code, PHP, Codeigniter, Mysql.

1) PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi informasi berkembang dengan pesat untuk menghadirkan inovasi-inovasi baru yang unik dan menarik. Perkembangannya pun memberi kontribusi besar untuk masyarakat. Informasi menjadi kata kunci dalam berbagai aspek kehidupan. Teknologi informasi memudahkan manusia dalam mencari informasi yang ingin mereka ketahui, menjadi satu hal yang penting bagi manusia untuk mendapat informasi yang efektif.

Website merupakan bagian dari teknologi internet. Saat ini, internet menjadi sumber informasi yang paling banyak digunakan untuk mencari informasi yang dibutuhkan. Website berfungsi sebagai media yang bertujuan untuk mempermudah sekolah untuk berbagi konten serta informasi dengan orang tua, guru dan siswa. Website juga mempermudah jaringan koneksi dan komunikasi dengan pihak sekolah dengan instansi terkait lainnya. Pengembangan jaringan komunikasi membuat internet menjadikan media yang digunakan untuk memudahkan proses komunikasi.

Sekolah Dasar (SD) adalah jenjang dasar pada pendidikan formal di Indonesia. Sekolah Dasar ditempuh dalam waktu 6 tahun. Sd Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi adalah salah satu satuan pendidikan dengan jenjang Sd Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi, Kecamatan Matraman, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta. Dalam menjalankan kegiatannya, Sd Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi berada di bawah naungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Sd Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi belum memiliki website untuk menginformasikan berbagai kegiatannya selama proses belajar mengajar. Media promosi yang digunakan pun masih menggunakan

spanduk yang dipasang di depan area sekolah dan sosialisasi kepada RT dan RW setempat bahwa sekolah tersebut menerima peserta didik baru.

Untuk meningkatkan penunjang teknologi dan sistem informasi dalam lingkungan sekolah, sebuah website dalam dunia pendidikan sangat berpengaruh dan bermanfaat untuk membantu memberikan informasi mengenai segala jenis

pencapaian, program, kegiatan, sarana dan prestasi sebuah sekolah. Bahkan rata-rata sekolah-sekolah dengan rating Akreditasi A. Website sudah menjadi suatu tempat transfer informasi antara guru, orang tua dan siswa untuk meningkatkan mutu pendidikan disekolah maupun diluar jam sekolah.

2) METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development (RnD). Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya Research and Development adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian ini dilakukan di SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan penelitian ini diperlukan data dan informasi terkait hal yang diperlukan untuk mendukung pengembangan website. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Teknik observasi, Teknik wawancara, dan Teknik studi pustaka.

1. Teknik Observasi

Penulis mengadakan penelitian langsung di SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi dan mengumpulkan data melalui pengamatan langsung dari dekat terhadap sistem yang sedang berjalan.

2. Teknik Wawancara

Dengan cara ini penulis mendapatkan data dan informasi dengan cara menanyakan langsung dengan kepala sekolah dan operator sekolah. Metode ini digunakan untuk memperjelas hasil dari kegiatan observasi yang telah dilakukan sebelumnya.

3. Teknik Studi Pustaka

Penulis menggunakan metode ini untuk mendukung data dan informasi yang telah terkumpul dengan referensi dari buku di perpustakaan, internet, dan catatan kuliah maupun materi yang diberikan dosen selama proses perkuliahan yang berhubungan dengan permasalahan yang sedang diamati.

2.3. Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem penelitian ini adalah SDLC (Software Development Life Cycle). Menurut Sukanto dan Shalahuddin (2013:26) mengemukakan bahwa "SDLC atau Software Development Life Cycle atau sering disebut juga System Development Life Cycle adalah proses mengembangkan atau mengubah suatu sistem perangkat lunak dengan menggunakan model-model dan metodologi yang digunakan orang untuk mengembangkan sistem-sistem perangkat lunak sebelumnya, berdasarkan best practice atau cara-cara yang sudah teruji baik."

Metode perancangan software menurut Sommerville (2011:30) adalah tahapan utama yang langsung mencerminkan dasar pembangunan kegiatan, berikut ini adalah tahapannya:

1. Requirements analysis and definition, mengumpulkan apa yang dibutuhkan secara lengkap untuk kemudian dianalisis guna mendefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh program yang akan dibangun. Fase ini harus dikerjakan dengan lengkap untuk menghasilkan desain yang lengkap.
2. System and software design, setelah apa yang dibutuhkan telah selesai dikumpulkan dan sudah lengkap maka desain kemudian di kerjakan.
3. Implementation and unit testing, desain program diterjemahkan dalam kode - kode dengan

menggunakan bahasa pemrograman yang sudah ditentukan. Program yang dibangun langsung diuji secara unit, apakah sudah bekerja dengan baik.

4. Integration and system testing, penyatuan unit-unit program untuk kemudian di uji secara keseluruhan (system testing).
5. Operating and maintenance, mengoperasikan program dilingkungannya dan melakukan pemeliharaan, seperti penyesuaian atau perubahan untuk adaptasi dengan situasi yang sebenarnya.



Gambar 1 Use Case Diagram
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2.4. Kerangka Penelitian

Adapun penelitian ini dibangun berdasarkan kerangka pemikiran sebagai berikut :



Gambar 2 Kerangka Penelitian
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Perancangan Website pada SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi menggunakan pemodelan Unified Modelling Language (UML) yaitu Use Case Diagram, Activity Diagram, Class Diagram dan Sequence Diagram.

1) Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk menjelaskan fungsionalitas dari Website pada SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi. Use case diagram di dalam perancangan ini melibatkan 4 (empat) aktor, yaitu admin, guru, siswa, dan pengguna yang akan di jelaskan sebagai berikut :

1. Use Case Diagram Admin



Gambar 3 Use Case Diagram Admin
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Use Case Diagram Admin memiliki aktor utama yang dilambangkan dengan simbol orang dengan label Admin dibawahnya. Gambar 3 menggambarkan aktifitas yang dapat dilakukan oleh admin, yaitu :

- 1) Login
- 2) Mengisi data
- 3) Menambahkan data
- 4) Mengubah data
- 5) Menghapus data
- 6) Logout

2. Use Case Diagram Guru



Gambar 4 Use Case Diagram Guru
Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Use Case Diagram Guru memiliki aktor utama yang dilambangkan dengan simbol orang dengan label Guru dibawahnya. Gambar 4 menggambarkan aktifitas yang dapat dilakukan oleh guru, yaitu :

- 1) Login
 - 2) Melihat siswa yang akan diajarkan
 - 3) Melihat jadwal pelajaran yang akan diajarkan
 - 4) Mengupdate profile
 - 5) Logout
3. Use Case Diagram Siswa



Gambar 5 Use Case Diagram Siswa
Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Use Case Diagram Siswa memiliki aktor utama yang dilambangkan dengan simbol orang dengan label Siswa dibawahnya. Gambar 5 menggambarkan aktifitas yang dapat dilakukan oleh siswa, yaitu :

- 1) Login
 - 2) Melihat Jadwal Pelajaran
 - 3) Mengupdate Profile
 - 4) Logout
4. Use Case Diagram Pengunjung



Gambar 6 Use Case Diagram Pengunjung

Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Use case diagram pengunjung memiliki aktor utama yang di lambangkan dengan simbol orang dengan label Pengunjung di bawahnya. Gambar 4.5 menggambarkan aktifitas yang dapat dilakukan pengunjung, yaitu :

- 1) Melihat halaman home
- 2) Melihat halaman profile yang berisi sejarah sekolah, visi dan misi, video, dan gallery
- 3) Melihat halaman berita
- 4) Melihat halaman fasilitas sekolah
- 5) Melihat halaman informasi pendaftaran
- 6) Melihat halaman kontak

3.2 Implementasi Tampilan Aplikasi

1. Implementasi Tampilan Home

Pada tahap implementasi ini memperlihatkan tampilan home dari website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi. Tampilan implementasi home ditampilkan pada gambar 6 sebagai berikut :



Gambar 6 Tampilan Home
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

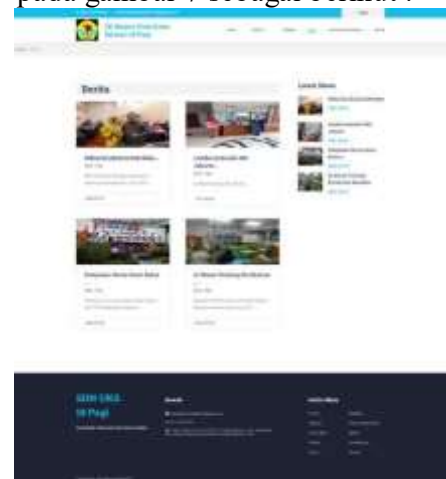
2. **Implementasi Tampilan Profile**
Pada tahap implementasi profile, menampilkan 4 menu dari website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi yaitu, sejarah sekolah, visi dan misi, video, dan gallery.



Gambar 7 Tampilan Profile

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3. **Implementasi Tampilan Berita**
Pada tahap implementasi ini memperlihatkan tampilan berita dari website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi. Tampilan implementasi berita ditampilkan pada gambar 7 sebagai berikut :



Gambar 8 Tampilan Halaman Berita
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4. **Implementasi Tampilan Fasilitas**
Pada tahap implementasi ini memperlihatkan tampilan fasilitas dari website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi. Tampilan implementasi fasilitas ditampilkan pada gambar 9 sebagai berikut :



Gambar 9 Tampilan Halaman Fasilitas

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

5. Implementasi Tampilan Informasi Pendaftaran

Pada tahap implementasi ini memperlihatkan tampilan informasi pendaftaran dari website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi. Tampilan implementasi informasi pendaftaran ditampilkan pada gambar 10 sebagai berikut :



Gambar 10 Tampilan Halaman Informasi Pendaftaran
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

6. Implementasi Tampilan Kontak

Pada tahap implementasi ini memperlihatkan tampilan kontak dari website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi. Tampilan implementasi kontak ditampilkan pada gambar 11 sebagai berikut :



Gambar 11 Tampilan Halaman Kontak
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4 KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa tahap analisa, perancangan, implementasi dan pengujian maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Awalnya SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi belum memiliki website, lalu penulis membuat Website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi dengan menggunakan software Visual Studio Code disertai framework Codeigniter dengan database Mysql.
2. Dengan adanya Website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi, penyampaian informasi kepada seluruh masyarakat dapat dilakukan secara optimal dan kebutuhan akan suatu informasi dapat diperoleh dengan cepat dan mudah. Dapat di akses di laman <http://localhost/websekolah>
3. Website SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi memudahkan para orangtua calon peserta didik baru untuk mengetahui informasi pendaftaran dan informasi lainnya seputar SD Negeri Utan Kayu Selatan 18 Pagi. Informasi pendaftaran dapat di akses di laman <http://localhost/websekolah/home/informasi> pendaftaran

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hamzah Fansury, 2021. Developing Mobile English Application Teaching Media. Pengembangan Aplikasi Bahasa Inggris Sebagai Media Pembelajaran. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Sri Mulyani, 2016. Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Keuangan Daerah: Notasi Pemodelan Unified Modeling Language (UML), Bandung: Abdi Sistematika.

ANALISA KERUSAKAN POMPA THREE LOBE SPL90 DENGAN KAPASITAS OUTLATE 0.19L/MENIT BERDASARKAN PENJADWALAN TIME BASED MAINTENANCE

Arief Setiyanto

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
arifs@itbu.ac.id*

Abstrak

Mesin pemotong dalam dunia manufaktur penting perannya bagi kelancaran kegiatan kerja dimana untuk kebutuhan terkait tingkat pemotongan yang akurat dan presisi juga dibutuhkan tingkat kecepatan pemotongan agar menunjang kegiatan selanjutnya. Dalam mesin pemotong gergaji besi terdapat sistem atau alur kerja mesin dimana ada beberapa bagian yang saling berkaitan antara lain : Motoran sebagai pennerak utama mesin, Gear penggerak sebagai penghubung dari motoran ke pully, Pulli sebagai penerus gerak dari gear, Fanbelt berfungsi sebagai penghubung gerak dari motoran ke engkol pisau pemotong, engkol, dan pisau pemotong dengan bahan baja karbon tinggi. Bagian-bagian ini saling berkaitan sehingga jika salah satu terdapat permasalahan akan berdampak pada bagian terkaitnya, juga mempengaruhi hasil dari pemotongan besi. Maksud dan tujuan tugas akhir ini dengan judul “Perancangan Mesin Gergaji Besi Ukuran 440 x 25 x 1,25 mm Dengan Penggerak Motor Listrik Gear Bok” yaitu : Menghitung Gaya dan kecepatan gerak kerja mesin, menentukan ukuran dan jumlah gigi gear, menentukan daya motor (kw). Hasil gaya potong dari material ST40 didapat $F = 60 \text{ kg} \sim 588,4 \text{ N}$. Jumlah gigi roda gigi besar 103 dan untuk ZB = Jumlah gigi roda gigi kecil 18. Daya Motor yang digunakan 1 HP.

Kata Kunci : Motoran, Gear, Putaran, Gaya, Daya, Gergaji

1) PENDAHULUAN

Tuntutan kebutuhan industri telah banyak mempengaruhi perkembangan teknologi. Perkembangan dan inovasi telah dilakukan manusia untuk mempermudah pekerjaan. Perkembangan teknologi yang semakin pesat membuat manusia terus menciptakan alat-alat inovatif yang juga membantu dalam perkembangan teknologi dalam dunia industri termasuk juga untuk alat pemotong material besi.

Gergaji adalah sebuah alat perkakas yang digunakan untuk memotong benda logam terutama besi. Adapun mesin gergaji yang memiliki konstruksi yang beragam jenis sesuai ukuran material yang dibutuhkan dalam pemotongan benda kerja yang dipotong. Maka dari itu untuk memotong benda kerja yang memiliki ketelitian tinggi dibutuhkan mesin dan seseorang yang dapat mengoperasikan mesin itu sendiri agar dapat memotong benda kerja dengan benar.

Gergaji merupakan alat yang digunakan untuk memotong besi logam. Tepi logam besi pemotong mata gergaji dibuat bergerigi dan kasar. Pemotongan besi bisa juga menggunakan gergaji potong dengan tangan untuk pemotongan secara manual atau didukung mesin yang digerakkan dengan tenaga listrik. Banyak kendala yang dihadapi manusia dalam kebutuhan akan pembuatan produk kerajinan dalam bidang produksi salah satu faktornya juga kesulitan untuk memotong bahan besi produksi yang memakan waktu yang lebih lama maka penulis merancang suatu alat berupa mesin gergaji otomatis yang memudahkan proses pemotongan besi agar tidak memakan banyak waktu dan tenaga serta mendapatkan hasil yang lebih banyak.

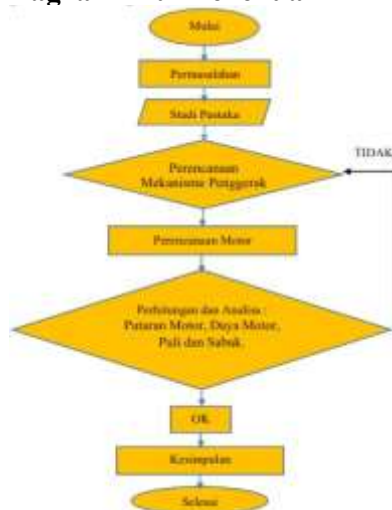
Berdasarkan dari pengamatan dilapangan, proses pemotongan besi logam dengan sistem manual ini terdapat beberapa kelemahan yang membuat proses kerja tidak terlalu efisien sebagai berikut :

Proses pemotongan besi dengan gergaji tangan diperlukan pemotongan dengan waktu yang cukup lama dan menguras cukup banyak memakan tenaga. Kemampuan pemotongan terbatas untuk memotong besi berdiameter cukup besar memerlukan tenaga yang besar sehingga cepat terjadi kelelahan dan Proses pemotongan memerlukan waktu yang banyak dan tidak dapat dilakukan dengan kontinyu.

Jika berdasarkan lapangan maka diperlukanlah sebuah peralatan untuk mempercepat proses pemotongan produk yang dibuat secara mekanis. Karena hal tersebut penulis merancang dan membuat suatu alat berupa “Perancangan Mesin Gergaji Besi Ukuran Pisau Gergaji 440 x 25 x 1,25 mm Pengerak Motor Listrik Gear Bok”. Untuk jenis pisau yang digunakan biasanya menggunakan material baja karbon tinggi, dengan dimensi bermacam-macam tergantung dari ukuran yang dibutuhkan. Dalam perancangan mesin pemotong besi membahas tentang sistem penggerak mesin antara lain : motoran, pully, fanbelt, dan pisau pemotongnya. Diharapkan pada perancangan ini dapat mempermudah proses pekerjaan manusia dalam pekerjaan khususnya dalam bidang industri produksi manufaktur.

2) METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Diagram Alur Penelitian



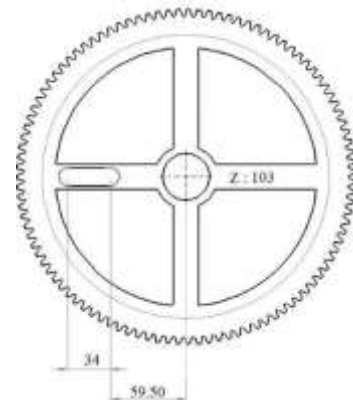
Gambar 1 Diagram Alir Perancangan Mesin Gergaji.

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

2.2. Proses Perencanaan

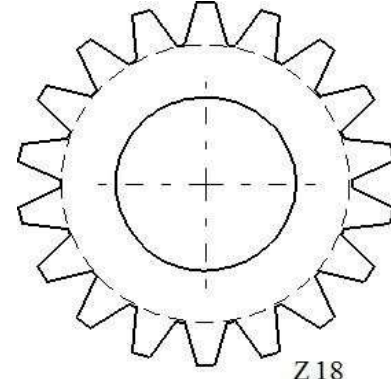
Proses perencanaan jurnal dengan judul “perancangan mesin gergaji besi ukuran 440 x 250 x 125 cm dengan penggerak motor listrik gear box” memuat tentang cara kerja dari mesin gergaji yang pengoperasiannya menggunakan elektrik.8. Coupling Grid

2.3. Spesifikasi Mekanisme Penggerak



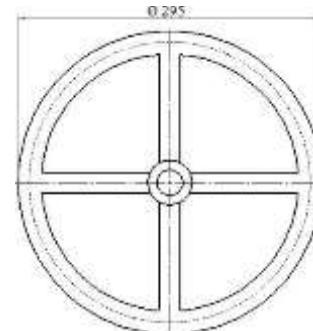
Gambar 2 Roda gigi besar.

Sumber : Hasil Autocad Penelitian 2024



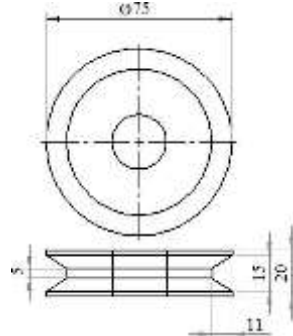
Gambar 3 Roda gigi kecil

Sumber : Hasil Autocad Penelitian 2024



Gambar 4 Puli besar

Sumber : Hasil Autocad Penelitian 2024



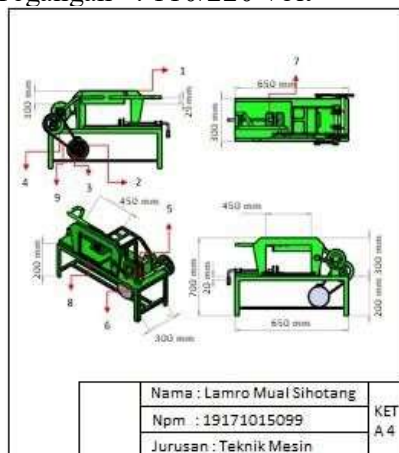
Gambar 5 Puli kecil
Hasil Autocad Penelitian 2024

2.4. Motor Penggerak

Dalam proses kerja mesin gergaji besi diperlukan adanya pendukung kerja motor yang sesuai antara lain :

Spesifikasi motor gear box :

- Type : Marelli
- Kecepatan : 1420 Rpm
- Gear box : Motorvario 1337 made in Italy
- Tegangan : 110/220 volt



Gambar 6 Desain Mesin Gergaji
Hasil Autocad Penelitian 2024

Tabel 1 Part Mesin Gergaji

No	Nama Part	Dimensi (mm)	Spesifikasi
1	Bingkai Gergaji	450 x 300 x 29	-
2	Motor Listrik	-	Marelli Motori 6204-22
3	Puli Kecil	Ø75 mm, lebar sabuk 15 mm	Alloy
4	Puli Besar	Ø295 mm, lebar sabuk 15 mm	Alloy
5	Gear Kecil	Ø52.5 mm dengan Z=18	Baja Karbon
6	Gear Besar	Ø168 mm dengan Z=103	Baja Karbon
7	Rangam (Pergant)	-	Baja Karbon
8	Dana Gergaji	440 x 25 x 1,25 mm	Baja Karbon

2.5. SOP Kerja Mesin Gergaji

Adapun mekanisme kerja mesin Gergaji sebagai berikut :

1. Perputaran motor penggerak dihubungkan ke sumber arus.
2. Perputaran motor dihubungkan melalui puli kecil menuju besar oleh sebuah sabuk V-belt, lalu pada roda gigi kecil menuju roda gigi besar.
3. Roda gigi besar mempunyai poros penerus dihubungkan pada poros engkol dan engkol menggerakkan bingkai gergaji sehingga menghasilkan gerak maju mundur pada bingkai gergaji.
4. Bingkai gergaji ini terpasang pada suatu alur pada engkol dan diikat oleh sebuah baut dan mur (Gerakannya eksentrik), alur poros engkol yang terhubung dengan roda gigi besar merupakan pengatur panjang langkah bingkai gergaji.
5. Pengaturan panjang langkah ini dilakukan dengan cara mengendorkan mur pengikatnya kemudian menggeserkan poros engkol itu pada suatu kedudukan yang kita inginkan. Gambar dibawah ini adalah cara kerja mesin gergaji.

3) HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi Mesin Gergaji

Dalam perhitungan diperlukan data pada mesin gergaji. Adapun data spesifikasi mesin gergaji yang telah diketahui :

Nama = Mesin gergaji besi penggerak motor Listrik

Fungsi = Memotong benda kerja

Putaran = 60 rpm

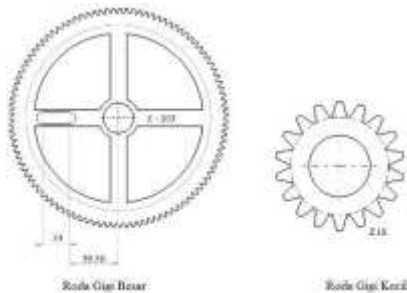
F = Gaya pemotongan 60 kg (588,4 N)

ZA = Jumlah gigi roda gigi besar 103

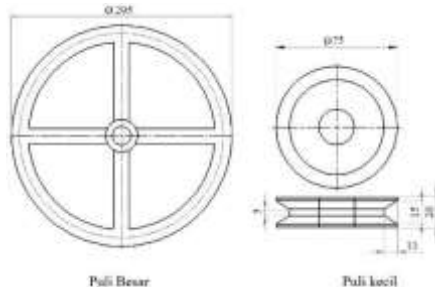
ZB = Jumlah gigi roda gigi kecil 18

d1 = Diameter puli besar 295 mm

d_2 = Diameter puli kecil 75 mm
 n_A = Putaran roda gigi besar 60 rpm
 C = Jarak titik poros puli 270 mm



Gambar 7 Roda gigi besar dan Roda gigi kecil
Hasil Autocad Penelitian 2024



Gambar 8 Puli besar dan Puli kecil
Hasil Autocad Penelitian 2024

3.2 Perhitungan Putaran Motor

Pada data spesifikasi mesin yang telah didapat maka untuk putaran motor dapat dicari sebagai berikut :

Mencari putaran gigi kecil n_B :

$$\text{Rumus : } \frac{n_B}{n_A} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

Dimana : Z_A = Jumlah gigi roda gigi besar 10

Z_B = Jumlah gigi roda gigi kecil 18

n_A = Putaran roda gigi 60 rpm

$$\begin{aligned} \text{Maka : } n_B &= \frac{Z_A \times n_A}{Z_B} \\ &= \frac{10 \times 60 \text{ rpm}}{18} = 333,3 \text{ rpm} \end{aligned}$$

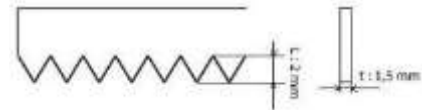
Jika $n_B = n_1$, Maka Putaran pada puli kecil n_2 :

$$\text{Rumus : } \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } n_2 &= \frac{d_1 \times n_1}{d_2} \\ &= \frac{295 \text{ mm} \times 333,3 \text{ rpm}}{75 \text{ mm}} \\ &= 1333,3 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dari hasil didapatkan untuk putaran puli kecil 1333,3 rpm. Maka diambil motor listrik dengan putaran 1400 rpm.

3.3 Gaya Potong Gergaji



Gambar 9 Mata gergaji potong
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Untuk mencari gaya pemotongan adalah :

$$F = A \times t$$

$$A = L \times t$$

$$= 2 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$$

$$= 3 \text{ mm}^2$$

Dimana : matrial yang dipotong ST40 dengan $\sigma_t = 40 \text{ kg/mm}^2$

$$r = 0,5 \times \sigma_t$$

$$= 0,5 \times 40 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 20 \text{ kg}$$

Maka : $F = 3 \text{ mm} \times 20 \text{ kg}$

$$= 60 \text{ kg}$$

$$= 588,4 \text{ N}$$

3.4 Perhitungan Daya Motor

Untuk daya pemotongan dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :
(Sumber : Robet L.Mott Elemen mesin 2009 hal 133)

$$P = F \times v$$

Dimana :

d = Jarak titik puli besar ke titik puli kecil 270 mm = 0,27 m

f_c = Faktor Coefisienc 1,5 (Sularso, Elemen Mesin 2004 hal 165)

Maka :

$$\text{Velocity } (v) = \frac{\pi \times d \times n}{60}$$

$$= \frac{3,14 \times 0,27 \text{ m} \times 60 \text{ rpm}}{60}$$

$$= 0,85 \text{ m/s}$$

$$\text{Jadi : } P = F \times v$$

$$= 588,4 \text{ N} \times 0,85 \text{ m/s}$$

$$= 500,1 \text{ watt}$$

Untuk daya rencana :

$$P_d = f_c \times P$$

$$= 1,5 \times 500,1 \text{ watt}$$

$$= 750,1 \text{ watt}$$

Dari hasil jika 1 Hp = 745,7 watt,
Maka 750,1 watt = 1 Hp. Jadi dari
perhitungan diatas untuk daya motor
diambil 1 Hp.

3.5 Perhitungan Kecepatan Sabuk

Kecepatan sabuk dapat dicari sebagai
berikut : (Sumber : Sularso
Kiyokatsuga 2004)

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60 \times 1000}$$

Dimana :

n = Putaran 1400 rpm

d = Diameter puli kecil 75 mm

$$\text{Maka: } V = \frac{3,14 \times 75 \times 1400}{60 \times 1000}$$

$$= 5,49 \text{ m/s}$$

3.6 Perhitungan Keliling Sabuk

Adapun untuk mencari perhitungan
matematis keliling sabuk yang
digunakan adalah sebagai berikut :
(Sumber Sularso Kiyokatsuga 2004).

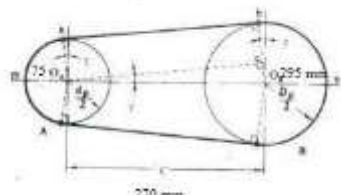
$$L = 2 \times C \times \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1) + \frac{1}{4 \times C} (d_1 - d_2)^2$$

Dimana :

d1 = Diameter puli besar 295 mm

d2 = Diameter puli kecil 75 mm

C = Jarak puli besar ke puli kecil 270
Mm



Gambar 10 Jarak puli

Sumber : Sularso dan Kiyokatsu Suga

Elemen mesin 2004 hal 168

Maka :

$$L = 2 \times 270 \text{ mm} \times \frac{\pi}{2} (75 \text{ mm} + 295 \text{ mm}) + \frac{1}{4 \times 270} (295 \text{ mm} - 75 \text{ mm})^2$$

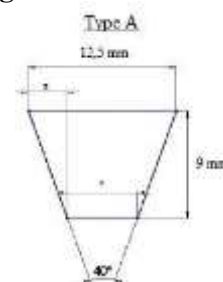
$$= 142,4 \text{ mm}$$

$$= 5,606 \text{ inch}$$

Tabel 2 Panjang sabuk V sempit

J V			S V		
Dimensi nominal sabuk	Panjang keliling (mm)	Panjang keliling pada jarak bagi sabuk (mm)	Dimensi nominal sabuk	Panjang keliling (mm)	Panjang keliling pada jarak bagi sabuk (mm)
JV 250	635	635	SV 500	1270	1262
JV 265	673	669	SV 530	1346	1338
JV 280	711	707	SV 560	1422	1414
JV 300	762	758	SV 600	1542	1536
JV 315	800	796	SV 630	1600	1592
JV 335	851	847	SV 670	1702	1694
JV 355	902	898	SV 710	1804	1795
JV 375	953	949	SV 750	1903	1897
JV 400	1016	1012	SV 800	2032	2024
JV 425	1080	1076	SV 850	2159	2151
JV 450	1143	1139	SV 900	2286	2278
JV 475	1207	1203	SV 950	2413	2405
JV 500	1270	1266	SV 1000	2540	2532
JV 530	1346	1342	SV 1060	2692	2684
JV 560	1422	1418	SV 1120	2845	2837

3.7 Perhitungan Berat Sabuk



Gambar 11 Type sabuk A

Sumber : Sularso dan Kiyokatsu Suga

Elemen mesin 2004 hal 169

Berat sabuk dapat dicari sebagai berikut :
(Sumber : Khurmi dan Gupta 1992)

$$\omega = \frac{\pi \times 100 \times \rho \times p \text{ sabuk}}{1000}$$

Dimana : $\rho \text{ sabuk}$ = Harga
perbandingan putaran 0,24
Untuk :

$$\tan \alpha = \frac{2}{9} \rightarrow \alpha = \frac{1}{2} \times 40^\circ = 20^\circ$$

$$\tan 20^\circ = \frac{x}{9}$$

$$x = 9 \times \tan 20^\circ$$

$$x = 3,275 \text{ mm}$$

$$y = 12,5 - 2(3,275)$$

$$= 5,95 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{1}{2} (12,5 + 5,948) \times 9$$

$$= 83,016 \text{ mm}^2$$

$$= 0,830 \text{ cm}$$

$$\text{Jadi } \omega = \frac{0,830 \times 100 \times 0,24}{1000}$$

$$= 0,019 \text{ kg/m}$$

$$= 0,186 \text{ N/m}$$

3.8 Perhitungan Gaya Sentrifugal Sabuk

Pada sabuk terdapat gaya sentrifugal yang mana dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut :

$$T_c = \frac{\omega}{g} \times V^2$$

Dimana :

$$\omega = \text{Berat sabuk } 0,186 \text{ N/m}$$

$$g = \text{Gravitasi } 9,81$$

$$v = 5,49 \text{ m/s}$$

Jadi ;

$$T_c = \frac{0,928}{9,81} \times 5,49^2$$

$$= 0,571 \text{ Nm}$$

3.9 Perhitungan Gaya Tarik Sabuk

Adapun perhitungan gaya tarik sabuk maksimal dapat dicari sebagai berikut

$$\sigma_{Max} = \sigma t \times \alpha$$

Dimana :

$$\sigma t = \text{Tegangan Tarik ijin sabuk } 1,72 \text{ N/mm}$$

$$\alpha = 83,016 \text{ mm}$$

$$\text{Maka : } \sigma_{Max} = 1,72 \text{ N/mm} \times 83,016 \text{ mm} = 142,79 \text{ N}$$

3.10 Perhitungan Sisi Kencang Sabuk

Untuk sisi kencang sabuk dapat dicari sebagai berikut :

Dimana :

$$r_1 = \text{Jari-jari diameter puli besar } 147,5 \text{ mm}$$

$$r_2 = \text{Jari-jari diameter puli kecil } 37,5 \text{ mm}$$

$$c = \text{Jarak titik puli besar dan kecil } 270 \text{ mm}$$

Untuk :

$$T_1 = \sigma_{Max} - T_c$$

$$= 142,79 \text{ N} - 0,519 \text{ N}$$

$$= 142,27 \text{ N}$$

$$\sin \alpha = \frac{r_1 \times r_2}{c}$$

$$= \frac{147,5 \times 37,5}{270}$$

$$= 0,407 \text{ mm}$$

3.11 Perhitungan Sudut Kontak Puli

$$\theta = 180^\circ - 2 \alpha$$

$$= 180^\circ - 2 (0,407)$$

$$= 179,2 \times \frac{\pi}{180}$$

$$= 179,2 \times \frac{3,14}{180}$$

$$= 3,126 \text{ rad}$$

3.12 Perhitungan Gaya Sisi Kendur Sabuk

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = e^{\pi \theta}$$

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = e^{3,14 \times 3,126}$$

$$\log \frac{T_1}{T_2} = \frac{9,818}{2,3}$$

$$T_2 = 4,267 \text{ rad}$$

3.13 Perhitungan Torsi Input dan Output

$$T_{Output} = (T_2 - T_1) \times r_2$$

$$= (4,267 - 0,407) \times 37,5$$

$$= 159,9 \text{ Nm}$$

$$T_{Input} = (T_2 - T_1) \times r_1$$

$$= (4,267 - 0,407) \times 147,5$$

$$= 629,3 \text{ Nm}$$

3.14 Horse Power (HP)

$$Hp_{Output} = \frac{2 \pi \times n \times T_{Output}}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 1400 \times 159,9}{60} = 23,430 \text{ Hp}$$

$$Hp_{Input} = \frac{2 \pi \times n \times T_{Input}}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 1400 \times 629,3}{60} = 92,213 \text{ Hp}$$

4 KESIMPULAN

Dalam pembahasan skripsi ini penulisan melakukan serangkaian pengujian kelelahan bahan akhirnya penulisan ini dapat menyimpulkan bahwa :

1. Gaya Kecepatan Grgaji dari hasil perhitungan didapatkan untuk putaran 1350,4 rpm
2. Ukuran Gear, untuk Z_A ; jumlah gigi roda gigi besar 103 dan untuk Z_B = Jumlah gigi roda gigi kecil 18, sedangkan kuat bahan pada pemotongan dengan matrial ST40 ($\sigma_t = 40 \text{ kg/mm}^2$) didapat $F = 60 \text{ kg} \sim 588,4 \text{ N}$
3. Daya Motor listrik dari hasil perhitungan $H_p \text{ Output} = 23.430 \text{ Hp}$, Untuk $H_p \text{ input} = 92,213 \text{ Hp}$

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Sularso; Kiyokatsu Suga Elemen. Mesin 2. Jakarta: Pradya Paramita.1998.
- Prof. Dr.Ir.Harsono Wiryosumarto, Teknik Pengelasan Logam. Jakarta; Pradya Paramita 1977
- . Robert L.Mott; Elemen-elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis. Jogjakarta; Andi 2009

PEDOMAN PENULISAN

Ketentuan Umum

1. Penulis harus menjamin bahwa naskah yang dikirimkan adalah asli dan tidak pernah dipublikasikan di jurnal lainnya
2. Naskah yang akan di publikasikan pada Jurnal ismeTek dapat berupa hasil penelitian atau ulusan ilmiah.
3. Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia.
4. Penentuan layak tidaknya naskah yang akan dipublikasikan ditentukan oleh Dewan Redaksi Jurnal ismeTek berdasarkan masukan dari Redaksi Ahli yang kompeten. Naskah dikirimkan ke redaksi dalam bentuk naskah asli dan *Softcopy (microsoft office word)* dalam CD atau dapat dikirimkan melalui email. Naskah dapat dikirimkan kepada: Redaksi Jurnal ismeTek, Institut Teknologi Budi Utomo Jl. Raya Mawar Merah No. 23 Pondok Kopi Jakarta timur Telp. (021) 8611849 – 8611850 Fax. 8613627, e-mail: jurnalismetekitbu@gmail.com
5. Hak Cipta (*copyright*) tulisan yang dimuat berada pada Jurnal ismeTek.

Standar Penulisan

1. Naskah diketik dengan jarak 1 (satu) spasi dengan *margin* atas 3 cm, bawah 3 cm, kanan 3 cm, dan kiri 4 cm. naskah diketik di atas kertas A4 dengan jumlah kata antara 4.000 sampai 7.000 kata, termasuk gambar dan tabel yang diketik pada atau *file* terpisah dari teks.
2. Naskah diketik menggunakan program *Microsoft Word*, kecuali tabel dan grafik menggunakan *Microsoft Excel*, dan Gambar menggunakan format JPEG atau TIFF, formula matematika menggunakan *equation*. Huruf standar yang digunakan untuk penulisan adalah Times New Roman 11, kecuali Judul berukuran 14, sub judul berukuran 12. Untuk Abstrak, Judul Gambar, dan judul Tabel diketik dengan ukuran 10.
3. Naskah g berupa hasil penelitian maupun ulasan ilmiah disusun dengan urutan judul, nama penulis, alamat lengkap instansi setiap penulis, abstrak, pendahuluan, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka.

Tata Cara Penulisan Naskah

1. **Judul**
Judul harus singkat, spesifik, dan informatif yang mencerminkan secara tepat isi naskah, dengan jumlah kata maksimal 15 kata ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Judul diikuti dengan nama pengarang, institusi dan alamat, serta catatan kaki yang merujuk pada penulisan yang bertanggung jawab untuk surat-menyurat (*corresponding author*), lengkap dengan alamat surat dan alamat *e-mail*.
2. **Abstrak.**
Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia. Abstrak tidak boleh melebihi 250 kata dalam satu paragraf. Abstrak berisi intisari dari keseluruhan naskah. Hindari penggunaan singkatan kecuali yang telah umum digunakan.
3. **Kata Kunci (*keyword*)**
Kata kunci ditulis dalam Bahasa Indonesia, terdiri dari 3-5 kata dari judul, disusun berdasarkan kepentingan dan disajikan setelah abstrak.
4. **Pendahuluan**
Pada bagian ini disajikan latar belakang yang didukung dengan intisari pustaka, tujuan, dan apabila diperlukan ruang lingkup penelitian sehingga pembaca dapat mengevaluasi hasil kajian tanpa harus membaca publikasi sebelumnya. Pustaka yang digunakan harus yang benar benar relevan dengan penelitian yang dilakukan. Tinjauan pustaka sebaiknya diintegrasikan pada bagian pendahuluan, metode, dan pembahasan. Untuk naskah yang berupa ulasan ilmiah, bagian pendahuluan menyajikan latar belakang dan tujuan, serta manfaat pemilihan topik.
5. **Metode Penelitian (untuk Naskah Hasil Penelitian)**
Bagian ini berisi informasi teknik dan rinci sehingga percobaan dapat di ulang dengan baik oleh peneliti lainnya. Jika dalam penelitian digunakan peralatan/instrumen khusus, maka perlu diberikan spesifikasi alat dan kondisi operasi
6. **Hasil dan Pembahasan (untuk Naskah Hasil Penelitian)**
Bagian ini menyajikan hasil penelitian, baik dalam bentuk bahan teks, tabel, atau gambar. Penggunaan foto sangat dibatasi pada hasil yang jelas. Setiap gambar dan tabel diberi nomor secara berurutan dan harus diacu pada naskah.
7. **Kesimpulan**
Kesimpulan ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi hasil penelitian atau ulasan ilmiah yang diperoleh.
Saran diberikan secara jelas untuk dapat di tindaklanjuti oleh pihak yang relevan.
8. **Daftar Pustaka**
Disusun berdasarkan urutan abjad menggunakan *author-date system* yang relevan dengan tulisan dengan nama penulis

Pustaka yang digunakan merupakan pustaka mutakhir (10 tahun terakhir).

Daftar Pustaka disusun menggunakan APA style berdasarkan abjad (A – Z) dan tidak dibagi-bagi menjadi bagian-bagian berdasarkan jenis pustaka, misalnya buku, jurnal, internet dan sebagainya. Pustaka yang digunakan merupakan pustaka mutakhir (10 tahun terakhir).

Contoh penulisan:

- a. Buku (1 penulis):
Nama Akhir Pengarang, (Tahun). *Judul Buku, Tempat diterbitkan, Penerbit*, edisi jika ada, halaman jika ada.
- b. Buku (2 penulis):
Nama Akhir Pengarang 1, Nama Akhir Pengarang 2, (Tahun). *Judul Buku, Tempat diterbitkan, Penerbit*, edisi jika ada, halaman jika ada.
- c. Sumber online :
Penulis, (tahun). *Judul*, edisi jika ada, halaman jika ada, tanggal dilihat (<http://.....>)
- d. Handbook/Manual :
Nama Handbook/ Manual, (Tahun), Nama Perusahaan, Tempat diterbitkan, Penerbit, edisi jika ada, halaman jika ada

