

JURNAL ISMETEK

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

REVIEW PERBANDINGAN Yudi

REVIEW KAJIAN Udien

EVALUASI SISTEM Djoko

EVALUASI KINERJA Jujuk

ANALISIS KERUSAKAN Parman

TINJAUAN KONSEPTUAL Sahidul

APLIKASI MONITORING Aji

KOMPARASI DAN IMPLEMENTASI Sigit Wibisono

EVALUASI KINERJA Ike

ANALISIS PENURUNAN Hariyanto

PENERAPAN DAN ANALISIS Triyono

EVALUASI STRATEGI Irlon

ANALISIS PENGARUH Sigit Yulianto

ANALISIS DAN PERANCANGAN Wibisono

JURNAL i s m e T e k

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, S.T., M.T

REDAKSI AHLI

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

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

Dr. Suryadi, S.T., M.T

Dr. Jujuk Kusumawati, S.T., M.Si

Dr. Berliyanto, S.Kom, MTI

Ir. Suwito, M.M

Kajat Sartono, S.T., M.T

REDAKSI PELAKSANA

Dr. Jujuk Kusumawati, S.T., M.Si

Indra Widarmadi, S.T., M.T

Aji Nurrohman, S.Kom, MMSI

Leni Devera Asrar, S.T., M.T

Dian Kusumowardani, S.T., M.T

Dedi Setiadi, S.E., M.Kom

Ike Oktaviani, S.T., M.T

SEKRETARIAT REDAKSI

Sigit Wibisono, S.Kom, M.T

BAGIAN SIRKULASI

Dr. 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 ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Review Perbandingan Desain Pilar Jembatan Gelagar Pcu Dan Pci Pada Proyek Jalan Tol Jogja Solo Seksi 2.1 <i>Yudi</i>	1
Review Kajian Keselamatan Jalur Pejalan Kaki Serta Kelompok Rentan Di Terminal Pondok Cabe Tangerang Selatan <i>Udien</i>	10
Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Dan Pasif Pada Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia Di Jakarta <i>Djoko</i>	20
Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Pada Simpang Jalan Bantargebang Setu Di Kota Bekasi <i>Jujuk</i>	29
Analisis Kerusakan Pompa Three Lobe Spl90 Dengan Kapasitas Outlate 0.19l/Menit Berdasarkan Penjadwalan Time Based Maintenance <i>Parman</i>	37
Tinjauan Konseptual Dan Empiris Atas Efektivitas Kebijakan Publik Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Sosial Di Indonesia <i>Sahidul Anam</i>	50
Aplikasi Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Server Pt Penjaminan Jamkrindo Syariah Berbasis Internet Of Things <i>Aji</i>	55
Komparasi Dan Implementasi Algoritma Machine Learning Untuk Klasifikasi Kredit Bermasalah Pada Pt Bpr Nusumma Klaten <i>Sigit Wibisono</i>	53

JURNAL ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Pada Jalan Di Perlintasan Sebidang Jalur Perlintasan Langsung (Jpl) 99 Di Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi <i>Ike...</i>	65
Analisis Penurunan Fungsi Pelumas Oli Mesin 15w- 40 Merk X Pada Pemakaian 250, 500, 750 Dan 1000 Jam Operasi Pada Mesin Diesel 4 Tak 12 Silinder Merk K Tipe Saa12v140 Untuk Pc2000-8 <i>Hariyanto</i>	71
Penerapan Dan Analisis Prototype Fan Cooling Unit (FCU) Menggunakan Arduino Untuk Menjaga Suhu Ruang Bahan Baku Aktif Di Pt. Xyz <i>Triyono</i>	79
Evaluasi Strategi Moving Average, Relative Strength Index, Dan Parabolic Sar Terhadap Pergerakan Harga Eur/Usd Pada Pt Royal Trust Futures <i>Irlon</i>	85
Analisis Pengaruh Waktu Pendinginan Terhadap Faktor Keamanan Pada Sambungan Las Thermit Rel R.54 Di Jalur Hilir Antara Stasiun Pasar Minggu - Stasiun Manggarai <i>Sigit Yulianto</i>	93
Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi E Kost Sebagai Layanan Penyewaan Dan Pembayaran Berbasis Web Pada Kost Lula Jakarta Timur <i>Wibisono</i>	99

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 ulasan 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 pemeliharaan 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

REVIEW PERBANDINGAN DESAIN PILAR JEMBATAN GELAGAR PCU DAN PCI PADA PROYEK JALAN TOL JOGJA SOLO SEKSI 2.1

Yudi Setiawan

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

Abstrak

Kinerja teknis terminal penumpang adalah cerminan dari kualitas pelayanan yang diberikan kepada pengguna jasa transportasi. Terminal Terpadu Tipe A Pondok Cabe adalah terminal yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan angkutan umum masyarakat kota Tangerang Selatan dan sekitarnya, namun dalam melakukan aktivitasnya ada angkutan umum yang seharusnya berhenti di dalam terminal dan memarkirkannya di areal parkir pada setiap trayeknya ternyata lebih banyak melakukannya di luar terminal sehingga sering mengakibatkan kemacetan di jalan raya yang merupakan jalur antar provinsi dan kabupaten. Kurangnya kesadaran pengguna angkutan umum untuk naik dan turun angkutan umum di terminal Pondok Cabe. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi serta mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja teknis di Terminal Terpadu Tipe A Pondok Cabe. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Relative Importance Index untuk mengukur tingkat pentingnya suatu faktor atau variabel berdasarkan persepsi atau penilaian responden dalam sebuah penelitian dengan aplikasi Microsoft Excel. Hasil Review Kinerja Teknis Terminal Pondok Cabe didapat nilai persentase pertanyaan yaitu 66,6%. Terdapat 21 faktor dalam melakukan Review Kinerja Teknis di Terminal Pondok Cabe dengan 5 peringkat tertinggi adalah nilai RII 0,83 adalah tingkat ketepatan waktu keberangkatan kendaraan sesuai jadwal; nilai RII 0,82 adalah tingkat kapasitas kendaraan yang terisi penumpang secara penuh dari terminal; nilai RII 0,81 adalah ketersediaan kendaraan dalam satu periode waktu tertentu (frekuensi keberangkatan); nilai RII 0,81 adalah fasilitas kendaraan keberangkatan yang mengalami minim kerusakan; RII 0,80 adalah ketersediaan prosedur operasional terminal yang efisien.

Kata Kunci : review, pilar, jembatan gelagar, jalan tol

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Jalan Tol Jogja-Solo Seksi 2.1 masih dalam tahap perencanaan desain. Saat ini tahap perencanaan basic design jembatan menggunakan gelagar Prestressed Concrete U (PCU). Adanya permintaan dari PT. Jogja Solo Marga Makmur selaku Pemilik Proyek untuk dilakukan perencanaan alternatif desain menggunakan gelagar Prestressed Concrete I (PCI). Perencanaan alternatif desain ini dimaksudkan untuk dilakukan perbandingan antara kedua sistem struktur tersebut.

Setelah mengkaji teori dan referensi dari yang sudah ada, peneliti melakukan praduga bahwa gelagar PCU memiliki volume pekerjaan yang lebih dari gelagar PCI. Sehingga bisa diasumsikan waktu pengerjaan bisa lebih singkat karena waktu pekerjaan berbanding lurus dengan volume pekerjaan. Harapan dari penelitian ini

adalah mengetahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing penggunaan gelagar yang dianalisis.

Hal yang menjadi titik fokus penelitian ini adalah review perbandingan desain pilar jembatan gelagar PCU dan PCI. Pemodelan dan perhitungan pembesian pilar dianalisis menggunakan aplikasi Modeling Integrated Design & Analysis Structure (MIDAS CIVIL), SPColumn, dan Microsoft Excel. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan desain, waktu pelaksanaan, dan harga pilar jembatan gelagar PCU dan PCI.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah review perbandingan desain pilar jembatan gelagar PCU dan PCI yang akan digunakan untuk pembangunan jembatan

Jalan Tol Jogja Solo agar bisa dilakukan perbandingan harga antara kedua struktur jembatan tersebut. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari perbandingan desain pilar jembatan gelagar PCU dan PCI serta perbandingan waktu pelaksanaan dan harga antara pilar jembatan gelagar PCU dan PCI. Metodologi yang digunakan adalah perbandingan desain volume pilar dari jembatan gelagar PCU dan PCI serta perbandingan waktu pelaksanaan dan harga antara pilar jembatan gelagar PCU dan PCI.

2.2 Pola Pikir

Pola pikir atau kerangka pemikiran pada penelitian dimulai dari Rumusan Masalah, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data baik primer maupun sekunder. Lalu dilakukan Analisis Data, yaitu Review Perbandingan Desain Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI serta Perbandingan Waktu Pelaksanaan dan Harga Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI.

Setelah didapatkan Hasil Analisis maka dilakukan Pembahasan Hasil Analisis untuk masing-masing Hasil Analisis tersebut sehingga menghasilkan Hasil Pembahasan Perbandingan desain, waktu pelaksanaan dan harga antara Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI sebagai draft Kesimpulan. Dari draft tersebut akan ditarik Kesimpulan yang menjawab Rumusan Masalah hingga penelitian ini selesai.

2.3 Metodologi Penelitian

2.3.1 Metodologi Pengumpulan Data

Data penelitian ini berupa data primer yang diperoleh dari hasil perhitungan pembebanan sesuai SNI 1725:2016 dan data sekunder berupa spesifikasi jembatan dan analisa harga pekerjaan dari data proyek yang digunakan sebagai berikut :

- a. Perhitungan pembebanan struktur dan spesifikasi jembatan, yang dihitung manual dengan menggunakan excel sesuai dengan pembebanan yang digunakan pada SNI 1725:2016
- b. Analisis waktu pelaksanaan yang didapatkan dari laporan metode kerja jembatan jalan tol
- c. Analisis harga pilar yang didapat dari analisis harga yang dikerjakan kontraktor

2.3.2 Metode Analisis Data

a. Metode Analisis Desain Pilar

Langkah langkah yang dilakukan yaitu:

- 1) Menyusun kombinasi pembebanan berdasarkan Standar Pembebanan untuk Jembatan SNI 1725:2016
- 2) Membuat rencana desain Pilar sesuai dengan Kriteria Desain Jembatan dengan gelagar PCU dan PCI.
- 3) Melakukan running analisis struktur menggunakan aplikasi Midas Civil.
- 4) Melanjutkan perhitungan manual menggunakan aplikasi Excel.

b. Metode Analisis Waktu dan Harga

1) Metode Analisis Waktu

Langkah yang harus dilakukan yaitu:

- Pembuatan jadwal pekerjaan untuk pekerjaan pilar jembatan gelagar PCU dan PCI.
- Perhitungan estimasi harga dari masing-masing pilar
- Perbandingan harga antara pekerjaan pilar jembatan gelagar PCU dan pilar jembatan gelagar PCI.

2) Metode Analisis Harga

- Perhitungan volume beton dan pembesian dari pilar jembatan gelagar PCU dan PCI.
- Perhitungan estimasi harga dari masing-masing pilar.
- Perbandingan harga antara pekerjaan pilar jembatan gelagar PCU dan PCI.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

a. Metode Pembahasan Hasil Analisis Desain Pilar

Langkah yang harus dilakukan dalam hasil analisis ini yaitu:

- Pembahasan Hasil Analisis dengan perbandingan desain Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI.
- Penyajian Pembahasan Hasil Analisis mendapatkan volume pilar jembatan gelagar PCU dan PCI dalam bentuk tabel resume

b. Metode Pembahasan Hasil Analisis Waktu dan Harga

1) Metode Pembahasan Hasil Analisis Waktu

Langkah – Langkah yang harus dilakukan dalam pembahasan hasil analisis ini yaitu:

- Pembahasan Hasil Analisis dengan perbandingan waktu pelaksanaan antara pilar jembatan gelagar PCU dan PCI.
- Penyajian Pembahasan Hasil Analisis mendapatkan waktu pelaksanaan yang lebih cepat dalam bentuk tabel perbandingan.

2) Metode Pembahasan Hasil Analisis Harga

Langkah – Langkah yang harus dilakukan dalam pembahasan hasil analisis ini yaitu :

- Pembahasan Hasil Analisis dengan perbandingan estimasi harga antara pilar jembatan gelagar PCU dan PCI.
- Penyajian Pembahasan Hasil Analisis mendapatkan harga yang lebih efisien dalam bentuk tabel perbandingan.

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Analisis Desain Pilar Jembatan Gelagar PCU dan Pilar Jembatan Gelagar PCI

a. Analisis Desain Pilar Jembatan Gelagar PCU

Diketahui Perhitungan Pembesian Pilar Jembatan Gelagar PCU

Dimensi Pilar : Penampang Arah X = 2750 mm

Penampang Arah Y = 3000 mm

Selanjutnya dilakukan pengecekan dengan data diatas menggunakan aplikasi SPColumn untuk mendapatkan nilai diagram interaksi tulangan pilar

1) Tulangan Longitudinal Tekan Lentur

Mutu Beton, $f_c' = 30$ Mpa

Mutu baja, $f_y = 420$ Mpa

Luas penampang kolom, $A_g = B * H = 8250000$ mm²

Tinggi kolom, $L = L_c = 10.72$ m

Direncanakan Tulangan, $D_{ia} = 32$ mm

Luas tulangan utama, $A_{sD} = \pi/4 * D^2 = 804.25$ mm²

Rencana jumlah tul utama, $n = 140$ Bh

Digunakan tulangan, 140 D 32

Selimut beton, $d' = 70$ mm

Total luas tulangan, $A_{stot} = n * A_{sD} = 112595$ mm²

Persentase tulangan, $\rho = A_{stot} / A_g = 1.36$ %

Cek jarak tulangan 124mm <150 mm OK

2) Tulangan Geser Kaki Pilar Arah X

Gaya axial ultimit rencana, $P_u = 54363426$ N

Momen ultimit rencana, $M_u = 55060465$ Nm²

Gaya geser ultimit rencana, $V_{ux} = 6153249$ N

Mutu beton, $f_c' = 30$ Mpa

Mutu baja, $f_y = 420$ Mpa

Faktor reduksi kekuatan geser, $\Phi = 0.7$

Gaya geser akibat momen, $V_u = M_u / L = 5136237$ N

Maka diambil gaya geser ultimit, $V_s = V_u / \phi = 8790356$ N

Tebal penampang, $b = 2750$ mm

Selimut beton, $d' = 70$ mm

Tebal efektif, $d = b - d' = 268$ mm

Jarak tulangan geser digunakan, $s = 100$ mm

Luas tulangan geser, $A_v = V_s * s / (f_y * d) = 781$ mm²

3) Tulang Geser Kaki Pilar Arah Y

Gaya axial ultimit rencana, $P_u = 54363426$ N

Momen ultimit rencana, $M_u = 55060465$ Nm²

Gaya geser ultimit rencana, $V_{uy} = 6754229$ N

Mutu beton, $f_c' = 30$ Mpa

Mutu baja, $f_y = 420$ Mpa

Faktor reduksi kekuatan geser, $\Phi = 0.7$

Gaya geser akibat momen, $V_u = M_u / L = 5136237 \text{ N}$

Maka diambil gaya geser ultimit,

$V_s = V_u / \Phi = 964889 \text{ N}$

Tebal penampang, $b = 3000 \text{ mm}$

Selimit beton, $d' = 70 \text{ mm}$

Tebal efektif, $d = b - d' = 2930 \text{ mm}$

Jarak tulangan geser digunakan $s = 100 \text{ mm}$

Luas tulangan geser, $A_v = V_s * s / (f_y * d) = 784 \text{ mm}^2$

g momen

Check = $\phi M_n > M_u$
Check = $147017 > 136482$
Check = OK

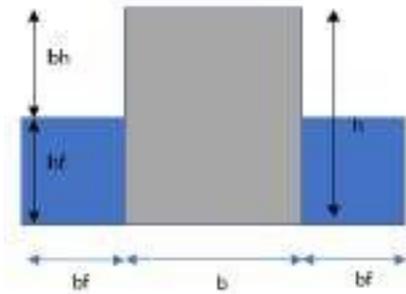
2. Perencanaan penampang geser

Analisis Desain Pierhead Jembatan Gelagar PCU

- Pierhead Tumpuan
Momen Ultimate = 136482 kNm
Gaya geser ultimate = 26250 kN
- Pierhead Kantilever
Momen Ultimate = 30292.0 km
Gaya geser ultimate = 8891.9 Kn

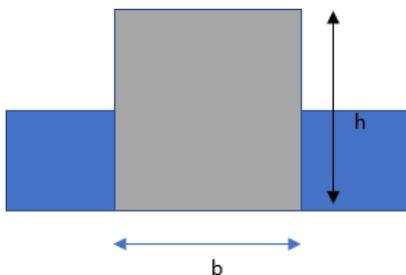
Perhitungan Pembesian Pierhead Jembatan Gelagar PCU (Tumpuan)

1. Perencanaan penampang momen

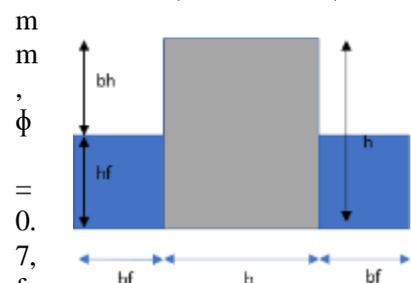


$b = 2000 \text{ mm}$, $h = 3700 \text{ mm}$, $h_f = 2350 \text{ mm}$, $b_f = 1000 \text{ mm}$, $b_h = 1350 \text{ mm}$
 $d_c = 70 \text{ mm}$, $f_c' = 40 \text{ Mpa}$, $f_y = 400 \text{ Mpa}$
 $M_u = 136482 \text{ kNm}$

Menghitung kapasitas penampang



$B = 2000 \text{ mm}$, $h = 3700 \text{ mm}$, $d = 3532 \text{ mm}$



$f_c' = 40 \text{ Mpa}$, $f_y = 400 \text{ Mpa}$, $V_u = 26250 \text{ kN}$

Check kebutuhan tulang geser

Tulangan geser terpasang
2 D 25 - 150
8 D 19 - 150

Luas Tulangan

$A_v = 4023 \text{ mm}^2$

Check = $A_s < A_v$

Check = $3191 < 3250$

Check = OK

3. Perhitungan Pembesian Pierhead Jembatan Gelagar PCU (Kantilever)

$b=2000$ mm, $h = 2650$ mm, $h_f = 1300$ mm, $b_f = 1000$ mm, $b_h = 1350$ mm, $d_c = 70$ mm, $f_c' = 40$ Mpa, $f_y = 400$ Mpa
 $M_u = 30292$ kNm

Menghitung kapasitas penampang momen
Check = $\phi M_n > M_u$
Check = $52288 > 30292$
Check = OK

Perencanaan penampang geser

$B = 2000$ mm, $h = 2650$ mm, $d = 2482$ mm. $\phi = 0.7$ $f_c' = 40$ Mpa, $f_y = 400$ Mpa, $V_u = 8891.9$ kN

Tulangan Geser Terpasang

2	D	25	-	150
6	D	19	-	150

Luas Tulangan

$A_v = 2683$ mm²
Check = $A_s < A_v$
Check = $2257 < 2683$
Check = OK

b. Analisis Desain Pilar Jembatan Gelagar PCI

Perhitungan Pembesian Pilar Jembatan Gelagar PCI

Dimensi Pilar : Penampang Arah X = 2500 mm

Penampang Arah Y = 3000 mm

1. Tulangan Longitudinal Tekan Lentur

Mutu beton, $f_c' = 30$ Mpa

Mutu baja, $f_y = 420$ Mpa

Luas penampang kolom, $A_g = B \cdot H = 7500000$ mm²

Tinggi kolom, $L = L_c = 10.82$ m

Direncanakan Tulangan, $D_{ia} = 32$ mm

Luas tulangan utama, $A_{sD} = \pi / 4 \cdot D^2 = 804.25$ mm²

Rencana jumlah tul utama, $n = 124$ Bh

Digunakan tulangan, 124 D 32

Selimut beton, $d' = 70$ mm

Total luas tulangan, $A_{stot} = n \cdot A_{sD} = 99727$ mm²

Persentase tulangan, $\rho = A_{stot} / A_g = 1.33\%$

Cek jarak tulangan 136 mm < 150 mm OK

2. Tulangan Geser kaki pilar arah X

Gaya axial ultimit rencana, $P_u = 52466142$ N

Momen ultimit rencana, $M_u = 31102134$ Nm'

Gaya geser ultimit rencana, $V_{ux} = 3328604$ N

Mutu beton, $f_c' = 30$ Mpa

Mutu baja, $f_y = 420$ Mpa

Faktor reduksi kekuatan geser, $\Phi = 0.7$

Gaya geser akibat momen, $V_u = M_u / L = 2874504$ N

Maka diambil gaya geser ultimit, $V_s = V_u / \phi = 4755148$ N

Tebal penampang, $b = 2500$ mm

Selimut beton, $d' = 70$ mm

Tebal efektif, $d = b - d' = 2430$ mm

Jarak tulangan geser digunakan, $s = 100$ mm

Luas tulangan geser, $A_v = V_s \cdot s / (f_y \cdot d) = 466$ mm²

3. Tulangan Geser Kaki Pilar Arah Y

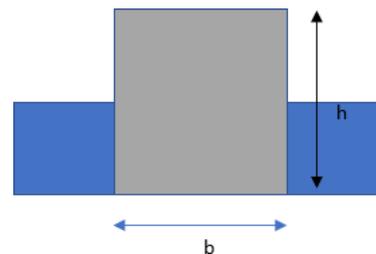
Gaya axial ultimit rencana, $P_u = 52466142$ N

Momen ultimit rencana, $M_u = 31102134$ Nm'

Gaya geser ultimit rencana, $V_{uy} = 3328604$ N

Mutu beton, $f_c' = 30$ Mpa

Mutu baja, $f_y = 420$ Mpa



Faktor reduksi kekuatan geser, $\Phi = 0.7$

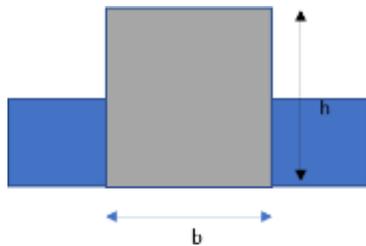
Gaya geser akibat momen, $V_u = M_u / L = 2874504$ N

Maka diambil gaya geser ultimit, $V_s = V_u / \phi = 4755148\text{N}$
Tebal penampang, $b = 2500\text{ mm}$
Selimut beton, $d' = 70\text{ mm}$
Tebal efektif, $d = b - d' = 2430\text{ mm}$
Jarak tulangan geser digunakan, $s = 100\text{ mm}$
Luas tulangan geser, $A_v = V_s * s / (f_y * d) = 466\text{ mm}^2$

Analisis Desain Pierhead Jembatan Gelagar PCI
Perhitungan dan analisis desain pierhead Jembatan Gelagar PCI adalah sebagai berikut.

Pemodelan Gaya dari MIDAS CIVIL

➤ Pierhead Tumpuan



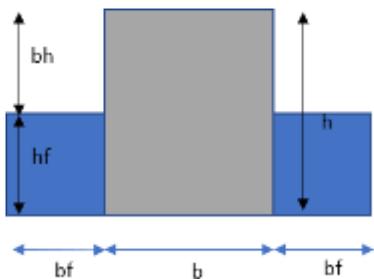
Momen Ultimate = 111205 kNm
Gaya geser ultimate = 22727 kN

➤ Pierhead Kantilever

Momen Ultimate = 267930 km
Gaya geser ultimate = 9434.8 Kn

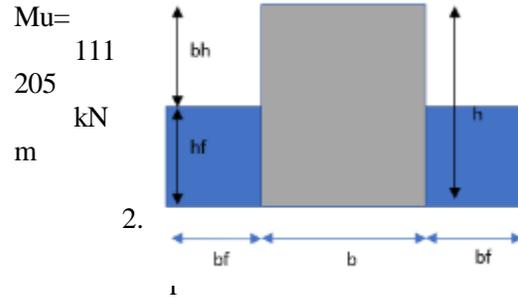
Perhitungan Pembesian Pierhead Jembatan Gelagar PCI (Tumpuan)

1. Perencanaan penampang momen



$b = 2000\text{ mm}$, $h = 3550\text{ mm}$, $hf = 2050\text{mm}$, $bf = 1000\text{ mm}$, $bh = 1500\text{mm}$

$d_c = 70\text{mm}$, $f_c' = 40\text{Mpa}$, $f_y = 400\text{Mpa}$



rencanaan penampang geser

$B = 2000\text{ mm}$, $h = 3550\text{ mm}$, $d = 3367\text{ mm}$, $\phi = 0.7$, $f_c' = 40\text{ Mpa}$, $f_y = 400\text{ Mpa}$, $V_u = 22727\text{ kN}$

Tulangan Geser terpasang

2	D	25	-	200
8	D	22	-	200

Luas Tulangan

A_v	=	4023	mm ²
Check	=	A_s	< A_v
Check	=	3767	< 4023
Check	=	OK	

Perhitungan pembesian pierhead jembatan gelagar PCI (Kantilever) .

1. Perencanaan penampang momen

$B = 2000\text{mm}$, $h = 2700\text{mm}$, $hf = 1200\text{ mm}$
 $B_f = 1000\text{ mm}$, $bh = 1500\text{mm}$, $d_c = 70\text{ mm}$
 $f_c' = 40\text{ Mpa}$, $f_y = 400\text{ Mpa}$, $M_u = 26793\text{kNm}$

2. Perencanaan Penampang geser

$b = 2000 \text{ mm}$, $h = 2700 \text{ mm}$, $d = 2497 \text{ mm}$, $\phi = 0.7$, $f'c = 40 \text{ Mpa}$, $f_y = 400 \text{ Mpa}$
 $V_u = 9434.8 \text{ kN}$

Menghitung kuat geser, V_c

$$V_c = 1/6 * (\sqrt{f'c}) * b * d$$

$$V_c = 5264138 \text{ N}$$

$$V_c = 5264 \text{ kN}$$

Check Kebutuhan Tulang geser

Tulangan Geser terpasang
2 D 25 - 300
6 D 19 - 300

Luas Tulangan

$A_v = 2683 \text{ mm}^2$
Check = $A_s < A_v$
Check = $2467 < 2683$
Check = OK

3.1.2 Analisis Data Waktu dan Harga Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI

a. Analisis Data Waktu Pelaksanaan

No.	Pekerjaan	(Hari Kerja)	Kegiatan yang Mendahului
1	Pekerjaan Pilar (3 tahap)	84	
1a	- Pembesian pilar	5	
1b	- Instalasi bekisting	7	
1c	- Pengecoran pilar	1	1a, 1b
1d	- Proses pengerasan & curing beton	14	1c
1e	- Pembongkaran bekisting	1	1d
2	Pekerjaan Pierhead	82	1
2a	- Pekerjaan persiapan	1	
2b	- Pemasangan skoring	10	2a
2c	- Pemasangan tangga akses	5	2b
2d	- Pemasangan balok-balok	10	2c
2e	- Pemasangan dudukan	5	2d
2f	- Pemasangan tulangan	10	2e
2g	- Pemasangan bekisting	0	2f
2h	- Pengecoran beton	5	2f, 2g
2i	- Proses pengerasan & curing beton	28	2h
2j	- Pembongkaran bekisting	5	2i
2k	- Pembongkaran skoring	3	2j
3	Pekerjaan Gelagar PCI	21	

Waktu Pelaksanaan Jembatan Gelagar PCU

Tabel 3.1 Tabel Analisis Waktu Pelaksanaan PCU

No.	Detail	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga
JEMBATAN GELAGAR PIER - PCI GEDER - 3 SALUR - 13 GEDER					
Jumlah Spesi					
1. Jumlah Pekerjaan					
1	Pekerjaan Gelagar	17.8	m ³	178.712.000	3.180.993.600
	Pembesian Gelagar	14	Unit	60.000.000	840.000.000
	Pemasangan	14	Unit	60.000.000	840.000.000
Volume Beton					
	Dipengalun (gross)	160	m ³	2.310.000	369.600.000
	Purchasing Beton (kelas B-1.1)	221	m ³	1.000.000	221.000.000
	Pilar (kelas beton B-1.4)	814	m ³	1.000.000	814.000.000
	Puncak Skoring	119.8	m ³	1.030.000	123.394.000
	Puncak Madan	78.8	m ³	1.181.250	93.100.500
Volume Peralatan					
	Peralatan	140.21	kg	14.874	2.086.788
	Kayu	104.78	kg	14.851	1.556.847
	Elektromotor Bearing (Psi 200 x 400)	44	unit	2.750.000	121.000.000
	Empasemen Jamb (Class Mast Type M)	50	m ³	1.440.000	72.000.000
	Tambak Peralatan (Psi 150 x 40)	200	m ³	918.121	183.624.200
				SUBTOTAL RAB	11.088.766.800

Sumber : Olahan Penelitian

2. Analisis Data Waktu Pelaksanaan

No.	Detail	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga
JEMBATAN GELAGAR PIER - PCI GEDER - 3 SALUR - 13 GEDER					
Jumlah Spesi					
1. Jumlah Pekerjaan					
1	Pekerjaan Gelagar	17.8	m ³	171.700.000	3.046.060.000
	Pembesian Gelagar	14	Unit	60.000.000	840.000.000
	Pemasangan	14	Unit	60.000.000	840.000.000
Volume Beton					
	Dipengalun (gross)	140	m ³	2.310.000	323.400.000
	Purchasing Beton (kelas B-1.1)	221	m ³	1.000.000	221.000.000
	Pilar (kelas beton B-1.4)	814	m ³	1.000.000	814.000.000
	Puncak Skoring	119.8	m ³	1.030.000	123.394.000
	Puncak Madan	78.8	m ³	1.181.250	93.100.500
Volume Peralatan					
	Peralatan	140.21	kg	14.874	2.086.788
	Kayu	104.78	kg	14.851	1.556.847
	Elektromotor Bearing (Psi 200 x 400)	44	unit	2.750.000	121.000.000
	Empasemen Jamb (Class Mast Type M)	50	m ³	1.440.000	72.000.000
	Tambak Peralatan (Psi 150 x 40)	200	m ³	918.121	183.624.200
				SUBTOTAL RAB	11.088.766.800

Jembatan Gelagar PCI

Tabel 3.2 Analisis Waktu Pelaksanaan PCI

Sumber : Olahan Penelitian

b. Analisis Data Harga Pilar

Tabel 3.3 Estimasi Harga Pilar PCU

Sumber : data RAB Jogja Solo PT. DMT

Tabel 3.4 Estimasi Harga Pilar PCI

Sumber : data RAB Jogja Solo PT. DMT

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Perbandingan Desain Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI

Tabel 3.5 Tabel Resume Volume Pilar

Aspek Pilar	PCU	PCI
Dimensi Penampang	2.75 m x 3 m	2.5 m x 3 m
Tulangan Utama	140 D32	124 D32
Tulangan Sengkang Plastik	2.D19-100	2.D19-100
Tulangan Sengkang Tengah	2.D19-300	2.D19-300
Tulangan Geser Plastik	8.D16-100	6.D16-100
	10.D16-100	8.D16-100
Tulangan Geser Tengah	8.D16-300	6.D16-300
	10.D16-300	8.D16-300

Sumber : Olahan Penelitian

Berdasarkan tabel diatas jembatan gelagar PCU membutuhkan dimensi penampang pilar sebesar 2.75 m x 3 m dengan tulangan utama 140D32 dan sengkang 2.D19 sedangkan jembatan gelagar PCI membutuhkan dimensi penampang pilar sebesar 2.5 m x 3 m dengan tulangan utama 124D32 dan sengkang 2.D19.

Tabel 3.6 Tabel Resume Volume *Pierhead*

Aspek <i>Pierhead</i>	PCU	PCI
Dimensi Penampang	2 m x 3.7 m	2 m x 3.55 m
Tulangan Utama Tumpuan	30 D32	20 D32
	15 D25	10 D25
Tulangan Utama Kantilever	15 D19	10 D19
	15 D19	10 D25
Tul. Sengkang Tumpuan	2.D25-100	2.D25-200
Tul. Sengkang Kantilever	2.D25-300	2.D25-300
Tulangan Geser Plastik	8.D19-100	8.D22-200
Tulangan Geser Tengah	6.D16-300	6.D19-300

Sumber : Olahan Penelitian

Berdasarkan tabel diatas jembatan gelagar PCU membutuhkan dimensi penampang pierhead sebesar 2 m x 3.7 m dengan tulangan utama 30D32 & 15D25 dan sengkang 2.D25 sedangkan jembatan gelagar PCI membutuhkan dimensi penampang pierhead sebesar 2 m x 3.55 m dengan tulangan utama 20D32 & 10D25 dan sengkang 2.D25.

Dari tabel di atas volume jembatan gelagar PCI lebih optimal dari jembatan gelagar PCU karena mempunyai dimensi penampang yang relatif kecil dan pembesian yang lebih sedikit.

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Perbandingan Waktu dan Harga Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI

Didapatkan waktu pekerjaan untuk satu titik lokasi jembatan gelagar PCU membutuhkan 190

hari kerja sedangkan jembatan gelagar PCI membutuhkan 187 hari kerja.

Tabel 3.7 Tabel Perbandingan Harga

	Estimasi Harga
Pilar Jembatan Gelagar PCU	Rp. 15,069,215,559
Pilar Jembatan Gelagar PCI	Rp. 11,098,766,018
Selisih Harga	Rp. 3,970,449,541

Sumber : Olahan Penelitian

Selisih harga sebesar Rp. 3,970,449,541,- antara Pilar Jembatan Gelagar PCU dan PCI. Maka dari itu alternatif desain Jembatan Gelagar PCI bisa dijadikan bahan pertimbangan desain karena lebih murah dari basic design.

Dari tabel waktu pelaksanaan dan harga di atas waktu pekerjaan didapatkan alternatif desain jembatan dengan gelagar PCI bisa dipertimbangkan untuk penggunaan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian analisis data dan pembahasan yang dilakukan pada Review Perbandingan Desain dan Harga Pilar Jembatan PCU dan Pilar Jembatan PCI dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jembatan Gelagar PCU memiliki dimensi penampang pilar sebesar 2,75m x 3m dan tulangan utama berjumlah 140.D32 sedangkan Jembatan Gelagar PCI memiliki dimensi penampang pilar sebesar 2,5m x 3m dan tulangan utama berjumlah 124.D32. Dari hal ini dapat disimpulkan volume jembatan gelagar PCI lebih optimal.
2. Jembatan dengan gelagar PCI membutuhkan waktu lebih singkat untuk pelaksanaan dibandingkan dengan jembatan gelagar PCU. Secara spesifik, waktu pekerjaan untuk gelagar PCI adalah 187 hari, sedangkan untuk gelagar PCU adalah 190 hari. Hal ini menunjukkan bahwa desain gelagar PCI lebih efisien dalam hal waktu konstruksi. Dan Terdapat selisih harga yang signifikan sebesar Rp. 3,970,449,541,- antara jembatan gelagar PCU dan PCI. Jembatan dengan gelagar PCI lebih ekonomis dibandingkan dengan jembatan gelagar PCU. Hasil penelitian menunjukkan pilar jembatan dengan gelagar PCI lebih direkomendasikan

untuk dipilih sebagai desain yang digunakan dalam Proyek Jalan Tol Jogja-Solo karena memiliki volume yang lebih optimal dan waktu pelaksanaan yang lebih efisien dibandingkan pilar jembatan dengan gelagar PCU.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Supriyadi dan Muntohar. (2007). Jembatan (Edisi Ke-IV). Beta Offset. Yogyakarta.
- Paulay, T., Priestly, M.J.N., (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete dan Masonry Buildings*. John Wiley & Sons. New York.
- Rahmadani, Novi S. (2023). Tugas Akhir: “Perancangan Beton Prategang Tipe I-Girder Pada Jembatan Samota Sumbawa”. Universitas Muhammadiyah Mataram. Mataram.
- Fikri Adika B & Hendrawan Kurnianto. (2023). Tugas Akhir: “Perencanaan Struktur Jembatan Beton Sokokidul Demak”, Teknik Sipil, Universitas Sultan Agung. Serang.
- Nawy, Edward G., Suryoatmono, Bambang. (2022). *Beton Prategang: Suatu Pendekatan Mendasar*, Edisi Ketiga Julid I. Erlangga. Jakarta.

REVIEW KAJIAN KESELAMATAN JALUR PEJALAN KAKI SERTA KELOMPOK RENTAN DI TERMINAL PONDOK CABE TANGERANG SELATAN

Udien Yulianto

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

Abstrak

Transportasi adalah bagian penting dalam kehidupan sehari-hari dalam mendukung dalam mendukung kegiatan seperti ekonomi maupun sosial bermasyarakat. Terminal yang menjadi salah satu simpul transportasi dan berjalannya kegiatan masyarakat sehari-hari perlu menyediakan fasilitas sesuai aturan yang telah ditetapkan, serta kebutuhan masyarakat dan pengguna jasa transportasi umum. Dari hasil pengamatan di area Terminal Pondok Cabe adanya jalur pejalan kaki serta kelompok rentan di dalam lingkungan Terminal Pondok Cabe Kota Tangerang Selatan. Pada jam sibuk terminal mobilitas kendaraan baik sepeda, sepeda motor, mobil, serta bus menjadi satu jalur dengan para pejalan kaki, menjadikan resiko bagi keselamatan pada para pejalan kaki yang akan menuju dalam area Terminal. Maka dari itu dalam penelitian ini review kajian jalur pejalan kaki serta kelompok rentan perlu dilakukan untuk meningkatkan keselamatan para pejalan kaki yang ada di area Terminal Pondok Cabe. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah review kajian dengan hasil akhir penentuam alternatif fasilitas jalur pejalan kaki serta kelompok rentan menggunakan perbandingan hasil observasi dengan fasilitas di pelayanan publik lainnya dan peraturan yang ada. Hasil dari penelitian tersebut di rekomendasikan untuk menambah fasilitas pejalan kaki di Terminal Pondok Cabe.

Kata kunci: review, keselamatan, jalur, pejalan kaki, rentan.

1. PENDAHULUAN

Keselamatan pejalan kaki adalah kondisi di mana setiap individu yang berjalan kaki dapat bergerak dengan aman dan nyaman tanpa terancam oleh bahaya atau kecelakaan saat menggunakan fasilitas umum seperti jalan, trotoar, atau area pedestrian lainnya. Jalur pejalan kaki di terminal adalah fitur penting yang meningkatkan keselamatan dan kenyamanan penumpang terutama mereka yang memiliki disabilitas atau mobilitas terbatas.

Dengan jalur pejalan kaki, penumpang dengan mobilitas terbatas atau orang tua dapat berpindah dengan aman dan efisien dari dalam dan keluar simpul transportasi. Ini mengurangi risiko kecelakaan antara penumpang dan bus yang melintas, serta memudahkan penumpang dengan mobilitas terbatas atau orang tua untuk bergerak di dalam gedung terminal untuk membeli tiket.

Selain itu, jalur pejalan kaki juga membantu mengurangi kemacetan di dalam terminal, memungkinkan penumpang untuk bergerak

secara bersamaan tanpa saling menghalangi. Jalur pejalan kaki juga dapat menghasilkan penghematan biaya bagi fasilitator terminal, karena mereka mengurangi kebutuhan untuk membangun lebih banyak platform atau meningkatkan infrastruktur lainnya untuk mengatasi kemacetan di dalam terminal.

Selain itu, jalur pejalan kaki juga dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional bus, karena mereka memungkinkan penumpang untuk berjalan lebih cepat dan lebih aman di dalam terminal. Secara keseluruhan, jalur pejalan kaki di stasiun adalah fitur penting yang meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi penumpang, terutama mereka yang memiliki disabilitas atau mobilitas terbatas.

Maka dari itu peningkatan kualitas pelayanan pejalan kaki merupakan hal yang penting. Faktor-faktor kebutuhan pejalan kaki tersebut bisa diimplementasikan melalui pengadaan fasilitas-fasilitas pejalan kaki yang memperhatikan seluruh kalangan mulai anak-anak, lansia, dan kaum difabel. Dengan

demikian, perencanaan perkotaan juga harus memperhatikan kebutuhan pejalan kaki dalam menciptakan jalur pejalan kaki tersebut.

Peran aksesibilitas dapat memberikan kemudahan dengan memperhatikan kebutuhan dan kemampuan penyandang keterbatasan fisik dan visual, penyandang keterbatasan mental, kognitif dan sensorik, serta memperhatikan kebutuhan dan kemampuan orang lanjut usia, ibu hamil, bayi, anak-anak, dan orang kerdil (Imbar Desetyaningrum) Jalur pejalan kaki di Terminal Pondok Cabe, Kota Tangerang Selatan merupakan area vital yang melayani pergerakan pejalan kaki dari gerbang masuk ke gedung terminal maupun sebaliknya.

Analisis keselamatan dan keamanan pejalan kaki, baik umum maupun kelompok rentan menjadi sangat penting untuk menciptakan lingkungan terminal yang berkeselamatan. Maka dari itu perlu adanya penelitian tentang Review Kajian Keselamatan Jalur Pejalan Kaki serta Kelompok Rentan di Terminal Pondok Cabe, Tangerang Selatan.

Hipotesis yang ditemukan pada penelitian ini adalah masih terdapat kekurangan fasilitas dan infrastruktur yang mendukung keselamatan pejalan kaki, resiko kecelakaan yang tinggi pada pejalan kaki khususnya kaum rentan serta kurangnya kesadaran akan pentingnya keselamatan pejalan kaki di kalangan pengguna Terminal Pondok Cabe.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keselamatan jalur pejalan kaki, serta untuk memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan di lingkungan perkotaan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Metodologi yang digunakan untuk melakukan review kajian keselamatan jalur pejalan kaki adalah dengan metodologi observasi yaitu pengamatan langsung, adapun teknik pengolahan data yaitu kuantitatif dimana hasil analisis data akan disajikan secara sistematis sehingga mudah dipahami dan diambil kesimpulan.

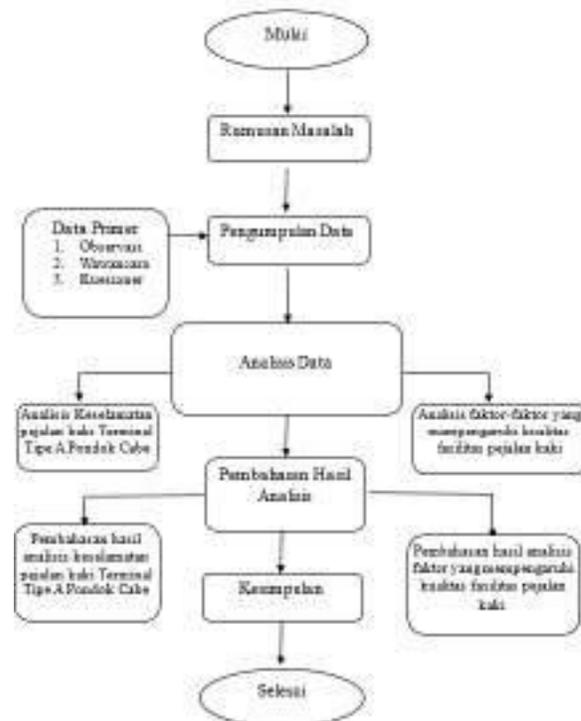
Faktor-faktor yang mempengaruhi keselamatan jalur pejalan kaki menggunakan metodologi pengumpulan data dengan wawancara dan

kuesioner berdasarkan skala likert serta metode pemrosesan data dengan relative importance index (RII) serta pemroses running menggunakan program excel.

2.2 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

Tahapan penelitian ini dimulai dari menentukan rumusan masalah, dilanjutkan dengan pengumpulan data primer.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi dan kuesioner kepada masyarakat pengunjung terminal, driver dan awak bus, serta wawancara kepada Pengawas Satuan Pelayanan Terminal Tipe A Pondok Cabe. Diagram alur penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

Sumber: Olahan Penelitian

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan metode yaitu sebagai berikut:

1. Observasi adalah pengamatan langsung terhadap kondisi jalur pejalan kaki di Terminal Tipe A Pondok Cabe berdasarkan Standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan

Rakyat Republik Indonesia 14/PRT/M/2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung. Adapun formulir observasi sebagai berikut:

Tabel 2.1 Formulir Observasi

No	Pertanyaan	Ketersediaan		Dokumentasi	Ideal
		Ya	Tidak		
1	Permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca. ¹⁷				
2	Tekstur lantai Halus, tidak licin. ¹⁷				
3	Guiding Block pada jalur pedestrian. ¹⁷				
4	Sambungan dan gundukan atau tidak lebih dari 1,25 cm. ¹⁷				
5	Kemiringan jalur maksimal Jalan maksimal 2%. ¹⁷				
6	Pencahayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m. ¹⁷				
7	Drainase Tegak lurus dengan arah jalur. . ¹⁷				
8	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian. ¹⁷				
9	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah. ¹⁷				
10	Pagar pengaman atau handrrail untuk kemandan. ¹⁷				
11	Beda ketinggian jalur kendaraan dengan jalur pejalan kaki. ¹⁷				
12	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan. ¹⁷				
13	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau. ¹⁷				
14	Ramp kemiringan 8% ¹⁷ atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m. ¹⁷				

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia 14/PRT/M/2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung.

2. Wawancara adalah kegiatan tanya-jawab secara lisan untuk memperoleh informasi. Wawancara dilakukan kepada narasumber 3 orang ahli pada

bidangnya yaitu yang pertama Kepala Terminal atau yang sekarang sebutannya Pengawas Satuan Pelayanan Terminal, kedua kepala tata usaha, dan yang ketiga staff oprasional di terminal Pondok Cabe, Adapun form wawancara terlampir.

Formulir Wawancara
Jabatan :

Tabel 2.2 Formulir Wawancara

NO	Pertanyaan	Jawaban	
		Setuju	Tidak Setuju
Bagaimana Pendapat Saudara/i terkait hasil observasi yang telah saya lakukan, terkait ada beberapa item terkait evaluasi fasilitas pada jalur pejalan kaki (pedestrian) di Terminal Tipe A Pondok Cabe yang belum tersedia dan/atau masih ada catatan perlu ada perbaikan!			
1).	Permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca. ¹⁷		
2).	Tekstur lantai Halus, tidak licin. ¹⁷		
3).	Guiding Block pada jalur pedestrian		
4).	Pencahayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m. ¹⁷		
5).	Drainase Tegak lurus dengan arah jalur. ¹⁷		
6).	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian. ¹⁷		
7).	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah. ¹⁷		
8).	Pagar pengaman atau handrrail untuk kemandan. ¹⁷		
9).	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan. ¹⁷		
10).	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau. ¹⁷		
11).	Ramp kemiringan 8% ¹⁷ atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m. ¹⁷		

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia 14/PRT/M/2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung.

3. Kuesioner. Kuesioner adalah daftar pertanyaan tertulis yang ditujukan kepada responden, jawaban responden atas semua pertanyaan pada kuesioner kemudian dicatat/direkam.

Adapun teknik pengambilan responden sebagai berikut:

- Populasi
- Sampel

4. Dokumen, pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari lembaga/institusi atau pihak pemilik data atau pengamatan obyek secara langsung.

2.3.2. Metode Analisis Data

- a. Review Kajian Keselamatan Jalur Pejalan Kaki serta Kelompok Rentan di Terminal Pondok Cabe Tangerang Selatan.
- b. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan keselamatan jalur pejalan kaki dan kelompok rentan di Terminal Pondok Cabe Tangerang Selatan

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah melakukan analisis data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pembahasan hasil analisis data tersebut. Adapun pembahasan hasil analisis data yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Metode pembahasan analisis Review Kajian Keselamatan Jalur Pejalan Kaki Serta Kelompok Rentan di Terminal Pondok Cabe Tangerang Selatan.

Pembahasan dilakukan dengan skor nilai hasil Review Kajian Keselamatan Jalur Pejalan Kaki dan item yang kurang atau perlu dilakukan perbaikan.

Tabel 2.3 Kriteria Penilaian Skala Likert

Interval Persentase	Kriteria
80% - 100%	Sangat Baik
70% - 79%	Baik
60% - 69%	Sedang
50% - 59%	Kurang
0% - 49%	Sangat Kurang

- b. Metode pembahasan hasil analisis faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan keselamatan jalur pejalan kaki dan kelompok rentan di Terminal Pondok Cabe Tangerang Selatan.

Metode Penelitian Relative Importance Index (RII) adalah sebuah metode statistik yang digunakan untuk menentukan tingkat

kepentingan relatif dari beberapa variabel atau faktor terhadap variabel dependen tertentu.

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Analisis Jalur Pejalan Kaki di Terminal Pondok Cabe Tangerang Selatan

Penilaian faktor-faktor terhadap objek yang diteliti dengan skor penilaian sebagai berikut:

Keterangan:

- a) Bobot skor = 0 Apabila fasilitas tidak tersedia
- b) Bobot skor = 1 Apabila fasilitas tersedia berfungsi dengan baik tanpa catatan.

Adapun data rekap evaluasi kinerja pelayanan terminal dari hasil observasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1: Data Rekap Faktor Jalur Pejalan Kaki

Sumber : Data Olahan Penelitian

Analisis evaluasi jalur pejalan kaki di Terminal Tipe A Pondok Cabe, Kota Tangerang Selatan dilakukan dengan menggunakan rumus persentase sebagai berikut:

$$RS = \frac{n}{N} \times 100\% \dots\dots\dots 5$$

Keterangan:

RS = persentase pertanyaan

n = jumlah nilai pada pertanyaan yang diperoleh

N = jumlah nilai maksimum pada pernyataan

Berdasarkan observasi diperoleh data evaluasi jalur pejalan kaki di terminal:

Tabel 3.2 Rekapitulasi Hasil Presentase

No	Pertanyaan	Persentase
1	Permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca ¹⁷	0%
2	Tekstur lantai Halus, tidak licin ¹⁷	0%
3	Guiding Block pada jalur pedestrian ¹⁷	0%
4	Sambungan dan gundukan atau tidak lebih dari 1,25 cm ¹⁷	7,143%
5	Kemiringan jalur maksimal Jalan maksimal 2 ^o ¹⁷	7,143%
6	Pencahayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m ¹⁷	0%
7	Drainase Tegak lurus dengan jalur pedestrian dengan lebar 50 cm dan tinggi 50 cm ¹⁷	0%
8	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian ¹⁷	0%
9	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah ¹⁷	0%
10	Pagar pengaman atau handrail untuk keamanan ¹⁷	0%
11	Beda ketinggian jalur kendaraan dengan jalur pejalan kaki ¹⁷	7,143%
12	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan ¹⁷	0%
13	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau ¹⁷	0%
14	Ramp kemiringan 8 ^o atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m ¹⁷	0%

No	Pertanyaan	Hasil Observasi
1	Permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca ¹⁷	Kurang
2	Tekstur lantai Halus, tidak licin ¹⁷	Kurang
3	Guiding Block pada jalur pedestrian ¹⁷	Kurang
4	Sambungan dan gundukan atau tidak lebih dari 1,25 cm ¹⁷	Baik
5	Kemiringan jalur maksimal Jalan maksimal 2 ^o ¹⁷	Baik
6	Pencahayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m ¹⁷	Kurang
7	Drainase Tegak lurus dengan jalur pedestrian dengan lebar 50 cm dan tinggi 50 cm ¹⁷	Kurang
8	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian ¹⁷	Kurang
9	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah ¹⁷	Kurang
10	Pagar pengaman atau handrail untuk keamanan ¹⁷	Kurang
11	Beda ketinggian jalur kendaraan dengan jalur pejalan kaki ¹⁷	Baik
12	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan ¹⁷	Kurang
13	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau ¹⁷	Kurang
14	Ramp kemiringan 8 ^o atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m ¹⁷	Kurang

Sumber: Data Olahan Penelitian

n = skor nilai dari pertanyaan (nilai rill) yaitu 3,
N = jumlah nilai maksimum pada pernyataan yaitu 14,

Kemudian dilakukan perhitungan

$$RS(1) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(2) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(3) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(4) = \frac{1}{14} \times 100\%$$

$$RS = 7,143 \%$$

$$RS(5) = \frac{1}{14} \times 100\%$$

$$RS = 7,143 \%$$

$$RS(6) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(7) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(8) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(9) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(10) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(11) = \frac{1}{14} \times 100\%$$

$$RS = 7,143 \%$$

$$RS(12) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(13) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS(14) = \frac{0}{14} \times 100\%$$

$$RS = 0 \%$$

$$RS = \frac{3}{14} \times 100\%$$

$$RS = 21,4 \%$$

3.1.2 Analisis Faktor pada Jalur Pejalan Kaki di Terminal Pondok Cabe

Data kuesioner dianalisis dengan menggunakan skala likert. Seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.3 Penilaian Skala Likert

Tingkat Kepentingan	Bobot
Sangat Penting	5
Penting	4
Ragu-Ragu/Netral	3
Tidak Penting	2
Sangat Tidak Penting	1

Sumber : referensi skala likert

Berikut adalah perhitungan RII pada salah satu indikator yang ditemukan:

$$RII = \frac{\sum W_x F}{A \times N}$$

$$RII(X1) = \frac{0x1 + 6x2 + 16x3 + 14x4 + 14x5}{5x50}$$

$$RII(X1) = \frac{186}{250}$$

$$RII(X1) = 0,744$$

Tabel 3.4 Resume Hasil Uji Validitas

NO	Pernyataan Kuesioner	Hasil Uji Validitas
1	Pernukaan jalan Stabil kuat tahan cuaca	Valid
2	Tekstur lantai Halus, tidak licin	Valid
3	Guiding Block pada jalur pedestrian	Valid
4	Pencalayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m	Valid
5	Drainase Tegak lurus dengan jalur pedestrian dengan lebar 50 cm dan tinggi 50 cm	Valid
6	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian	Valid
7	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah	Valid
8	Pagar pengaman atau handrail untuk keamanan	Valid
9	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa canopy/ pepohonan	Valid
10	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau	Valid
11	Ramp kemiringan 3° atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m	Valid

Sumber : Hasil Uji Validitas

Tabel 3.5 Resume Hasil Uji Reliabilitas

NO	Pernyataan Kuesioner	Hasil Uji Reliabilitas
1	Pernukaan jalan Stabil kuat tahan cuaca	Reliabel
2	Tekstur lantai Halus, tidak licin	Reliabel
3	Guiding Block pada jalur pedestrian	Reliabel
4	Pencalayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m	Reliabel
5	Drainase Tegak lurus dengan jalur pedestrian dengan lebar 50 cm dan tinggi 50 cm	Reliabel
6	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian	Reliabel
7	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah	Reliabel
8	Pagar pengaman atau handrail untuk keamanan	Reliabel
9	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa canopy/ pepohonan	Reliabel
10	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau	Reliabel
11	Ramp kemiringan 3° atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m	Reliabel

Sumber : Hasil Uji Reliabilitas

Analisis uji validitas dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.6 Hasil Uji Validitas

Sumber : Hasil Uji Validitas

Analisis uji reliabilitas dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.7 Hasil Uji Reliabilitas

Sumber : Hasil Uji Reliabilitas

Berdasarkan tabel di bawah, berikut adalah rincian perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 RII(X1) &= \frac{0x1 + 6x2 + 16x3 + 14x4 + 14x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{186}{250} \\
 RII(X1) &= 0,744
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X2) &= \frac{0x1 + 4x2 + 17x3 + 14x4 + 15x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{190}{250} \\
 RII(X1) &= 0,76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X3) &= \frac{0x1 + 3x2 + 14x3 + 17x4 + 16x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{196}{250} \\
 RII(X1) &= 0,784
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X4) &= \frac{0x1 + 3x2 + 16x3 + 16x4 + 15x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{193}{250} \\
 RII(X1) &= 0,772
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X5) &= \frac{0x1 + 5x2 + 16x3 + 14x4 + 15x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{189}{250} \\
 RII(X1) &= 0,756
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X6) &= \frac{0x1 + 3x2 + 17x3 + 16x4 + 14x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{186}{250} \\
 RII(X1) &= 0,744
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X7) &= \frac{0x1 + 2x2 + 15x3 + 16x4 + 17x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{197}{250} \\
 RII(X1) &= 0,788
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X8) &= \frac{0x1 + 2x2 + 15x3 + 16x4 + 17x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{198}{250} \\
 RII(X1) &= 0,792
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X9) &= \frac{0x1 + 4x2 + 19x3 + 17x4 + 10x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{183}{250} \\
 RII(X1) &= 0,732
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X10) &= \frac{0x1 + 0x2 + 19x3 + 15x4 + 16x5}{5x50} \\
 RII(X1) &= \frac{197}{250} \\
 RII(X1) &= 0,788
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 RII(X11) &= \frac{0x1 + 1x2 + 13x3 + 20x4 + 16x5}{5x50}
 \end{aligned}$$

$$RII(X1) = \frac{201}{250}$$

$$RII(X1) = 0,804$$

Tabel 3.8 Data Resume Relative Importance Index

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	3	1	1	3	2	2	4	0	1
3	10	17	24	16	16	17	21	22	19	19	11
4	14	14	17	16	14	16	17	16	17	15	20
5	14	15	16	15	13	14	14	17	10	14	16
TOTAL	30	59	69	50	50	50	58	60	50	58	50
RII	0,740	0,78	0,794	0,772	0,758	0,784	0,788	0,792	0,772	0,788	0,804
SD	1,21	0,97	0,82	0,95	1,00	0,92	0,89	0,90	0,89	0,84	0,92
RANK	10	8	7	6	9	7	5	4	11	5	3

Sumber : Data Relative Importance Index

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Jalur Pejalan Kaki di Terminal Pondok Cabe Tangerang Selatan

Pembahasan hasil analisis dilakukan menggunakan range persentase dan kriteria kuantitatif untuk kepuasan (Performance) responden dalam menentukan kriteria evaluasi jalur pejalan kaki. berdasarkan skala likert sebagai berikut:

Tabel 3.9 Penilaian Kriteria

Interval Persentase	Kriteria
80% - 100%	Sangat Baik
70% - 79%	Baik
60% - 69%	Sedang
50% - 59%	Kurang
0% - 49%	Sangat Kurang

Sumber : (Suharsimi Arikunto, 2006)

Berdasarkan hasil analisis jalur pejalan kaki terminal di dapat nilai persentase pertanyaan yaitu 21,4%. Maka penilaian evaluasi jalur pejalan kaki di Terminal Tipe A Pondok Cabe Kota Tangerang Selatan mendapat kriteria

”Sangat Kurang”. Untuk mencapai hasil evaluasi yang maksimal maka perlu mendapat skor persentase sampai dengan 100%. Sehingga untuk mencapai hasil tersebut, maka Terminal Tipe A Pondok Cabe membutuhkan peningkatan hasil evaluasi sebesar 78,6% untuk menjadi “Sangat Baik”.

Nilai kekurangan/jumlah fasilitas yang kurang
 $Peningkatan = \frac{78,6\%}{11} = 7,14\%$

Sehingga di dapat setiap fasilitas yang kurang harus di tingkatkan kinerja sebesar 7,14%. Adapun untuk mencapai nilai yang maksimal perlu perbaikan faktor-faktor yang belum tersedia untuk yang kurang baik, penulis merekomendasikan peningkatan persentase kinerja seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.10 Persentase Peningkatan Kualitas Jalur Pejalan Kaki

No	Pertanyaan	Persentase
1	Permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca	7,14%
2	Tekstur lantai Halus, tidak licin	7,14%
3	Guiding Block pada jalur pedestrian	7,14%
4	Pencahayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m	7,14%
5	Drainase Tegak lurus dengan jalur pedestrian dengan lebar 50 cm dan tinggi 50 cm	7,14%
6	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian	7,14%
7	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah	7,14%
8	Pagar pengaman atau handrail untuk keamanan	7,14%
9	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan ¹⁷	7,14%
10	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau	7,14%
11	Ramp kemiringan 8° atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m	7,14%

Sumber : Persentase Peningkatan Kinerja

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Indikator-Indikator pada Jalur Pejalan Kaki di Terminal Pondok Cabe

RII adalah sebuah metode statistik yang digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari beberapa variabel atau faktor terhadap variabel dependen tertentu. Dalam konteks penelitian, RII digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kualitas jalur pejalan kaki di Terminal Tipe A Pondok Cabe

Tabel 3.11 Resume Data Relative Importance Index

No	Pernyataan	Skala Likert					Total	RII	Rank
		1	2	3	4	5			
1	Ramp kemiringan 80 atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m	0	1	13	20	16	50	0,804	1
2	Pagar pengaman atau handrrail untuk keamanan	0	2	15	16	17	50	0,792	2
3	Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah	0	2	15	17	16	50	0,788	3
4	Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau	0	0	19	15	16	50	0,788	4
5	Guiding Block pada jalur pedestrian	0	3	14	17	16	50	0,784	5
6	Pencabayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m	0	3	16	16	15	50	0,772	6
7	Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian	0	3	17	16	14	50	0,764	7
8	Tekstur lantai Halus, tidak licin	0	4	17	14	15	50	0,76	8
9	Drainase Tegak lurus dengan jalur pedestrian dengan lebar 50 cm dan tinggi 50 cm	0	5	16	14	15	50	0,756	9
10	Permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca	0	6	16	14	14	50	0,744	10
11	Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan	0	4	19	17	10	50	0,732	11

Sumber : Data Relative Importance Index

Berdasarkan tabel di atas, peringkat pertama dengan nilai RII 0,804 adalah ramp kemiringan 8^o atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m, peringkat kedua dengan nilai RII 0,792 adalah Pagar pengaman atau handrrail untuk keamanan, peringkat ketiga dengan nilai RII 0, adalah lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah, peringkat keempat dengan nilai RII 0,788 adalah papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau, peringkat kelima dengan nilai RII 0,784 adalah guiding Block pada jalur pedestrian, peringkat keenam dengan nilai RII 0,772 adalah pencabayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m, peringkat ketujuh dengan nilai RII 0,764 adalah peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian, peringkat kedelapan dengan nilai RII 0,760 adalah tekstur lantai halus, tidak licin, peringkat kesembilan dengan nilai RII 0,756 adalah drainase tegak lurus dengan jalur pedestrian dengan lebar 50 cm dan tinggi 50 cm, peringkat kesepuluh dengan nilai RII 0,744 adalah permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca, peringkat kesebelas dengan nilai RII 0,732 adalah perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis review kajian jalur pejalan kaki dan kaum rentan di Terminal Pondok Cabe, Tangerang Selatan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Hasil review jalur pejalan kaki di Terminal Pondok Cabe didapat nilai persentase yaitu 21,4%. Maka penilaian evaluasi jalur pejalan kaki Terminal Pondok Cabe, Tangerang Selatan mendapat kriteria “Sangat Kurang”.

Adapun fasilitas yang masih kurang atau belum tersedia yaitu Permukaan jalan Stabil, kuat, tahan cuaca; Tekstur lantai Halus, tidak licin; Guiding Block pada jalur pedestrian; Pencabayaan (lampu), 50-150 lux, berdasarkan intensitas pemakaian jarak antar lampu 10 m; Drainase Tegak lurus dengan arah jalur; Peletakan drainase jauh dari tepi jalur pedestrian; Lebar jalur Minimum 110 cm untuk jalur searah dan 160 cm untuk dua arah; Pagar pengaman atau handrrail untuk keamanan; Perlindungan terhadap sinar matahari dan hujan berupa kanopi/ pepohonan; Papan informasi dengan material yang baik dan tidak menimbulkan silau; Ramp kemiringan 80 atau tinggi 50 cm dan panjang 1,2 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agam O. Analisis Tingkat Keselamatan Penyeberang Menggunakan Pedestrian Risk Index (PRI)(Studi Kasus Pada Siswa Penyeberang Di SMPN 4 Pekanbaru). 2019;(August):22-24.
<http://repository.uir.ac.id/id/eprint/8828%0Ahttps://repository.uir.ac.id/8828/1/133110234.pdf>
- Salsabila S, Apsari NC. Aksesibilitas Fasilitas Pelayanan Publik Di Beberapa Wilayah Dan Implementasi Undang-Undang Dalam Memenuhi Hak Penyandang Disabilitas. J Penelit dan Pengabdian Kpd Masy. 2021;2(2):180.
doi:10.24198/jppm.v2i2.33976
- Peginusa SS, Pelealu S, Raintung AS, Sari DP. Evaluasi Jalur Pedestrian Ramah Gender dengan Menggunakan Indikator Gender Impact Assesment (GIA). J Tek Sipil Terap. 2023;5(1):11. doi:10.47600/jtst.v5i1.579

Sukma YPC, Firmandhani SW. Evaluasi Aksesibilitas Jalur Pejalan Kaki Menuju Pemberangkatan Bus Trans Jateng di Terminal Bawen. *IMAJI E-journal Undip*. 2020;9(3):261-270.

Malyasari N, Hendarto S, Kusdian D. Evaluasi Kinerja Terminal Tipe A Indihiang Kota Tasikmalaya. *J Komposit J Ilmu-ilmu Tek Sipil*. 2024;8(1):189-196.
<https://doi.org/10.32832/komposit.v8i1.1508>

6

EVALUASI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF DAN PASIF PADA GEDUNG PERPUSTAKAAN NASIONAL REPUBLIK INDONESIA DI JAKARTA

Djoko Subagijo

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

Abstrak

Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta merupakan bangunan gedung yang berfungsi sebagai perpustakaan. Gedung tersebut di resmikan pada tahun 2017 dan terbuka untuk umum. Layaknya gedung bertingkat pada umumnya yang memakai banyak listrik dan bahan-bahan mudah terbakar seperti kertas, dan furniture yang terbuat dari berbahan kayu, dan lain sebagainya. Sehingga memiliki potensi kebakaran yang tinggi akibat dari penggunaan listrik tersebut. Penelitian ini menggunakan desain studi deskriptif dengan metode penelitian gabungan, dimana penggabungan bentuk penelitian yaitu kualitatif dengan kuantitatif yang dilakukan secara bersamaan. Penelitian ini dilakukan melalui observasi secara langsung, membaca dokumen yang sudah tersedia dan wawancara dari karyawan gedung tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kembali sistem proteksi kebakaran yang dimiliki. Tahapan studi dilakukan, mulai dari observasi bangunan, evaluasi sistem proteksi kebakaran hingga pemberian usulan untuk meningkatkan kualitas sistem proteksi. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif pada gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia yang terletak pada jl. Medan Merdeka Selatan No. 11 ada sub komponen yang belum memenuhi persyaratan.

Kata Kunci : Kebakaran aktif, Sistem proteksi, Kebakaran pasif, Gedung Perpustakaan.

1. PENDAHULUAN

Secara umum Perpustakaan Nasional Republik Indonesia yang berada di Jl. Medan Merdeka Selatan No.11, Kelurahan Gambir, Kecamatan Gambir, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta 10110 yang menjadi objek penelitian ini terdiri dari 4 (empat) gedung bangunan, yakni 3 (tiga) gedung yaitu gedung A, B dan C yang berada di bagian depan dan berdiri secara sejajar merupakan bangunan cagar budaya sedangkan satu bangunan lagi terletak di belakang bangunan cagar budaya yaitu gedung D. Gedung D yang akan diteliti merupakan bangunan inti dari ke 4 bangunan tersebut yang terletak di belakang bangunan cagar budaya terdiri dari 24 lantai dan 3 basement. Layaknya gedung bertingkat pada umumnya yang memakai banyak listrik dan bahan-bahan mudah terbakar seperti kertas, dan furniture yang terbuat dari berbahan kayu, dan lain sebagainya. Gedung ini juga dikunjungi oleh pengunjung yang mencapai 2000 pengunjung perharinya dari beberapa golongan, seperti anak-anak, orang tua, remaja dan lain-lain Hal ini menunjukkan adanya potensi bahaya kebakaran yang mungkin saja terjadi pada bangunan tersebut, maka sistem

proteksi kebakaran aktif maupun pasif mampu memberikan waktu bagi pengunjung maupun karyawan yang beraktifitas di gedung tersebut untuk menyelamatkan diri jika sewaktu-waktu terjadi kebakaran pada bangunan tersebut.

Berdasarkan latar belakang pada penelitian ini, maka perlu dilakukan penelitian dan hasilnya yang kemudian dituangkan dalam bentuk skripsi yang berjudul “Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Pasif Pada Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta” untuk memastikan sistem proteksi kebakaran gedung sudah sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku di Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

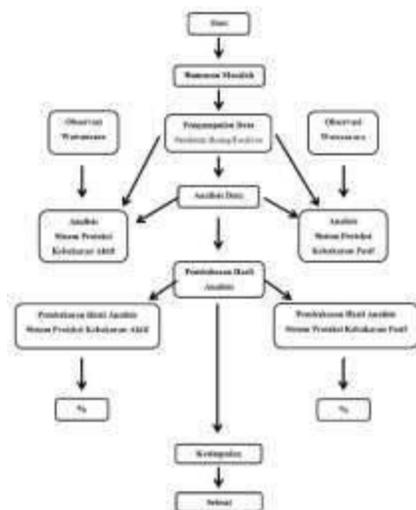
Penelitian ini menggunakan desain studi deskriptif dengan metode penelitian gabungan, dimana penggabungan bentuk penelitian yaitu kualitatif dengan kuantitatif yang dilakukan secara bersamaan. Penelitian ini dilakukan melalui observasi secara langsung, membaca dokumen yang sudah tersedia.

Pada penelitian kuantitatif, kegiatan analisis data meliputi pengolahan dan penyajian data,

melakukan perhitungan untuk mendeskripsikan data dan melakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji statistic. Penyajian data dan analisis data melalui data yang terkumpul dari lapangan bisa disajikan dalam bentuk tabel, grafik maupun diagram. Tujuannya untuk menganalisis tingkat pemenuhan sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung pada Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia Di Jakarta. Hasil observasi kemudian dibandingkan dengan peraturan Pd-T-11-2005-C tentang pemeriksaan keselamatan kebakaran bangunan gedung.

2.2 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

Untuk dapat dimengerti lebih dalam lagi mengenai kerangka pemikiran penelitian ini seperti diagram berikut :



Gambar 2.1 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

- a. Data primer
Data primer diambil mengenai sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif pada Gedung perpustakaan nasional RI dilakukan dengan cara Observasi dan Wawancara
- b. Data Sekunder

Data sekunder yang diambil meliputi data sarana dan prasarana keselamatan kebakaran bangunan Perpustakaan Nasional RI

2.3.2 Metode Analisis Data

Data diperoleh dari hasil observasi lapangan. Hasil observasi yaitu deskripsi kondisi sistem proteksi kebakaran pada bangunan dan juga hasil pengukuran lapangan dimensi komponen-komponen sistem proteksi kebakaran yang dibutuhkan dalam bangunan. Kemudian data-data yang didapat melalui observasi lapangan dianalisis menggunakan peraturan pemerintah maupun teori-teori lain tentang sistem proteksi kebakaran bangunan. Berikut merupakan parameter dan standar yang digunakan:

Tabel 2.1 Parameter metode analisis data

No.	Parameter	Standar
1. Sistem Proteksi Aktif		
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	Peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung
2	Hidden Bangunan	
3	Springkler	
4	APAR	
2. Sistem Proteksi Pasif		
1	Ketahanan Api Struktur Bangunan	Peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung
2	Kompartemenisasi	
3	Perlindungan Bukaan	

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah didapatkan analisis data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pembahasan analisis data yang berdasarkan dengan kondisi yang ada dalam peraturan pemerintah/SNI yang berlaku berbentuk penyajian data.

Tabel 2.2 Kriteria Penilaian Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Pasif

Sumber : Pd-T-11-2005-C

No.	Jah BSKB	Nilai	Kriteria Penilaian
1	2	3	4
Sistem Proteksi Kebakaran Aktif			
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	<ul style="list-style-type: none"> Perencanaan dan Pemasangan sistem deteksi dan alarm kebakaran sesuai SNI 03-3988 Sistem deteksi dan alarm harus dipasang pada semua bangunan lantai 1 Terdapat detektor panas Dipasang alat manual pemutus alarm Jarak lebih > 30 m dari titik alarm manual
		C	<ul style="list-style-type: none"> Perencanaan sistem deteksi dan alarm kebakaran sesuai SNI 03-3988 namun penanganannya tidak sesuai SNI 03-3988
		K	Tidak sesuai dengan persyaratan perencanaan maupun pemasangannya
2	Alat Pemadam Api Ringan	B	<ul style="list-style-type: none"> Jenis APAR sesuai SNI 03-3988 Jumlah sesuai dengan luas bangunan Jarak pemasangan antar alat maksimal 25 m
		C	<ul style="list-style-type: none"> Jenis APAR sesuai SNI 03-3988 Jarak dari panel kontrol dengan luas bangunan Jarak pemasangan antar alat maksimal 25 m
		K	Jenis dan jumlah yang dipasang tidak sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam SNI 03-3988
3	Hydran Bangunan	B	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat sambungan setiap diameter 25 mm dalam kondisi baik, panjang setiap minimal 30 m dan terdapat kotak pemutus Pada satu lantai untuk kebakaran antara proteksi kebakaran pasif dan pemadam kebakaran Samb. Kelas 4, dan 1000m² (kompartemen dengan partisi) Samb. Kelas 5, dan 850m² (tanpa partisi, dan 2 10.850 m² dengan partisi)
		C	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat sambungan setiap diameter 25 mm dalam kondisi baik, panjang setiap minimal 30 m dan terdapat kotak pemutus Samb. Kelas 4, antara terdapat 1 90 partisi 1000m², baik pada ruang kompartemen tanpa partisi, maupun kompartemen dengan partisi Samb. Kelas 5, antara terdapat 1 90 partisi 850m², baik pada ruang kompartemen tanpa partisi, maupun kompartemen dengan partisi
		K	Terdapat sambungan setiap diameter 25 mm panjang setiap minimal 30 m dan terdapat kotak pemutus sesuai kondisi lantai yang terdapat
4	Sprinkler	B	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah, perhitungan dan jenis sesuai dengan persyaratan Tekanan cara air sprinkler pada titik terendah (0,2-2,0) kg/cm² Debit sumber cara air minimal (40-200) liter sesuai perkepal sprinkler Jarak kepala sprinkler terhadap langit-langit dan 10 jarak antara kepala sprinkler Jarak antar sprinkler -Batasnya kebakaran ringan dan sedang - 4,0 m -Batasnya kebakaran berat - 3,7 m
		C	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah, perhitungan dan jenis sesuai dengan persyaratan Tekanan cara air sprinkler pada titik terendah (0,2-2,0) kg/cm² Debit sumber cara air minimal (40-200) liter sesuai perkepal sprinkler Jarak antar sprinkler -Batasnya kebakaran ringan dan sedang lebih dari jarak maksimal - 4,0 m -Batasnya kebakaran berat lebih dari jarak maksimal - 3,7 m
		K	Jumlah, perhitungan dan jenis tidak sesuai dengan persyaratan
Sistem Proteksi Kebakaran Pasif			
1	Ketahanan Api Struktur Bangunan Konstruksi Tahan Api	B	<ul style="list-style-type: none"> Ketahanan api bangunan struktur bangunan sesuai dengan yang dipersyaratkan (type A, type B, type C), yang sesuai dengan Bangunan/Konstruksi bangunan
		C	<ul style="list-style-type: none"> Perencanaan terhadap struktur bangunan telah dilaksanakan, namun dibarengi yang seharusnya
		K	Tidak memenuhi semua kriteria tersebut diatas
2	Kompartemenasi	B	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan bentuk bangunan dengan luas lantai -Konstruksi tipe A, 5000 m² -Konstruksi tipe B, 1500 m² -Konstruksi tipe C, 2000 m² Luas lantai dari 1000 m² volume 10000 m³ dilindungi dengan sprinkler, dikalungi oleh struktur bangunan dan terdapat pemadam yang otomatis dengan manual, tipe dan cara pemasangan sesuai dengan persyaratan yang berlaku Lebar jalan minimal 8 m, untuk pemadam dapat masuk ke lokasi
		C	<ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan bentuk bangunan dengan luas lantai -Konstruksi tipe A, 5000 m² -Konstruksi tipe B, 1500 m² -Konstruksi tipe C, 2000 m²
		K	Tidak memenuhi semua kriteria tersebut diatas
3	Perhitungan Dahan	B	<ul style="list-style-type: none"> Dikawat harus dilindungi, diberi pemutus api Sarana proteksi pada bukaan -Papan kebakaran, jendela kebakaran, pintu, ventilasi asap dan pemutus api sesuai dengan standar pada kebakaran -Dahan pintu dapat berputar di satu sisi -Papan mampu menahan asap 200°C Tahan beban masak pada struktur tahan api -Layar bukaan pada kerangka bukaan tidak lebih 1/3 dari panjang dinding tahan api -Tinggi kolom min. 30 meter -Harus mempunyai ventilasi mekanis
		C	<ul style="list-style-type: none"> Dikawat harus dilindungi, diberi pemutus api Sarana proteksi pada bukaan -Papan kebakaran, jendela kebakaran, pintu, ventilasi asap dan pemutus api sesuai dengan standar pada kebakaran -Dahan pintu dapat berputar di satu sisi -Tahan beban masak pada struktur tahan api -Harus mempunyai ventilasi mekanis
		K	Tidak memenuhi semua kriteria tersebut diatas

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Analisis Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran aktif dan pasif.

Berdasarkan data dari hasil penelitian diatas, maka diperoleh data yang berdasarkan kriteria yang terdapat pada masing-masing komponen proteksi kebakaran aktif dan pasif sebagai berikut:

a. Detektor dan Alarm Kebakaran
Hasil dari observasi dan telaah dokumen memiliki kesamaan sehingga detektor dan alarm di Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta dapat disimpulkan sebagai data yang valid.

b. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)
Perhitungan kebutuhan jumlah APAR menurut Peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung, ketentuan-ketentuan pemasangan APAR satu dengan yang lainnya tidak boleh melebihi 25 meter (dengan kata lain jarak antar APAR 25 meter). Jumlah kebutuhan APAR untuk di lantai 1 s/d lantai 4 akan dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan (Jumlah) APAR} &= \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas bangunan yang dilindungi}} \\ &= \frac{2.122}{(\pi/4 \times (D)^2)} \\ &= \frac{2.122}{(\pi/4 \times (25m)^2)} \\ &= \frac{2.122}{490,625} \\ &= 4,325 \sim 5 \text{ APAR (5 APAR tiap lantai)} \end{aligned}$$

Untuk Lantai 5 sampai lantai 24 dengan rumus yang sama hasilnya adalah 4 APAR di setiap lantai.

a. Sprinkler
Jumlah kebutuhan sprinkler untuk di lantai 1 s/d lantai 4 akan dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Jarak efektif antar kepala sprinkler} &= a-(1/4.a) \\ &= 4,6-(1/4.4,6) = 3,45 \text{ m} \\ \text{Luas daerah efektif yang dilindungi} &= 3,45 \text{ m} \times 3,45 \text{ m} = 11,9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan (Jumlah) Sprinkler} &= \\ & (\text{Luas bangunan})/(\text{Luas bangunan yang} \\ & \text{dilindungi}) \\ &= 2.122/11,9 \\ &= 178,32 \sim 179 \text{ titik sprinkler} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk lantai 5-24 dengan menggunakan rumus yang sama, didapatkan hasil 159 titik sprinkler.

b. Hidran Bangunan.

Hidran bangunan Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta termasuk kategori bangunan kelas 4 dengan 2 buah/1000 m² (kompartemen dengan partisi). Jumlah kebutuhan hidran bangunan untuk di lantai 1 s/d lantai 4 akan dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \sum \text{Hidran Bangunan} &= (\text{Luas} \\ & \text{Bangunan})/1000\text{m}^2.2 \\ &= 2.122/1000.2 = 4,244 \text{ unit} \sim 4 \text{ unit} \\ & \text{hidran bangunan di setiap lantai.} \\ & \text{Sedangkan di lantai 5 - 24 dengan} \\ & \text{menggunakan rumus yang sama} \\ & \text{didapatkan hasil 4 unit hidran.} \end{aligned}$$

c. Ketahanan Api Struktur Bangunan Berdasarkan telaah dokumen sub komponen ketahanan api struktur bangunan yang berada pada Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta sudah memenuhi persyaratan dan berdasarkan telaah dokumen Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta masuk kedalam konstruksi tipe A.

d. Kompartemenisasi

Berdasarkan telaah dokumen sub komponen kompartemenisasi yang berada pada Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta belum memenuhi persyaratan dan berdasarkan telaah dokumen Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta sudah dilengkapi dengan sprinkler, jalan masuk kendaraan pemadam kebakaran sudah tersedia namun jumlah belum memenuhi persyaratan.

e. Perlindungan Bukaannya

Perlindungan bukaan merupakan salah satu komponen sistem proteksi pasif yang dinilai. Hasil dari observasi dan telaah dokumen memiliki kesamaan

sehingga perlindungan bukaan di Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta dapat disimpulkan sebagai data yang valid.

3.1.2 Analisis Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Pasif

a. Detektor dan Alarm Kebakaran

Hasil dari observasi dan telaah dokumen memiliki kesamaan sehingga detektor dan alarm di Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta dapat disimpulkan sebagai data yang valid.

b. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Perhitungan kebutuhan jumlah APAR menurut Peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung, ketentuan-ketentuan pemasangan APAR satu dengan yang lainnya tidak boleh melebihi 25 meter (dengan kata lain jarak antar APAR 25 meter). Jumlah kebutuhan APAR untuk di lantai 1 s/d lantai 4 akan dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan (Jumlah) APAR} &= \\ & (\text{Luas bangunan})/(\text{Luas bangunan yang} \\ & \text{dilindungi}) \\ &= 2.122/(\pi/4 \times (D)^2) \\ &= 2.122/(\pi/4 \times (25\text{m})^2) \\ &= 2.122/490,625 \\ &= 4,325 \sim 5 \text{ APAR (5 APAR tiap} \\ & \text{lantai)} \end{aligned}$$

Untuk Lantai 5 sampai lantai 24 dengan rumus yang sama hasilnya adalah 4 APAR di setiap lantai.

c. Sprinkler

Jumlah kebutuhan sprinkler untuk di lantai 1 s/d lantai 4 akan dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Jarak efektif antar kepala sprinkler} &= \\ & a-(1/4.a) \\ &= 4,6-(1/4.4,6) = 3,45 \text{ m} \\ & \text{Luas daerah efektif yang dilindungi} \\ &= 3,45 \text{ m} \times 3,45 \text{ m} = 11,9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan (Jumlah) Sprinkler} &= \\ & (\text{Luas bangunan})/(\text{Luas bangunan yang} \\ & \text{dilindungi}) \\ &= 2.122/11,9 \\ &= 178,32 \sim 179 \text{ titik sprinkler} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk lantai 5-24 dengan menggunakan rumus yang sama, didapatkan hasil 159 titik sprinkler.

d. Hidran Bangunan

Hidran bangunan Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta termasuk kategori bangunan kelas 4 dengan 2 buah/1000 m² (kompartemen dengan partisi). Jumlah kebutuhan hidran bangunan untuk di lantai 1 s/d lantai 4 akan dihitung menggunakan rumus:

$$\sum \text{Hidran Bangunan} = (\text{Luas Bangunan})/1000\text{m}^2.2$$

= 2.122/1000.2 = 4,244 unit ~ 4 unit hidran bangunan di setiap lantai. Sedangkan di lantai 5 – 24 dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil 4 unit hidran.

e. Ketahanan Api Struktur Bangunan Berdasarkan telaah dokumen sub komponen ketahanan api struktur bangunan yang berada pada Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta sudah memenuhi persyaratan dan berdasarkan telaah dokumen Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta masuk kedalam konstruksi tipe A.

f. Kompartemenisasi

Berdasarkan telaah dokumen sub komponen kompartemenisasi yang berada pada Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta belum memenuhi persyaratan dan berdasarkan telaah dokumen Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta sudah dilengkapi dengan sprinkler, jalan masuk kendaraan pemadam kebakaran sudah tersedia namun jumlah belum memenuhi persyaratan.

g. Perlindungan Bukaan

Perlindungan bukaan merupakan salah satu komponen sistem proteksi pasif yang dinilai. Hasil dari observasi dan telaah dokumen memiliki kesamaan sehingga perlindungan bukaan di Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta dapat disimpulkan sebagai data yang valid.

3.3 Pembahasan Hasil Analisis

3.3.1 Hasil Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Pasif

Berdasarkan dari hasil penilaian tingkat pemenuhan sistem proteksi kebakaran aktif di Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta. Nilai kondisi komponen proteksi kebakaran bangunan dibagi dalam tiga tingkat, yaitu: BAIK= "B" ; CUKUP= "C" dan KURANG= "K". Perhitungan akan dilakukan dengan rumus, sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Kesesuaian} = (\text{Jumlah butir sesuai})/(\text{Jumlah seluruh butir standar}) \times 100$$

Tabel 3.1 Hasil Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif

No	Detail	Nilai	Standar	Nilai
3. Lantai 3				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	
4. Lantai 4				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	
5. Lantai 5				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	
6. Lantai 6				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	
7. Lantai 7				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	

No	Detail	Nilai	Standar	Nilai
1. Lantai 1				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	
2. Lantai 2				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	
3. Lantai 3				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	
4. Lantai 4				
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	1/2 (100 = 50)	
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	1/2 (100 = 50)	
3	Sprinkler	B	1/2 (100 = 50)	
4	Hidran Bangunan	C	1/4 (100 = 25)	

21. Lantai 21			
1	Ketahanan Api Struktur Bangunan	B	$\frac{1}{2} \times 100 = 100$
2	Kompertemisasi	K	$\frac{2}{3} \times 100 = 33$
3	Perlindungan Bukaan	B	$\frac{2}{3} \times 100 = 100$
22. Lantai 22			
1	Ketahanan Api Struktur Bangunan	B	$\frac{1}{2} \times 100 = 100$
2	Kompertemisasi	K	$\frac{2}{3} \times 100 = 33$
3	Perlindungan Bukaan	B	$\frac{2}{3} \times 100 = 100$
23. Lantai 23			
1	Ketahanan Api Struktur Bangunan	B	$\frac{1}{2} \times 100 = 100$
2	Kompertemisasi	K	$\frac{2}{3} \times 100 = 33$
3	Perlindungan Bukaan	B	$\frac{2}{3} \times 100 = 100$
24. Lantai 24			
1	Ketahanan Api Struktur Bangunan	B	$\frac{1}{2} \times 100 = 100$
2	Kompertemisasi	K	$\frac{2}{3} \times 100 = 33$
3	Perlindungan Bukaan	B	$\frac{2}{3} \times 100 = 100$
Jumlah Nilai Kondisi			30% 20%

Perhitungan untuk menentukan nilai kondisi peritem variabel sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif akan dilakukan dengan rumus, sebagai berikut:

Item Variabel Sistem Proteksi = (Jumlah seluruh nilai peritem)/(Jumlah seluruh butir standar peritem)

Tabel 3.3 Hasil Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Per item

No	Variabel Sistem Proteksi Kebakaran Aktif	Hasil Penilaian	Nilai Kondisi
1	Detektor dan Alarm Kebakaran	B	2371/24 = 99
2	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	B	2400/24 = 100
3	Sprinkler	C	1680/24 = 70
4	Hidran Bangunan	C	1733/24 = 72

Tabel 3.4 Hasil Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Peritem

1	2	3	4
No	Variabel Sistem Proteksi Kebakaran Pasif	Hasil Penilaian	Nilai Kondisi
1	Ketahanan Api Struktur Bangunan	B	2400/24 = 100
2	Kompertemisasi	K	826/24 = 34
3	Perlindungan Bukaan	B	2400/24 = 100

3.3.2 Hasil Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Pasif

Hasil penerapan sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif Pada Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia Di Jakarta, sebagai berikut:

- a. Detektor dan Alarm Kebakaran
Detektor dan alarm kriteria penilaiannya adalah Baik, karena pemasangan dan perancangannya sudah sesuai dengan

peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung yang berlaku di Indonesia. Ada 3 jenis detektor yang terpasang di bangunan tersebut yaitu: smoke detector, ROR detector, fixed temperature detector dengan jumlah keseluruhan detektor 1.015 unit, alarm manual berjumlah 60 unit dan alarm otomatis berjumlah 1.015 unit.

- b. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)
APAR kriteria penilaiannya adalah Baik, karena pemasangan dan perancangannya sudah sesuai dengan peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung yang berlaku di Indonesia. ada 2 jenis APAR yang terpasang di bangunan tersebut yaitu: dry chemical powder dan CO dengan berat yang berbeda-beda.

- c. Sprinkler
Sprinkler kriteria penilaiannya adalah Cukup, karena jumlah sprinkler belum sesuai dengan peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung yang berlaku di Indonesia. Sprinkler yang terpasang Pada Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia berjumlah 2.145 titik tersebar di seluruh gedung dan setiap lantai memiliki jumlah yang berbeda-beda tergantung layout ruangan.

- d. Hidran Bangunan
Hidran bangunan kriteria penilaiannya adalah Cukup, karena jumlah hidran bangunan belum sesuai dengan peraturan Pd-T-11-2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung yang berlaku di Indonesia. Hidran bangunan yang terpasang Pada Gedung Perpustakaan Nasional Republik Indonesia berjumlah 60 unit tersebar di seluruh gedung.

- e. Ketahanan Api Struktur Bangunan
Ketahanan api struktur bangunan kriteria penilaiannya adalah Baik, karena pemasangan dan perancangannya sudah sesuai dengan peraturan Pd-T-11-

2005-C tentang Pemeriksaan Keselamatan Kebakaran Bangunan Gedung yang berlaku di Indonesia. Ketahanan api struktur bangunan yang berada pada Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta sudah memenuhi persyaratan dan berdasarkan telaah dokumen Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta masuk kedalam konstruksi tipe A. Unsur struktur pembentuknya tahan api dan mampu menahan secara struktural terhadap beban bangunan. Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta memiliki komponen pemisah pembentuk kompartemen untuk mencegah penularan api.

f. Kompartemenisasi

Kompartemenisasi kriteria penilaiannya adalah Kurang. Kompartemenisasi yang berada pada Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta sebagian belum memenuhi persyaratan dan berdasarkan telaah dokumen Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta jumlah sprinkler yang belum memenuhi persyaratan, jalan masuk kendaraan pemadam kebakaran sudah tersedia.

g. Perlindungan Bukaan

Perlindungan bukaan kriteria penilaiannya adalah baik. Pintu kebakaran, jendela kebakaran, pintu penahan asap dan penutup api sudah sesuai dengan standar pintu kebakaran, daun pintu berputar di satu sisi, pintu dapat menahan asap 200°C dan mampu menutup secara otomatis.

4. KESIMPULAN

Dari analisis dan pembahasan data yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan bisa dirumuskan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil evaluasi sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif di Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta menurut Pd-T-11-2005-C sistem proteksi kebakaran aktif mendapatkan nilai 21% dari nilai bobot

komponen sistem keselamatan bangunan sebesar 24%, namun terdapat dua sub komponen yang mendapatkan nilai 70 dan 72 dari nilai maksimal tingkat penilaian audit kebakaran 100 yaitu sprinkler dan hidran bangunan sedangkan sistem proteksi kebakaran pasif mendapatkan nilai 20% dari nilai bobot komponen sistem keselamatan bangunan sebesar 26%, namun terdapat salah satu sub komponen yang mendapatkan nilai 34 dari nilai maksimal tingkat penilaian audit kebakaran 100 yaitu kompartemenisasi.

- b. Berdasarkan hasil penerapan dari sistem proteksi kebakaran aktif dan pasif di Perpustakaan Nasional Republik Indonesia di Jakarta menurut Pd-T-11-2005-C sistem proteksi kebakaran aktif mendapatkan kategori “BAIK” namun terdapat dua sub komponen yang mendapatkan kategori “CUKUP” yaitu sprinkler dan hidran bangunan sedangkan sistem proteksi kebakaran pasif mendapatkan kategori “CUKUP” namun terdapat salah satu sub komponen yang mendapatkan kategori “KURANG” yaitu kompartemenisasi

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, Djafar., Gad, Gunawan., Doddy, Suanggana., Happy, Aprilia. (2022). Perancangan Sistem Sprinkler Pada Gedung Perkuliahan E,F,G. G-Tech Jurnal Teknologi Terapan Universitas Islam Raden Rahmat Malang.
- Dirjen Cipta Karya. (2018). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan. Dirjen Cipta Karya. Jakarta
- Parera, Feiby., Agung, Nugroho., Aulia, Rachmat. (2018). Perancangan Kebutuhan APAR (Alat Pemadam Api Ringan) Pada Gudang Minyak Pelumas Di Dipo

Lokomotif. Jurnal PPNS Politeknik
Perkapalan Negeri Surabaya. Surabaya.
Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan
Transmigrasi No. 4 Tahun 1980. “Tentang
Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan
Alat Pemadam Api Ringan”.
SNI 03-3985-2000. Tata Cara Perencanaan,
Pemasangan dan Pengujian Sistem Deteksi
dan Alarm Kebakaran untuk Pencegahan
Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.

EVALUASI KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL PADA SIMPANG JALAN BANTARGEBOANG SETU DI KOTA BEKASI

Jujuk Kusumawati

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

Abstrak

Persimpangan tidak bersinyal merupakan jenis persimpangan yang pergerakan kendaraannya bergantung pada aturan prioritas tanpa bantuan lampu lalu lintas. Kondisi ini sering menjadi sumber masalah, terutama di wilayah dengan volume lalu lintas tinggi, seperti pada Simpang Jalan Bantargebang Setu di Kota Bekasi. Masalah yang dihadapi meliputi antrean panjang, tundaan kendaraan, kemacetan, dan potensi kecelakaan akibat kurang memadainya fasilitas jalan. Ditambah dengan gangguan dari aktivitas pedagang kaki lima, kinerja simpang semakin menurun. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang menggunakan standar PKJI 2023. Berdasarkan analisis, Simpang Jalan Bantargebang Setu memiliki tingkat pelayanan kategori C dengan tundaan rata-rata 15,44 detik per kendaraan dan derajat kejenuhan 0,89, melebihi batas ideal 0,85. Alternatif solusi mencakup pelebaran jalan, pemasangan rambu lalu lintas, dan larangan parkir di sekitar simpang. Implementasi alternatif ini diharapkan meningkatkan kapasitas simpang menjadi 3146 smp/jam, mengurangi tundaan menjadi 13,36 detik, dan meningkatkan tingkat pelayanan ke kategori B.

Kata Kunci: Evaluasi, Kinerja, Simpang, Tidak Bersinyal, PKJI 2023.

1. PENDAHULUAN

Simpang tidak bersinyal adalah persimpangan jalan yang menghubungkan dua atau lebih ruas jalan tanpa adanya bantuan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) seperti lampu lalu lintas.

Kondisi ini menyebabkan terjadinya antrean panjang, tundaan kendaraan, serta peningkatan potensi kecelakaan lalu lintas.

Permasalahan seperti ini sering terjadi pada kota-kota besar dengan pertumbuhan kendaraan yang lebih cepat daripada peningkatan infrastruktur transportasi. Evaluasi kinerja simpang tidak bersinyal menjadi sangat penting dilakukan untuk menilai apakah simpang masih mampu menangani volume kendaraan yang melintas dengan baik, atau perlu adanya perubahan dalam desain geometrik atau penambahan rambu lalu lintas yang lebih memadai.

Simpang ini merupakan salah satu simpang tidak bersinyal yang menghubungkan jalan-jalan kolektor primer yang sering dilewati oleh kendaraan dari berbagai arah.

Tingginya volume kendaraan yang melintas serta kurangnya rambu dan marka jalan menyebabkan tundaan yang panjang dan

kemacetan yang berdampak pada efisiensi pergerakan lalu lintas.

Bukan hanya itu saja akan kondisi jalan yang tidak rata dan berlubang akan sangat berdampak bagi pengendara roda dua karena dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan.

Selain itu, aktivitas ini sering kali tidak diiringi dengan pengaturan parkir yang baik, sehingga kendaraan yang berhenti sembarangan di dekat simpang memperparah kemacetan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah kinerja pada simpang dan alternatif pemecahan masalah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang Jalan Raya Bantargebang Setu. Indikator yang mendasari penelitian ini adalah dengan memperhatikan volume arus lalu lintas, derajat kejenuhan, kapasitas simpang, tundaan, tingkat pelayanan simpang (level of service) dan peluang antrian.

2.2 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

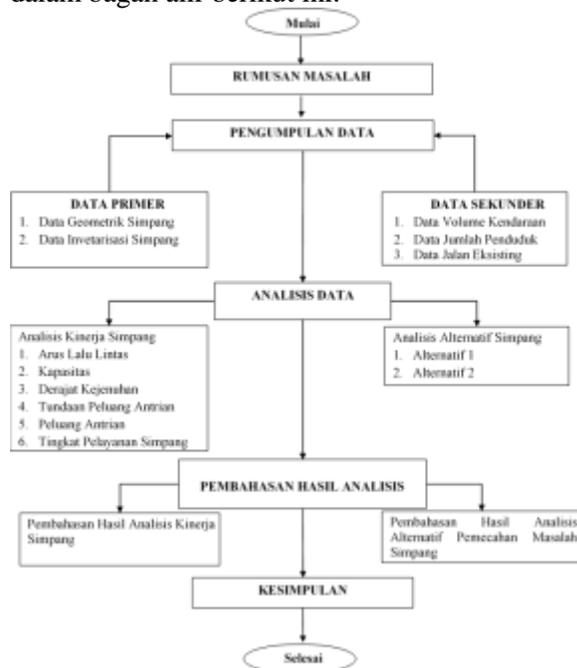
Dimulai dengan merumuskan masalah kemudian dilakukan pengumpulan data secara primer dan sekunder. Hasil analisis tersebut selanjutnya

dibahas untuk menilai efektivitas dan kelayakan setiap alternatif pemecahan masalah yang diusulkan.

Berdasarkan hasil pembahasan, alternatif terbaik dipilih dengan mempertimbangkan kriteria yang relevan dan mendukung tujuan penelitian.

Alternatif terbaik tersebut kemudian menjadi dasar untuk menarik kesimpulan yang memberikan gambaran menyeluruh mengenai hasil analisis dan pembahasan penelitian ini.

Pola pikir/kerangka pemikiran dapat dilihat dalam bagan alir berikut ini:



Gambar 2.1 Skema Pola Pikir/kerangka Pemikiran

Sumber: Pola Pikir Peneliti

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan metode yaitu sebagai berikut:

a. Data Primer

Ada 2 (dua) data yang diambil sebagai data primer untuk dilakukan analisis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Data Geometrik Simpang
2. Data Inventarisasi Simpang

b. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Volume Kendaraan
2. Data Jumlah Penduduk.
3. Data Jalan Eksisting

2.3.2 Metode Analisis Data

a. Metode Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

Analisis dan pengolahan data yang akan dilakukan adalah Analisis kuantitatif terhadap kinerja simpang empat lengan pada Simpang Jalan Bantargebang Setu berupa:

1. Arus Lalu Lintas

Tabel 2.1 Nilai EMP berdasarkan Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	EMP	
	$Q_{TOTAL} \geq 1000$ kend/jam	$Q_{TOTAL} < 1000$ kend/jam
MP (Mobil Penumpang)	1,0	1,0
KS (Kendaraan Sedang)	1,8	1,3
SM (Sepeda Motor)	0,2	0,5

Sumber: PKJI 2023

Perhitungan kendaraan yang melintasi simpang dibagi menjadi 5 golongan sesuai dengan tabel 2.1.

2. Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas masing-masing kaki simpang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}}$$

Keterangan:

C = kapasitas simpang, dalam SMP/jam

C_0 = kapasitas dasar, dalam SMP/jam

F_{LP} = faktor lebar rata-rata pendekat

F_M = faktor koreksi tiap median

F_{UK} = faktor koreksi ukuran kota

F_{HS} = faktor koreksi hambatan samping

F_{BK_i} = faktor koreksi rasio arus belok kiri

F_{BK_a} = faktor koreksi rasio arus belok kanan

F_{Rmi} = faktor koreski rasio arus dari jalan minor

3. Derajat Kejenuhan

Data arus lalu lintas dan kapasitas jalan yang diperoleh kemudian dilakukan pengolahan untuk dicari derajat kejenuhan simpang, yaitu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_j = \frac{q}{c}$$

Keterangan:

D_j = derajat kejenuhan

C = kapasitas simpang, dalam SMP/jam

q = semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk ke dalam simpang dengan satuan SMP/jam.

4. Tundaan Simpang

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui tundaan adalah sebagai berikut:

$$T = T_{LL} + T_G$$

Keterangan:

T = tundaan

T_{LL} = tundaan lalu lintas

T_G = tundaan geometrik

5. Peluang Antrian

Peluang ditentukan dengan grafik dibawah ini.

Batas atas peluang:

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

Batas bawah peluang:

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

Keterangan:

Pa = Peluang Antrian

D_j = Derajat kejenuhan

6. Tingkat Pelayanan Simpang
Penentuan tingkat pelayanan simpang berdasar pada tundaan simpang.

b. Metode Analisis Alternatif Pemecahan Masalah Simpang Tidak Bersinyal

Ada 2 (dua) alternatif yang dilakukan untuk pemecahan masalah Simpang Jalan Bantargebang Setu yaitu sebagai berikut:

1. Alternatif 1

Pada alternatif 1 yaitu dengan memperlebar jalan Bantargebang Setu, pemasangan rambu yield pada jalan minor serta pemasangan rambu di larang parkir dan dilarang berhenti pada semua lengan simpangnya.

2. Alternatif 2

Pada alternatif 2 yaitu dengan pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dengan tanpa mengubah geometrik simpang.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Alternatif penyelesaian masalah dibawah ini dapat dipilih sesuai dengan kondisi simpang.

a. Metode Pembahasan Hasil Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

Tabel 2.2 Analisis Kinerja Simpang

No	Indikator	Nilai	Satuan
1	Arus Lalu Lintas (Q)		
2	Kapasitas (C)		
3	Derajat Kejenuhan (D_j)		
4	Tundaan (T)		
5	Tingkat Pelayanan Simpang (LoS)		

Sumber: Olahan Penelitian

b. Metode Pembahasan Hasil Alternatif Terbaik

Berikut ini adalah tabel perbandingan kondisi eksisting dengan pemberian alternatif 1 dan 2.

Tabel 2.3 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Pemberian Alternatif

No	Indikator	Kondisi			Satuan	Ket
		Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2		
1	Arus Lalu Lintas (Q)					
2	Kapasitas (C)					
3	Derajat Kejenuhan (D)					
4	Tundaan (T)					
5	Tingkat Pelayanan Simpang					

Sumber: Olahan Penelitian

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1. Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

Volume arus lalu lintas yang dipakai dalam perhitungan pada penelitian ini adalah data arus lalu lintas dari semua lengan simpang pada hari jumat pukul 17.00-18.00.

Tabel 3.1 Data Arus Lalu Lintas Pukul 17.00-18.00

NO	LENGAN SIMPANG	ARAH	VOLUME (KEND/JAM)	VOLUME (SMP/JAM)
1	Jl. WR. Supratman (A)	Ke Jl. PU (lurus)	514	149.2
		Ke Jl. Bantargebang Setu (belok kiri)	146	54
		Ke Jl. Bantargebang Setu (belok kanan)	140	82.4
2	Jl. Bantargebang Setu (B)	Ke Jl. Bantargebang Setu (lurus)	1578	685.2
		Ke Jl. PU (belok kiri)	192	89.6
		Ke Jl. WR. Supratman (belok kanan)	212	120
3	Jl. PU (C)	Ke Jl. WR. Supratman (lurus)	609	185
		Ke Jl. Bantargebang Setu (belok kiri)	139	72.6
		Ke Jl. Bantargebang Setu (belok kanan)	206	87.6
4	Jl. Bantargebang Setu (D)	Ke Jl. Bantargebang Setu (lurus)	1612	688
		Ke Jl. WR. Supratman (belok kiri)	397	205.8
		Ke Jl. PU (belok kanan)	191	84.6
Total			5936	2504

Sumber: Hasil Penelitian 2024

Tingkat Pelayanan Simpang terbagi menjadi 6 tingkatan. Tingkat A untuk kondisi paling baik dan Tingkat F untuk kondisi paling buruk. Karena Simpang Jalan Bantargebang Setu memiliki waktu Tundaan Simpang sebesar 15.44 detik/perkendaraannya maka masuk

kedalam kategori C yaitu tundaan antara 15 sampai dengan 25 detik perkendaraannya.

Berikut ini adalah hasil dari evaluasi kinerja simpang tidak bersinyal:

Tabel 3.2 Hasil Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

N	Indikator	Hasil Evaluasi	Satuan
1.	Arus Lalu Lintas	2504	smp/jam
2.	Kapasitas Simpang	2801	smp/jam
3.	Derajat Kejenuhan	0.89	
4.	Tundaan	15.44	detik
5.	Peluang Antrian	32 dan 63	%
6.	Tingkat Pelayanan	C (15.44)	detik/ke n

Sumber: Hasil Olahan Penelitian 2024

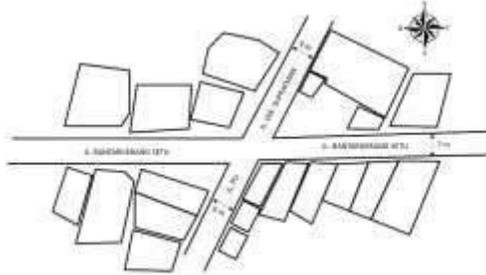
3.1.2. Analisis Alternatif Simpang Tidak Bersinyal

Dari hasil pengamatan selama periode jam sibuk yaitu antara pukul 17.00 sampai dengan 18.00 ditemukan bahwa Derajat Kejenuhan pada simpang Jalan Bantargebang Setu sebesar 0.89 yang artinya arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti sehingga perlu adanya solusi untuk meningkatkan kinerja simpang berikut beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja Simpang Jalan Bantargebang Setu.

a. Alternatif 1

Alternatif 1 yang diusulkan yaitu merubah tipe simpang menjadi 424M dengan lebar jalan yang semula 7 meter menjadi 12 meter dan merubah hambatan samping dari sedang ke rendah dengan pemasangan rambu dilarang berhenti, dilarang parkir dan

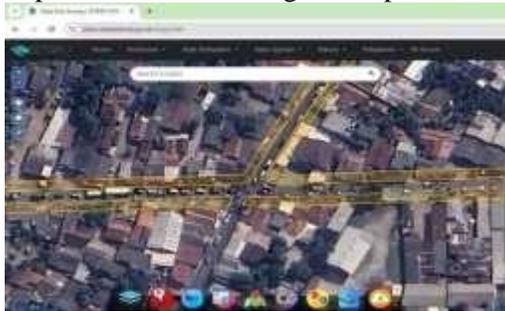
rambu yield pada jalan minor (Jalan PU dan Jalan WR. Supratman). Berikut ini adalah gambar kondisi eksisting Jalan Bantargebang Setu:



Gambar 3.1 Kondisi Eksisting Jalan Bantargebang Setu

Sumber: Hasil Survei 2024

Berikut ini adalah rencana pelebaran Jalan Bantargebang Setu sesuai dengan Peraturan Walikota Bekasi Nomor 24 Tahun 2014 dan website <https://sitaru.bekasikota.go.id/maps/rdtr>.



Gambar 3.2 Rencana pelebaran Jalan Bantargebang Setu

Sumber:

<https://sitaru.bekasikota.go.id/maps/rdtr>
2024



Gambar 3.3 Alternatif pelebaran jalan

Sumber: Hasil Penelitian 2024

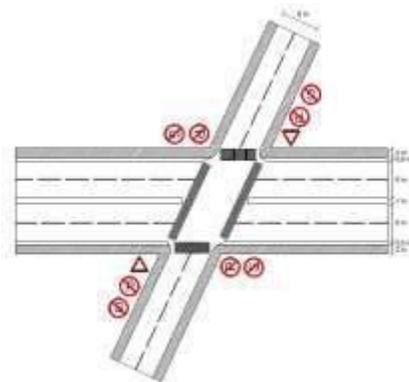
Berdasarkan hasil dari alternatif 1 yaitu dengan pelebaran Jalan Bantargebang setu yang semula 7 meter menjadi 12 meter, pemasangan rambu

dilarang parkir, pemasangan rambu dilarang berhenti, pemasangan rambu yield pada jalan minor diperoleh hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 3.3 Hasil Alternatif 1

No	Indikator	Hasil Alternatif 1	Satuan
1.	Arus Lalu Lintas	2504	smp/jam
2.	Kapasitas Simpang	3146	smp/jam
3.	Derajat Kejenuhan	0.79	
4.	Tundaan	13.36	detik
5.	Peluang Antrian	50 dan 25	%
6.	Tingkat Pelayanan	B (13.36)	detik/ken

Sumber: Hasil Olahan Penelitian



Gambar 3.4 Desain Alternatif 1

Sumber: Hasil Penelitian 2024

b. Alternatif 2

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan perhitungannya:

1. Penyiapan data geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan;
2. Penyiapan data arus lalu lintas;
3. Menghitung Waktu Merah Semua (W_{MS}) dan Waktu Hilang Hijau (W_{HH});

4. Menghitung waktu isyarat (Waktu Siklus (s), Waktu Hijau (W_H), Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (D_j);
5. Menghitung D_j , P_A , N_{KH} dan T.

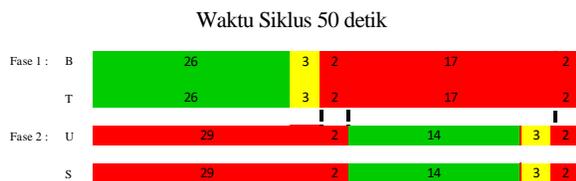
Berikut ini adalah hasil analisis dari pemasangan APILL pada Simpang Jalan Bantargebang Setu:

Tabel 3.4 Hasil Alternatif 2

No	Pendekat	Q	C	D_j	$\bar{x} D_j$	P_A	R_{KH}	T	$\bar{x} T$	LOS
1.	U	408	803	0.51	0.64	66.67	0.72	18.80	15.76	C
2.	S	488	796	0.61		80.00	0.78	20.61		
3.	T	1140	1711	0.67		114.29	0.65	12.89		
4.	B	1259	1613	0.78		137.14	0.74	15.51		

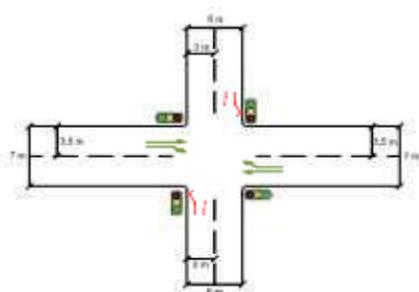
Sumber: Hasil Olahan Penelitian 2024

Berikut ini adalah gambaran pergerakan kendaraan berdasarkan alternatif pemasangan APILL pada Simpang Jalan Bantargebang Setu:



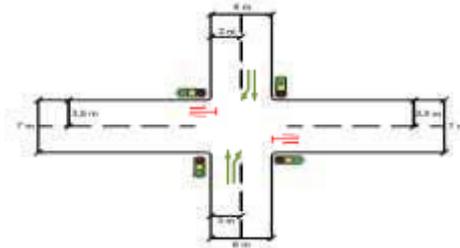
Gambar 3.5 Waktu Sinyal Lalu Lintas

Sumber: Hasil Olahan Penelitian 2024



Gambar 3.6 Pergerakan kendaraan pada fase 1

Sumber: Hasil Olahan Penelitian 2024



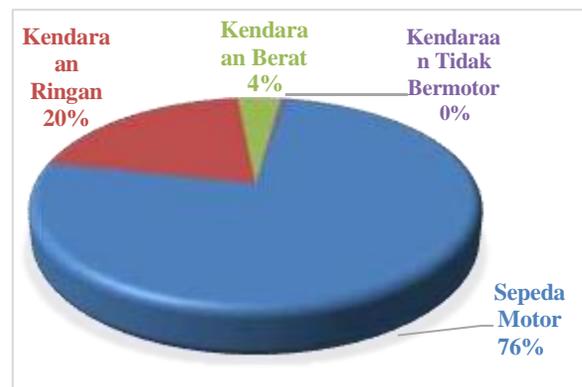
Gambar 3.7 Pergerakan kendaraan pada fase 2

Sumber: Hasil Olahan Penelitian 2024

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

Dari hasil pengamatan penelitian didapatkan jam puncak volume kendaraan yaitu pada hari jumat pukul 17.00-18.00 dengan jumlah volume kendaraan sebesar 5936 kendaraan/jam. Berikut ini adalah presentase dalam bentuk diagram jenis kendaraan yang melintas pada Simpang Jalan Bantargebang Setu, terlihat bahwa sepeda motor adalah kendaraan yang mendominasi Simpang Jalan Bantargebang Setu dan yang paling sedikit adalah kendaraan tidak bermotor.



Gambar 3.8 Persentase Kendaraan

Sumber: Hasil Analisis 2024

Berikut rekapitulasi perhitungan kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Bantargebang Setu menggunakan standar Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.5 Hasil Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

No	Indikator	Nilai	Satuan
1.	Arus Lalu Lintas	2504	smp/jam
2.	Kapasitas Simpang	2801	smp/jam
3.	Derajat Kejenuhan	0.89	
4.	Tundaan	15.44	detik
5.	Tingkat Pelayanan	C (15.44)	detik/k en

Sumber: Hasil Analisis 2024

Dari hasil analisis kinerja simpang diketahui bahwa simpang Jalan Bantargebang Setu mempunyai derajat kejenuhan sebesar 0.89 dengan tundaan tiap kendaraannya sebesar 15.44 detik/kendaraan sehingga termasuk dalam kategori C untuk tingkat pelayanan simpangnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa segmen jalan tersebut membutuhkan perbaikan untuk meningkatkan kinerja simpang dan tingkat pelayanan simpang.

3.2.2. Pembahasan Hasil Alternatif Terbaik

Pada Alternatif 1 yaitu dengan memperlebar Jalan Bantargebang Setu menjadi empat lajur dua arah (4/2M), pemasangan rambu yield di jalan minor dan pemasangan rambu dilarang parkir dan dilarang berhenti pada setiap lengan simpang menghasilkan penurunan terhadap derajat kejenuhan dari 0.89 menjadi 0.79 dan penurunan waktu tundaan dari 15.44 detik menjadi 13.36 detik.

Pada Alternatif 2 yaitu pemasangan APILL 2 (dua) fase dengan waktu siklus selama 50 detik menunjukkan penurunan derajat kejenuhan dari 0.89 menjadi 0.64

(rata-rata derajat kejenuhan simpang) namun tundaan mengalami peningkatan dari 15.44 detik menjadi 15.76 (rata-rata tundaan simpang) detik.

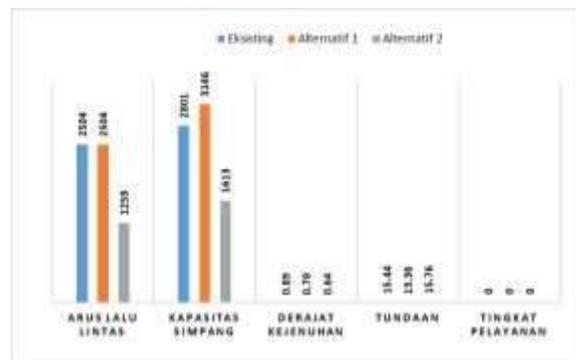
Berikut adalah rekapitulasi perbandingan kondisi eksisting dengan hasil analisis Alternatif 1 dan 2.

Tabel 3.6 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Alternatif 1 dan 2

No	Indikator	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2	Sama	Keterangan
1.	Arus Lalu Lintas	2504	2504	U = 408 S = 488 T = 1140 B = 1259	Smp/jam	Alternatif 1 lebih baik
2.	Kapasitas Simpang	2801	3146	U = 803 S = 796 T = 1711 B = 1613	smp/jam	Alternatif 1 lebih baik
3.	Derajat Kejenuhan	0.89	0.79	0.64		Alternatif 2 lebih baik
4.	Tundaan	15.44	13.36	15.76	detik	Alternatif 1 lebih baik
5.	Tingkat Pelayanan	C (15.44)	B (13.36)	C (15.51)	detik/kend	Alternatif 1 lebih baik

Sumber: Hasil Analisis 2024

Berikut ini adalah sajian dalam bentuk grafik dari perbandingan kondisi eksisting dengan hasil analisis alternatif 1 dan 2.



Gambar 3.9 Grafik Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Alternatif 1 dan 2

Sumber: Hasil Analisis 2024

Berdasarkan perbandingan kedua alternatif solusi yang ditawarkan, didapatkan alternatif solusi yang dipilih pada simpang Jalan Bantargebang Setu yang paling efektif yaitu alternatif 1 dengan memperlebar Jalan Bantargebang Setu menjadi empat lajur dua arah (4/2 T) dengan lebar jalan 12 meter, pemasangan

rambu yield pada jalan minor serta pemasangan rambu dilarang parkir dan dilarang berhenti pada semua lengan simpang yang menghasilkan tundaan paling kecil yaitu sebesar 13.26 detik dengan tingkat pelayanan simpang (Level of Service) B dan dapat menangani volume kendaraan yang lebih besar dalam jangka panjang.



Gambar 3.10 Kondisi Alternatif 1 Tampak Atas

Sumber: Hasil Olahan Penelitian 2024

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja Simpang Jalan Bantargebang Setu, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Evaluasi kinerja simpang pada kondisi eksisting simpang beserta fasilitas perlengkapan jalan pada Simpang Jalan Bantargebang Setu yaitu seperti rambu, marka, trotoar dan drainase masih kurang memadai. Setelah melakukan analisis data sesuai dengan ketentuan yang terdapat pada PKJI 20234 dapat dikatakan bahwa Simpang Jalan Bantargebang Setu derajat kejenuhannya sebesar 0.89 yaitu lebih tinggi dari titik jenuh 0.85 dengan tundaan tiap kendaraannya sebesar 15.44 detik/kendaraan sehingga termasuk dalam kategori C tingkat pelayanan simpangnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa simpang tersebut sudah menunjukkan kinerja yang perlu

mempertimbangkan peningkatan kapasitasnya.

- b. Alternatif pemecahan masalah terbaik adalah Alternatif 1 yaitu dengan memperlebar jalan, pemasangan rambu yield di jalan minor dan pemasangan rambu dilarang parkir serta dilarang berhenti di semua kaki simpang sehingga menambah kapasitas simpang menjadi 3146 smp/jam dan menurunkan tundaan simpang menjadi 13.36 detik/kendaraan sehingga tingkat pelayanan simpangnya (Level of Service) menjadi B.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Kota Bekasi. Peraturan Daerah Kota Bekasi Nomor 7 Tahun 2024 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi Tahun 2024-2044.; 2024.
- Indonesia. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan.; 2009.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Pedoman Keselamatan Jalan Indonesia. Published online 2023.
- Indonesia. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Published online 2015.
- Aryani P. Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Jalan Raya Bekasi - Jalan Pulo Gadung Jakarta Timur. Published online 2023.
- Adha SA, Endro Wibisono R, Sabrina MA, Putri OE. Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Jalan Pulo Wonokromo Kota Surabaya Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. J Media Publ Terap Transp. Published online 2023.

ANALISIS KERUSAKAN POMPA THREE LOBE SPL90 DENGAN KAPASITAS OUTLATE 0.19L/MENIT BERDASARKAN PENJADWALAN TIME BASED MAINTENANCE

Parman Sinaga

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

Abstrak

Secara umum pompa merupakan alat atau mesin yang berguna untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menggunakan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Pada aktual nya pompa memerlukan perbaikan agar kinerja nya tetap terjaga maka diberlakukan perawatan time based maintenance guna perbaikan dilakukan secara berkala dan terjadwal agar breakdown bisa dihindarkan. Tipe kerusakan bisa dilihat dan di review apakah kerusakan tersebut tergolong pergantian sparepart yang sudah terjadwal atau belum jika belum maka pergantian sparepart harus di review agar tipe kerusakan bisa dibedakan

Kata Kunci : Pompa, three lobe, kapasitas, outlate, maintenance

1. PENDAHULUAN

Pompa adalah mesin yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan cara merubah energi mekanis menjadi energi fluida dan tekanan, mengangkut fluida melalui sistem perpipaan. Head, debit, efisiensi, kinerja dan performa menjadi perhatian utama pada pompa sentrifugal, aspek tersebut dapat dijadikan tolok ukur dalam memilih jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan (Muhamad Safi'i, 2024).

Pompa menjadi bagian yang penting didalam suatu produksi karena peran nya sangat krusial yaitu memindahkan cairan dari titik A ke titik B, pompa dapat menghasilkan bahan baku/suatu cairan ke dalam tanki penampungan untuk nantinya akan di supply ke bagian mesin packing yang nantinya akan menjadi suatu produk jual. Dalam pengerjaan nya pompa dapat mengalami kerusakan yang mengakibatkan terhentinya produksi, di dalam bagian maintenance tehentinya produksi dapat menjadi masalah yang sangat penting dikarenakan dapat menimbulkan breakdown yang mengakibatkan penurunan kualitas waktu produksi dan dapat menjadi downtime bagi produksi.

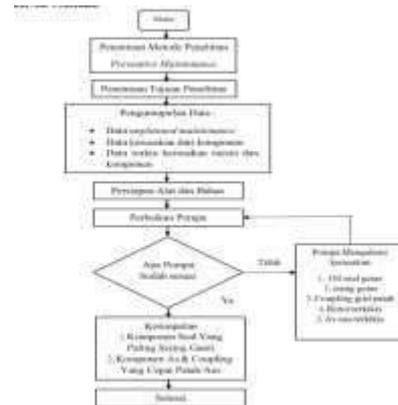
Total Productive Maintenance (TPM) adalah suatu kegiatan perencanaan kegiatan pemeliharaan peralatan dari aspek pemeriksaan, perbaikan kecil sampai perbaikan yang terencana yang melibatkan semua personel yang berkaitan kegiatan pemeliharaan (Bahrinudin1, 2024). Productive maintenance menjadi bagian dari pekerjaan plant maintenance untuk menjaga kualitas waktu produksi agar tidak terjadi downtime pada saat produksi berjalan, dengan melakukan productive maintenance hasil produksi akan menjadi lebih baik dan berjalan lancar sesuai dengan schedule produksi yang sudah di tetapkan PPIC dengan harapan dapat mencapai target produksi yang sudah ditetapkan. Pada productive maintenance dibagi beberapa bagian seperti abnormality, breakdown, dan time based maintenance. Time based maintenance (TBM) menjadi bagian yang sangat penting karena pekerjaan perbaikan sudah di tetapkan waktunya, dan produksi dapat membagi waktu mesin yang akan running pada saat produksi berjalan. Penjadwalan adalah proses pengaturan penentuan waktu pelaksanaan proses perawatan. Tujuan dilaksanakannya proses penjadwalan ini adalah untuk

melakukan pengaturan waktu yang optimum sehingga proses perawatan dapat di laksanakan sebaik-baiknya dengan penggunaan sumber daya yang seefisien mungkin (Noor, 2020). Time based maintenance sudah di rencanakan waktu perbaikannya sebelum waktu eksekusi, sehingga estimasi perbaikan mesin dapat di rencanakan sebelumnya. Dalam pekerjaan perbaikan mesin berkala dibutuhkan beberapa sparepart untuk mengganti yang sudah rusak, penggantian sparepart yang diperlukan sudah di tentukan sebelumnya untuk mempermudah pekerjaan yang di tetapkan. Waktu pengerjaan di sesuaikan dengan target harian sesuai jam kerja dari Department plant maintenance, dengan jadwal tersebut produktifitas dari mesin produksi dapat terjamin karena perbaikan berkala yang dilakukan.

Analisa kerusakan pompa three lobe dengan tipe SPL90 dilakukan agar mendapatkan perencanaan perbaikan, tipe kerusakan, kebutuhan sparepart, kebutuhan man power, penjadwalan perbaikan serta produktifitas dari mesin produksi yang nantinya akan mengeluarkan suatu produk. Dari hasil analisa ini diharapkan menjadi acuan untuk selanjutnya dilakukan improvement yang nantinya dapat menghasilkan produktifitas lebih dari mesin produksi, juga hasil keluaran produk yang lebih besar dan efektivitas dari mesin produksi menjadi lebih baik..

1) METODOLOGI PENELITIAN

1.1. Diagram Alur Penelitian



Dari diagram alir diatas, dapat dijelaskan bahwa di dalam penelitian tugas akhir ini terdapat beberapa tahap yang telah dilakukan. Hasil yang sudah di dapatkan dari penelitian dalam analisa kerusakan tepat sasaran dan sesuai yang diharapkan.

1.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat penelitian berguna untuk melengkapi perlengkapan dan penelitian yang terdiri dari :

1. Kunci ring pas 13mm
Kunci ring pas 13 mm digunakan untuk membuka mur pengunci pada tutup pompa
2. Kunci L 5mm
Kunci L 5mm digunakan untuk membuka baut L yang ada didalam body pompa
3. Jangka Sorong
Jangka sorong digunakan sebagai alat mengukur ketebalan bagian dalam pompa

Bahan penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari

1. Pompa Three Lobe SPL90
2. Rotary Face
3. Oring EPDM
4. Oil Seal
5. As
6. Part Rotor
7. Hub Grid
8. Coupling Grid

1.3. Langkah Pengambilan Data

Pengambilan data dimulai setelah pompa dalam keadaan siap untuk diinspeksi, dan sudah siap man power untuk membongkar pompa. Untuk lebih detailnya sebagai berikut :

1. Menentukan jadwal perbaikan atau preventive maintenance
2. Memulai dengan analisa dari bagian terluar
3. Membuka dan analisa bagian terdalam pompa
4. Analisa kerusakan sparepart pompa

Sebelum pengambilan data, pompa harus dalam keadaan off atau mesin tidak dalam keadaan terencana untuk produksi.

1. Pompa dalam keadaan off produksi
2. Pompa dilepaskan dari dudukan pompa
3. Taruh dan letakkan di workshop
4. Buka body pompa
5. Lepaskan part rotor
6. Lepaskan coupling grid
7. Lepaskan hub grid
8. Lepaskan oring EPDM
9. Lepaskan oil seal
10. Lepaskan part as pompa
11. Lepaskan rotary face
12. Lepaskan mechanical seal

1.4. Proses Percobaan

1) Proses Pembongkaran

Tujuan dari proses pembongkaran ini untuk sebagai mendapatkan bagian pompa yang mengalami kerusakan

- 1) Proses bongkar body pompa
 - a. Gunakan kunci ring pas 13mm untuk membuka mur pengunci pada bagian body pompa
 - b. Atur kunci ring pas dibagian mur pengunci
 - c. Putar ke arah kiri untuk membuka mur pada body pompa
 - d. Lepaskan mur pengunci

e. Lepaskan body pompa



Gambar 1 Isi Dalam Pompa
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

2) Proses bongkar as pompa

- a. Lepaskan mur pengunci dari part rotor atas
- b. Lepaskan mur pengunci dari part rotor bawah
- c. Tarik dan lepaskan part rotor atas
- d. Tarik dan lepaskan part rotor bawah



Gambar 2 Part As Pompa
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3) Proses bongkar mechanical seal Lepaskan as body pompa, dan elbow. Cek mechanical seal



Gambar 3 Mechanical Seal
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

4) Buka Rotary Face

- a. Buka bagian dalam pompa
- b. Ambil dan cek rotary face



Gambar 4 Body Bagian Dalam
Pompa

Sumber: Penelitian Mandiri 2024



Gambar 5 Rotary Face

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

- 5) Bongkar part rotor
 - a. Lepaskan body pompa
 - b. Lepaskan mur pengunci part rotor atas
 - c. Lepaskan mur pengunci part rotor bawah



Gambar 6 Part Rotor

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

- 6) Bongkar oring
 - a. Lepaskan part rotor
 - b. Bongkar lepaskan oring yang sudah rusak



Gambar 7 Seal Oring

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

- 7) Bongkar oil seal
 - a. Lepaskan body pompa
 - b. Pada bagian part as cek dan lepaskan oil seal



Gambar 8 Oil Seal

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

- 8) Bongkar coupling grid
 - a. Pada bagian as yang terhubung ke motor, cek coupling grid
 - b. Ganti coupling grid jika sudah rusak



Gambar 9 Coupling Grid

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

- 9) Bongkar hub grid
 - a. Pada bagian as yang terluar cek hub grid
 - b. Ganti hub grid jika sudah aus



Gambar 10 Hub Grid Coupling
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

1.5. Hasil Pembongkaran

Hasil pembongkaran kerusakan pompa bisa dilihat setelah beberapa jam pompa tersebut beroperasi, dan dapat dilihat sebagai berikut :

1. Pada bagian dinding dalam rotor ada bagian yang terkelupas
2. Menempel pada bagian atas part rotor
3. Pada body pompa terdapat lecet akibat bergesekan dengan rotor
4. Serpihan pada bagian part rotor menyebabkan dinding bagian atas lecet dan vibrasi
5. Dari vibrasi tersebut rotary face tungsten tidak berfungsi dengan baik
6. Ketika lobe berputar bolak balik terjadi hentakan sehingga per pada mechanical seal tidak stabil, fluida pun akan tembus ke dalam mechanical seal.
7. Coupling grid mudah patah akibat putaran
8. Perlu dilakukan preventive maintenance pada bagian seal (oring, dan oil seal)
9. Untuk menghasilkan filling sistem yang sempurna maka putaran lobe pump harus bolak balik, agar sabun tidak bocor pada kemasan

2) HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan terhadap pompa three lobe tipe SPL90 memiliki beberapa tipe kerusakan yaitu abnormality dan juga breakdown. Dalam perbaikan atau perawatan pompa dilakukan preventive agar pada saat berjalannya produksi kondisi pompa dalam keadaan prima dan tidak terjadi kendala. Berikut tiper kerusakan yang terjadi pada pompa

3.2 Analisa Kerusakan

Dampak dari kerugian pompa dapat menimbulkan beberapa faktor, diantaranya dapat menghambat jalannya produksi, berkurangnya achievement dari produksi.

1. Analisa kerusakan part rotor dan body pompa



Gambar 11 Analisa Part Rotor & Body Pompa

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Pada analisa hasil kerusakan diketahui ada beberapa part yang mengalami kerusakan atau aus, terutama pada bagian yang berputar. Pada komponen yang sudah ketahuan mengalami keausan dan terdapat goresan yaitu part rotor dengan bagian dalam terkelupas, menempel dibagian atas part rotor, dan body pompa dibagian dinding atas lecet akibat rotor tersebut.

2. Analisa Durasi Waktu Pompa



Gambar 12 Lifetime Lobe SPL 90

Sumber: Penelitian Mandiri 2024
Setelah dilakukan observasi selama pompa beroperasi 794 jam diketahui ada beberapa bagian part pompa yang mengalami keausan atau kerusakan. Seperti pada bagian coupling grid yang mengalami patah, mechanical seal yang mengalami kemasukan sabun di area mechanical seal. Komponen rotary face terjadi kerusakan apabila sewaktu membuka body pompa dilakukan dengan tidak benar, dan terjatuh sehingga rotary face pecah. Komponen coupling grid mengalami patah terbagi 2 bagian, akibat beban berlebih, getaran berlebih, dan korosi.

3. Kerusakan Bagian Pompa Yang Bocor



Gambar 13 Kerusakan Bagian Pompa
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Pada area pompa luar, sering ada kebocoran akibat seal yang getas karena ada putaran, area yang sering mengalami kebocoran itu terdapat pada bagian yang terhubung dengan grid coupling. Dan mengakibatkan oli yang ada di dalam pompa keluar dari dalam.

4. Kerusakan mechanical seal



Gambar 14 Kerusakan Mechanical Seal

Sumber: Penelitian Mandiri 2024
Mechanical seal masuk bahan sabun setelah di cek. Setelah pompa beroperasi lebih dari 100 jam bahan sabun mulai masuk kedalam komponen pompa bisa terjadi akibat bahan yang mengerak atau bahan sabun yang menjadi keras.

5. Kerusakan part as



Gambar 15 Kerusakan Part As
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Part as bisa mengalami keausan part as bisa terjadi akibat gesekan, korosi, pemakaian berlebih, kualitas bahan, dan juga desain yang tidak tepat.

6. Kerusakan oil seal



Gambar 16 Kerusakan Oil Seal
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Oil seal getas atau sudah rusak bisa diakibatkan karena beberapa faktor, seperti faktor keausan faktor kualitas, faktor pemeliharaan, dan faktor lain seperti korosi yang diakibatkan dari pengaruh bahan kimia.

7. Kerusakan oring



Gambar 17 Kerusakan Seal Oring
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Oring bisa rusak atau getas karena beberapa alasan, seperti faktor keausan, faktor kualitas bahan, faktor pemeliharaan, dan faktor lain seperti korosi dan pengaruh bahan kimia.

8. Kerusakan coupling grid



Gambar 18 Kerusakan Coupling Grid
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Faktor utama dari coupling mengalami kerusakan bisa diakibatkan dari beban yang berlebih, getaran berlebih, kualitas bahan yang rendah, dan penggunaan yang berlebihan.

9. Kerusakan Hub Grid



Gambar 19 Kerusakan Hub Grid
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Hub grid coupling bisa mengalami kerusakan atau aus bisa dari beberapa faktor, seperti, keausan, faktor kualitas, faktor pemeliharaan

dan pengaruh fisik seperti benturan atau getaran.

10. Kerusakan lubang as hub grid



Gambar 20 Kerusakan Lubang As Hub Grid Coupling

Sumber: Penelitian Mandiri 2024
Lubang as pada hub grid coupling bisa mengalami aus karena beberapa alasan seperti, faktor keausan, faktor kualitas.

Tabel 1 Durasi waktu perbaikan

No	Halus	Gejala/Gejala	Alasan	Waktu	Waktu	Waktu	Waktu	Waktu	Waktu
1	Busuk	Pompa bocor	Buka	10/1	2/20	10/15	10/12	14/30	11/30/2024
2	Busuk	Pompa tidak menghisap	Ujung	10/1	2/20	10/10	10/12	10/30	10/30/2024
3	Busuk	Pompa rusak	Bongkar	11/1	2/20	13/00	13/12	14/30	10/30/2024
4	Busuk	Pompa tidak mati	Bongkar	11/1	2/20	10/10	11/12	13/30	10/30/2024
5	Busuk	Pompa dan	Gejala	11/1	2/20	09/00	12/12	09/30	11/30/2024
6	Busuk	Pompa tidak	Bongkar	11/1	2/20	09/10	12/12	11/30	11/30/2024
7	Busuk	Pompa rusak	Buka	11/1	2/20	10/00	13/12	11/30	10/30/2024

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Setelah dilakukan pengamatan langsung dapat dilakukan analisa akar dari kerusakan pompa dengan diagram berikut:



Gambar 21 .Diagram analisa
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.3 Penentuan Kegunaan dan Kegagalan Fungsional

Penentuan kegunaan atau fungsi adalah kinerja yang diharapkan oleh sistem agar dapat beroperasi dan kegagalan fungsi merupakan ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar performance yang diharapkan. Penentuan kegunaan bisa menjadi tujuan dan fungsi mesin produksi dan bisa menjelaskan bagaimana mesin bekerja dan bergesakan dengan komponen lain. Kegagalan fungsional merupakan kerusakan atau gangguan pada mesin, penurunan kinerja atau efiseinsi, serta penghentian operasional.

Tabel 2 Kegagalan Komponen

No	Komponen Mesin	Jenis Kegagalan	Dampak Kegagalan
1	Seal Packing	Bocor	Mesin berhenti beroperasi
2	Coupling	Vibrasi pada putaran dan coupling juga pecah	Mesin berhenti beroperasi dan putaran pada poros tidak lancar juga timbul getaran pada as shaft
3	Bahan Material yang bersifat keras	Terhikanya pompa	Tidak bisa mengalirkan dari inlet ke outlet

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Langkah Langkah untuk dilakukan nya preventive maintenance dengan tipe time based maintenance adalah dengan pendataan equipment serta list material dan dimasukkan ke dalam sistem BOM (bill of material). Diantara beberapa masalah jika equipment tidak dilakukan preventive maintenance antara lain :

- Biaya perawatan kerusakan yang tidak terjadwal akan tinggi
- Jumlah kerusakan semakin banyak
- Berdampak pada achievement Occurrence merupakan terjadinya kemungkinan bahwa penyebab akan terjadi dan mengakibatkan kegagalan selama penggunaan produk, diantara kemungkinan terjadi nya adalah :

Tabel 3 Kejadian Kerusakan

Perubahan / Zonasi	Tingkat kejadian	Risk
Sangat tinggi	<2 jam operasi mesin	10
Kerusakan sudah tidak bisa dihindari	2-10 jam operasi mesin	9
Tinggi, kaitannya dengan proses terdahulu yang sering gagal	11 – 100 jam operasi	8
Sedang, kaitannya dengan proses terdahulu yang kadang gagal	401 – 1000 jam operasi mesin (4-17 hari)	6
	1001 – 2000 jam operasi mesin (3-4 bln)	5
Rendah, kegagalan dengan proses terdahulu yang gagal	2001 – 3000 jam operasi mesin (42 hari – 1 bulan)	4
	3001 – 6000 jam operasi mesin	3
Sangat rendah, kegagalan yang terlokasi	6001 – 10000 jam operasi mesin (8-14 bln)	2

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Deteksi merupakan pengukuran kemampuan atau kegagalan control yang kemungkinan terjadi, kemungkinan untuk mendeteksi kesalahan yang akan terjadi yaitu:

Tabel 4 Deteksi Kerusakan

Deteksi	Ketepatan / Ketekukan deteksi dengan control proses	Risk
Hampir tidak mungkin	Perawatan preventive : tidak mampu mendeteksi kegagalan	10
Sangat jarang	Perawatan preventive: bentuk dari penyebab kegagalan sangat sulit terdeteksi	9
Jarang sangat rendah	Perawatan preventive: dampak dan penyebab kegagalan sulit terdeteksi	8
	Perawatan preventive, bentuk dan juga penyebab kegagalan mungkin bisa terdeteksi dan keagalannya sangat rendah	7
Rendah	Perawatan preventive, bentuk dan penyebab mungkin terdeteksi dan keagalannya rendah	6
Sedang	Perawatan preventive, bentuk dan penyebab kegagalan mungkin bisa terdeteksi dan tingkat keagalannya rendah	5
Agak tinggi	Perawatan preventive, Tingkat keagalannya tinggi	4
Tinggi	Perawatan preventive, Tingkat keagalannya tinggi	3
Sangat tinggi	Perawatan preventive, Tingkat keagalannya sangat tinggi	2
Hampir pasti	Perawatan preventive, Tingkat keagalannya hampir pasti	1

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.4 Perbandingan Pemakaian Pompa

Dalam pemakaian pompa, terjadi beberapa kendala seperti pompa tidak berfungsi, dan pompa macet. Akibat dari kejadian tersebut dapat menghambat jalannya produksi dan mengganggu achievement. Setiap pemakaian terdapat beberapa perbedaan perbaikan dikarenakan adanya improvement yang dilakukan untuk membantu mengurangi segala jenis kerusakan.

Tabel 5 PM Activity

PM ACT & TYP	BULAN											
	OCTOBER 2024				NOVEMBER 2024				DECEMBER 2024			
	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
PM01 Abnormality	0	10	17	26	1	5	18	3	0	0	4	19
PM02 Breakdown	10	6	0	0	10	0	0	13	21	17	0	3

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.5 Tipe Kerusakan Dan Durasi Waktu Perbaikan

Service akurasi merupakan kemampuan untuk melakukan pekerjaan service rutin dengan interval waktu sedekat mungkin dengan waktu yang telah ditentukan. Berdasarkan kejadian kerusakan yang terjadi, Tipe kerusakan merujuk pada jenis atau kategori yang terjadi pada suatu sistem, komponen, atau peralatan. Tipe kerusakan juga bisa dibedakan dalam beberapa jenis klasifikasi seperti kerusakan fisik, fungsional, dan biologis. Penyebab kerusakan juga dapat bagi seperti penggunaan yang kurang tepat, perawatan tidak memadai, dan kualitas komponen yang tidak bagus. Penulis menyimpulkan waktu durasi perbaikan antara kerusakan abnormality dan breakdown.

Dalam schedule produksi, waktu untuk perbaikan preventive ditentukan dalam 2 waktu, yaitu waktu pagi sampai dengan siang, dan siang sampai dengan sore hari. Sehingga semua perencanaan perbaikan dapat dilakukan dengan efisien tanpa mengganggu jalannya produksi. Waktu perbaikan (Downtime) dalam

schedule produksi adalah waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki atau memelihara mesin, peralatan, atau sistem produksi yang mengalami kerusakan atau gangguan. Jenis waktu perbaikan maintenance waktu perbaikan preventive, dan perbaikan prediktive. Waktu ini tidak termasuk dalam waktu produksi efektif. Penulis membuat hasil waktu perbaikan yang telah dibuat

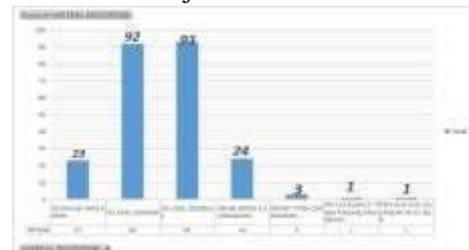
Tabel 6 Plant Date

PLANT START DATE	PLANT START TIME	PLANT END TIME	PLANT DURASI H	ACTUAL START TIME	ACTUAL END TIME	ACTUAL DURASI H
26.11.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
27.11.2024	09:00	12:00	3,3	09:00	12:00	3,3
28.11.2024	09:00	12:00	4,02	09:00	12:00	4,02
29.11.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
30.11.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
1.12.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
2.12.2024	09:00	12:00	4,02	09:00	12:00	4,02
3.12.2024	09:00	12:00	4,02	09:00	12:00	4,02
4.12.2024	09:00	12:00	3,3	09:00	12:00	3,3
5.12.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
6.12.2024	09:00	11:30	3,02	09:00	11:30	3,02
7.12.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
8.12.2024	09:00	12:00	4,02	09:00	12:00	4,02
9.12.2024	09:00	12:00	4,02	09:00	12:00	4,02
10.12.2024	09:00	11:30	2,02	09:00	11:30	2,02
11.12.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
12.12.2024	09:00	11:30	3,02	09:00	11:30	3,02
13.12.2024	13:00	16:00	3,3	13:00	16:00	3,3
14.12.2024	09:00	12:00	3,3	09:00	12:00	3,3

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.6 Penentuan Komponen Kritis

Pada penggunaan pompa digunakan komponen sparepart sebagai pendukung komponen pada pompa, penentuan kritis ini dilakukan dengan menggunakan analisa pada pemakaian atau pergantian sparepart berdasarkan kriteria total data kumulatif frekuensi kerusakan dan data kumulatif downtime. Kerusakan yang timbul akibat adanya kerusakan pada fungsi dan sistem kerja mesin.



Gambar 22 Grafik Komponen Kritis

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Dari gambar diatas diperoleh urutan data kumulatif frekuensi kerusakan

sparepart pompa. Dengan frekuensi tertinggi pemakaian terjadi pada komponen seal yaitu oil seal sebesar 93 kali dalam kurun waktu 3 bulan dan nilai frekuensi terendah terjadi pada hub grid dan part as yaitu hanya 1 kali dalam kurun waktu 3 bulan.

Dengan adanya pemakaian sparepart maka dipastikan sudah pasti mengeluarkan biaya atau uang, dan uang yang dikeluarkan untuk perbaikan jika terjadi berulang maka akan menimbulkan biaya yang besar. Maka dari itu pengontrolan pemakaian sparepart harus diperhatikan agar cost maintenance bisa terjaga dan tidak terjadi pelonjakan. Berikut tabel pemakaian beserta harga yang dikeluarkan.

Tabel 7 Kerugian Komponen

Komponen sparepart	Harga (Rp)	Jumlah Pompa (Unit)	Jumlah pemakaian sparepart	Jumlah unit per equipment	Total (Rp)
COUPLING GRID 40MM	375.000	1620	23	23	Rp.14.375.000
OIL SEAL 22X33N9	58.000	1620	92	183	Rp.10.614.000
OIL SEAL 35X55X11	31.000	1620	93	171	Rp.3.710.000
ORING EPDM 35X35X4MM	18.000	1620	24	48	Rp.864.000
ORING VITON 2X30X34MM	8.000	1620	3	10	Rp.84.000
Part As 3Lobe 2" 35X264mm	115.000	1620	1	1	Rp.115.000
Jumlah					Rp.29.962.000

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.7 Perhitungan Interval Perawatan

Total penggunaan pemakaian sparepart dalam kurun waktu 3 bulan selama perioder oktober – desember 2024, dengan rincian 7 jam kerja dengan 3 shift 5 hari dan 1 hari 5 jam kerja dengan 3 shift. Dengan rincian harga barang dan juga waktu pompa beroperasi.

Tabel 8 Waktu Kerja Komponen

Komponen sparepart	CM (Rp)	TM (Min)
COUPLING GRID 40MM	375.000	25.920
OIL SEAL 22X33N9	3.500	25.920
OIL SEAL 35X55X11	10.000	25.920

ORING EPDM 35X35X4MM	18.000	25.920
ORING VITON 2X30X34MM	8.000	25.920
Part As 3Lobe 2" 35X264mm	115.000	25.920
Part Hub Grid Coupling 40 As 22 Spt 5	410.000	25.920

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa yang memiliki harga perbaikan tertinggi dalam interval perawatan adalah pergantian Coupling Grid, dan yang memiliki harga perbaikan terendah adalah pergantian Oil Seal.

3.8 Perawatan Tidak Terencana (abnormality, breakdown)

Perhitungan total biaya perawatan sebelum adanya program perawatan terencana atau Preventive Maintenance dalam beberapa tahun, beberapa distribusi yang umumnya digunakan dalam menghitung tingkat keandalan suatu peralatan. Perhitungan nilai mean time to failure (MTTF) dan mean time to repair (MTTR) dengan rumus $\eta r(1+1)$ dan dari perhitungan interval waktu perawatan makalangkah selanjutnya mencari total biaya perawatan dalam masa 1 periode. Perhitungan 1 periode $= (7 \text{ jam} \times 3 \times 6 \text{ hari}) + (5 \text{ jam} \times 3 \times 1 \text{ hari}) \times 12 \text{ minggu} = 25.920 \text{ Min}$.

Tabel 9 Kerugian Kerusakan

Kerusakan dan perbaikan	Komponen sparepart	MTTF (Hr)	Biaya Kerusakan (Rp)	Biaya perbaikan secara preventif (MTTR) dengan biaya Hour Power
Pompa Macet, Pompa bocor (Bongkar, rakit, dan cuci)	Coupling Grid, Oil Seal, Oring, & Hub Grid Coupling	885	Rp. 995.000	Rp. 1.450.000

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

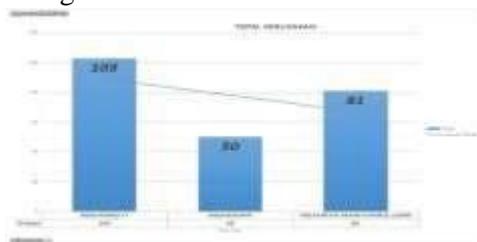
Berdasarkan tabel diatas merupakan harga 1 kali kerusakan dalam 1 hari, dan diketahui bahwa harga tersebut sudah termasuk :

1. Biaya langsung
 - a. Biaya komponen suku cadang yang diganti
 - b. Biaya tenaga kerja untuk perawatan
 - c. Biaya peralatan dan alat bantu

- d. Biaya bahan dan material
- 2. Biaya tidak langsung
 - a. Biaya kehilangan produksi
 - b. Biaya kehilangan waktu kerja
 - c. Biaya perawatan darurat
 - d. Biaya inspeksi

3.9 Persentase kerusakan

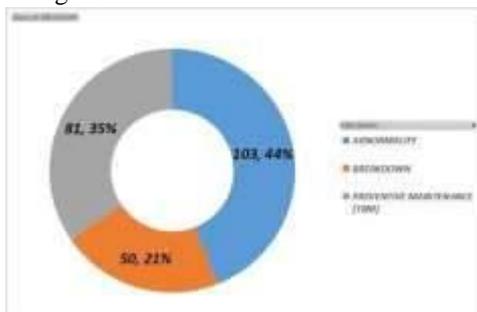
Jumlah total kerusakan bisa dilihat dari waktu operasi pompa bekerja selama beberapa bulan, data yang diambil merupakan data dari bulan oktober – desember 2024. dengan begitu jumlah kerusakan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 23 Grafik ABN, BRK, & PM

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Dengan jumlah persentase kerusakan sebagai berikut :



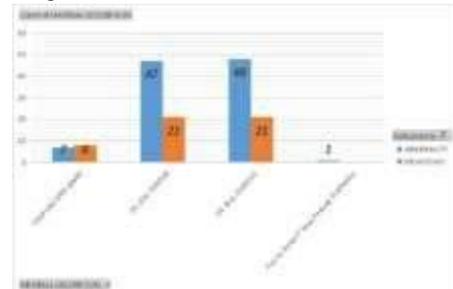
Gambar 24. Persentase Angka Kerusakan & Perawatan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa persentase kegiatan pemeliharaan menerangkan kerusakan akibat abnormality mencapai 103,44%, breakdown mencapai 50,2%, preventive maintenance mencapai 81,35%. Dengan begitu penanganan abnormality telah melebihi target, menunjukkan telah dapat mengidentifikasi dan menangani kekurangan dengan efektif. Penanganan breakdown masih belum mencapai target, dan ini perlu ditingkatkan kinerja dalam mengurangi kerusakan yang tidak terencana (breakdown), penanganan perawatan terencana hampir mencapai target dan dapat menunjukkan bahwa telah

melakukan upaya terbaik dalam hal perawatan terencana (preventive maintenance)

Berikut grafik total pemakaian komponen sparepart akibat kerusakan abnormality dan breakdown dari bulan oktober sampai dengan desember 2024:



Gambar 25 Grafik Permakiaan Sparepart Kerusakan ABN, & BRK

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Dengan begitu seal menjadi yang terbanyak dalam kerusakan abnormality, sebanyak 48 kali kerusakan seal yang mengakibatkan adanya abnormality yang mengharuskan pompa diturunkan dahulu untuk digantikan seal yang bocornya. Coupling grid juga mengalami kerusakan yang krusial karena berhubungan dengan shaft atau as yang menghubungkan motor penggerak.

Tabel 10 Tabel Kerusakan Abnormality & Breakdown

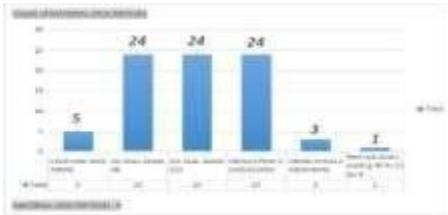
DATA PENGGUNAAN POMPA OKTOBER – DESEMBER 2024 DENGAN KERUSAKAN ABNORMALITY & BREAKDOWN					
Komponen sparepart	Harga barang (Rp)	Dasar Pompa (jam)	Jumlah penggantian sparepart	Jumlah total qty per equipment	Total (Rp)
COUPLING GRID 40MM	575.000	1620	15	15	Rp.7.475.000
OIL SEAL 22X35X8	58.000	1620	68	159	Rp.9.322.000
OIL SEAL 35X55X11	10.000	1620	99	323	Rp.3.230.000
Part As Globe 2" 15X204Mas	115.000	1620	1	1	Rp.315.000
Jumlah:					Rp.20.742.000

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.10 Perawatan Terencana (preventive maintenance)

Pemakaian sparepart untuk mengurangi kerusakan yang fatal, bisa diberikan sebanyak 15 hari sekali untuk 1 mesin atau 2 minggu sekali dalam 1 bulan. Kerusakan yang tidak terencana dapat ditekan dengan adanya perawatan terencana atau preventive maintenance, berikut grafik

penggunaan sparepart untuk perawatan terencana.



Gambar 26. Grafik Sparepart Preventive Maintenance

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Dengan adanya perawatan terencana atau preventive maintenance pengeluaran rata-rata sparepart seal hanya mengeluarkan sebanyak 24 kali dalam kurun waktu 3 bulan oktober - desember 2024. Maka dari itu secara harga dengan adanya perawatan secara berkala perlu dilakukan agar penurunan cost maintenance bisa terkontrol dan bisa mengurangi cost budget maintenance pertahun, agar keuangan departemen bisa sehat sesuai dengan target achievement produksi. Cost untuk perawatan terencana bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 11 Cost Perawatan Terencana

No	Komponen	Total Biaya Penggantian Per Periode (Oktober - Desember 2024)	
		Total Biaya perawatan terencana (TP)	Total Biaya perawatan tidak terencana (TUT)
1	COUPLING GRID 400mm	Rp.14.775.000	Rp.2.875.000
2	OIL SEAL 120X130	Rp.10.614.000	Rp.1.342.000
3	OIL SEAL 80X90	Rp.3.710.000	Rp.240.000
4	ORING 120X130 1.1X0.75X0.5MM	Rp.864.000	Rp.432.000
5	ORING 80X90 2X0.95X0.5MM	Rp.84.000	Rp.25.200
6	Part Hub Grid Coupling 400x120 Sp 0	Rp.0	Rp.410.000
Total			Rp.5.374.200

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat perbandingan yang cukup signifikan dari total biaya tertinggi pada komponen coupling grid pada perawatan adanya perawatan terencana sebesar Rp.7.475.000 dan untuk perawatan terencana menjadi Rp.2.875.000

4 KESIMPULAN

Hasil analisa menunjukkan bahwa kerusakan pompa dapat dikategorikan ke

dalam beberapa jenis, seperti kerusakan mekanis, kerusakan akibat keausan, dan kerusakan akibat faktor eksternal. Dengan memahami pola kerusakan ini, perusahaan dapat mengambil tindakan yang lebih proaktif dalam pemeliharaan dan perbaikan, yang akhirnya bisa mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi sistem. Berikut beberapa rangkuman akibat kerusakan pompa :

1. Dalam tahap memperpanjang waktu preventive lobe pump dapat disimpulkan bahwa pada waktu 700-750 jam aktual running nya pompa bekerja, maka mechanical seal harus dilakukan cleaning dan pada tahap selanjutnya di 250-336 jam baru akan dilakukan time based maintenance pada 3 part yaitu oring seal, oil seal, dan coupling grid.
2. Untuk mengurangi biaya dan penggunaan sparepart perlu dilakukan perawatan terencana (preventive maintenance). Dengan begitu biaya untuk perbaikan dapat diantisipasi agar tidak terjadi pembengkakan biaya. Total selisih harga perbaikan terencana dan perbaikan yang tidak terencana sebesar Rp.14.867.800, dengan begitu untuk periode selanjutnya perbaikan terencana dapat dilakukan sesuai waktu pompa tersebut beroperasi.
3. Persentase perawatan terencana mencapai 81,35% yang hampir mendekati angka sempurna, menunjukkan bahwa kegiatan perawatan terencana telah dilakukan dengan baik
4. Total biaya perawatan terencana selama 3 bulan hanya membutuhkan biaya sebesar Rp.5.374.200 dengan begitu untuk periode selanjutnya biaya perawatan akibat adanya kerusakan yang tidak terencana dapat diminimalisir dengan baik. Dengan begitu angka kerusakan akibat tidak adanya perawatan terencana yang sebelumnya mencapai Rp.20.242.200 bisa diturunkan secara signifikan.

5. Jadwal perbaikan yang ideal dilakukan selama 15 hari sekali atau 2 minggu sekali dalam 1 bulan

DAFTAR PUSTAKA

- Muhamad Safi'i, 2. R. (2024). Analisa Kerusakan Pompa Oli Temperature Control Unit Pada Mesin Longitudinal Strecher Ditinjau Dari Kerugian Biaya Produksi Di Pt. Polidayaguna Perkasa Ungaran. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 106.
- Noor, I. (2020). Perancangan Preventive Maintenance Alat. *Jurnal Jieom* Vol. 03, No. 02, November 2020 Issn: 2620-8184, 17.

TINJAUAN KONSEPTUAL DAN EMPIRIS ATAS EFEKTIVITAS KEBIJAKAN PUBLIK DALAM MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN SOSIAL DI INDONESIA

Sahidul Anam

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta

[*syahidulanam1@gmail.com*](mailto:syahidulanam1@gmail.com)

Abstrak

Kebijakan publik memiliki peran strategis dalam membentuk arah pembangunan dan kesejahteraan sosial masyarakat. Studi ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kebijakan publik di Indonesia dalam meningkatkan kesejahteraan sosial, dengan meninjau pendekatan perumusan kebijakan, pelaksanaan, serta evaluasinya. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan analisis kebijakan. Hasil kajian menunjukkan bahwa implementasi kebijakan yang efektif dipengaruhi oleh sinergi antar lembaga, kapasitas birokrasi, dan partisipasi publik. Rekomendasi utama adalah perlunya penguatan perumusan kebijakan berbasis bukti (evidence-based policy) serta peningkatan akuntabilitas pelaksana kebijakan.

Kata kunci: kebijakan publik, kesejahteraan sosial, implementasi kebijakan, evaluasi kebijakan, partisipasi publik

1. PENDAHULUAN

Kebijakan publik adalah segala tindakan atau keputusan yang diambil oleh pemerintah (baik pusat maupun daerah) untuk mencapai tujuan tertentu dalam mengatur kehidupan masyarakat. Kebijakan publik tidak hanya mencakup tindakan yang diambil, tetapi juga tindakan yang tidak diambil oleh pemerintah. Kebijakan publik merupakan hasil keputusan kolektif pemerintah yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan publik (Dye, 2017). Di Indonesia, kompleksitas tantangan sosial seperti kemiskinan, ketimpangan, dan keterbatasan akses layanan dasar menuntut kebijakan publik yang responsif dan inklusif. Namun, efektivitas kebijakan publik tidak hanya ditentukan oleh rancangan normatif, tetapi juga oleh pelaksanaan dan evaluasinya secara komprehensif (Howlett & Ramesh, 2020).

Kebijakan publik di Indonesia mencakup berbagai bidang seperti ekonomi, sosial, pendidikan, kesehatan, dan lingkungan.

Kebijakan ini dibuat oleh pemerintah untuk mengatur kehidupan masyarakat dan mencapai tujuan tertentu. Beberapa contoh kebijakan publik di Indonesia antara lain: UU No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, UU No. 6 Tahun 2014 tentang Desa, dan kebijakan subsidi bahan bakar minyak (BBM).

Tujuan kebijakan publik sangat beragam, tetapi secara umum bertujuan untuk:

- Mengatur kehidupan masyarakat agar lebih tertib dan teratur.
- Mencapai tujuan-tujuan pembangunan nasional.
- Meningkatkan kesejahteraan masyarakat.
- Mengatasi berbagai masalah sosial, ekonomi, dan lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui studi literatur. Data dikumpulkan dari jurnal akademik, laporan pemerintah, dan dokumen resmi lembaga internasional yang relevan. Analisis dilakukan dengan mengkaji dimensi perumusan, implementasi, dan evaluasi kebijakan publik dalam konteks kesejahteraan sosial.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perumusan Kebijakan Publik

Proses perumusan kebijakan publik adalah serangkaian tahapan yang dilalui untuk menciptakan kebijakan yang efektif dan bermanfaat bagi masyarakat. Proses ini melibatkan identifikasi masalah, penyusunan agenda, perumusan solusi, adopsi kebijakan,

implementasi, dan evaluasi.

Berikut adalah tahapan-tahapan dalam proses perumusan kebijakan publik:

1. Identifikasi Masalah:
Tahap awal ini melibatkan pengenalan dan analisis masalah yang perlu ditangani melalui kebijakan.
2. Penyusunan Agenda (Agenda Setting):
Setelah masalah teridentifikasi, isu tersebut perlu masuk dalam agenda kebijakan publik agar mendapatkan perhatian dari pembuat kebijakan.
3. Perumusan Kebijakan (Policy Formulation):
Pada tahap ini, berbagai alternatif solusi kebijakan dirumuskan, dianalisis, dan dievaluasi untuk memilih solusi terbaik.
4. Adopsi Kebijakan (Policy Adoption):
Setelah solusi kebijakan dipilih, kebijakan tersebut perlu disahkan melalui proses legislasi atau keputusan yang tepat.
5. Implementasi Kebijakan (Policy Implementation):
Tahap ini melibatkan pelaksanaan kebijakan yang telah disahkan, termasuk alokasi sumber daya, pembentukan lembaga, dan tindakan nyata lainnya.
6. Evaluasi Kebijakan (Policy Evaluation):
Setelah kebijakan diimplementasikan, evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas kebijakan, dampak yang ditimbulkan, dan apakah kebijakan tersebut mencapai tujuan yang ditetapkan.

Selain tahapan di atas, terdapat pula faktor-faktor yang mempengaruhi proses perumusan kebijakan, seperti:

- Sistem Politik:
Struktur dan proses politik, termasuk lembaga-lembaga pemerintah dan peran aktor politik, memiliki pengaruh besar pada kebijakan yang dirumuskan.
- Sistem Ekonomi:
Kondisi ekonomi, termasuk sumber daya, pertumbuhan, dan distribusi kekayaan, menjadi pertimbangan penting dalam perumusan kebijakan.
- Nilai-nilai Sosial Budaya:
Nilai-nilai yang dianut oleh masyarakat, norma-norma sosial, dan keyakinan agama juga berperan dalam membentuk kebijakan yang sesuai dengan konteks sosial.

Dengan memahami proses perumusan kebijakan publik dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, diharapkan kebijakan yang dihasilkan dapat lebih efektif dan bermanfaat bagi masyarakat.

Sosialisasi Kebijakan Publik

Sosialisasi kebijakan publik adalah proses penyebaran informasi mengenai suatu kebijakan yang telah dibuat kepada pihak-pihak yang terkait, termasuk masyarakat, agar mereka memahami tujuan dan isi kebijakan tersebut, serta bagaimana kebijakan tersebut akan diterapkan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pemahaman, penerimaan, dan partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan kebijakan.

Sosialisasi kebijakan publik dapat diartikan sebagai upaya untuk menyampaikan informasi mengenai suatu kebijakan kepada berbagai pihak yang berkepentingan. Hal ini mencakup penjelasan mengenai isi, tujuan, dan cara penerapan kebijakan tersebut. Tujuannya adalah agar masyarakat, khususnya kelompok sasaran, memahami kebijakan yang berlaku dan dapat berpartisipasi aktif dalam pelaksanaannya.

Pentingnya Sosialisasi Kebijakan Publik:

Sosialisasi kebijakan publik sangat penting karena:

- Meningkatkan Pemahaman:
Masyarakat perlu memahami isi kebijakan agar dapat menjalankan hak dan kewajibannya dengan baik.
- Meningkatkan Penerimaan:
Dengan pemahaman yang baik, masyarakat lebih cenderung menerima dan mendukung kebijakan yang ada.
- Mendorong Partisipasi:
Dengan sosialisasi yang efektif dapat mendorong masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan kebijakan.
- Mencegah Konflik:
Dengan informasi yang jelas, potensi terjadinya kesalahpahaman dan konflik dapat diminimalisir.
- Meningkatkan Kualitas Kebijakan:
Partisipasi masyarakat dalam proses sosialisasi dapat memberikan masukan yang berharga bagi perbaikan kebijakan di masa depan.

Contoh Kegiatan Sosialisasi Kebijakan

Publik:

- Penyuluhan: Penyampaian informasi melalui ceramah, diskusi, atau seminar.
- Media Massa: Pemanfaatan media cetak, elektronik, dan online untuk menyebarkan informasi.
- Media Sosial: Penggunaan platform media sosial untuk menjangkau audiens yang lebih luas.
- Pameran: Penyelenggaraan pameran yang menampilkan informasi mengenai kebijakan.
- Brosur dan Leaflet: Penyebaran materi informasi dalam bentuk cetak.

Sosialisasi kebijakan publik merupakan langkah krusial dalam memastikan keberhasilan implementasi kebijakan. Dengan sosialisasi yang baik, kebijakan dapat dipahami, diterima, dan dilaksanakan dengan efektif oleh seluruh pihak yang berkepentingan, termasuk masyarakat.

Perumusan kebijakan yang efektif memerlukan pendekatan berbasis data dan bukti. Sayangnya, masih banyak kebijakan di Indonesia yang bersifat top-down dan kurang mempertimbangkan kebutuhan lokal (World Bank, 2021). Akibatnya, intervensi kebijakan seringkali tidak tepat sasaran.

Implementasi Kebijakan Publik

Implementasi merupakan tahap krusial dalam menentukan keberhasilan kebijakan. Keterbatasan kapasitas birokrasi, tumpang tindih regulasi, serta lemahnya koordinasi antarlembaga menjadi kendala utama (Nasution, 2020). Misalnya, dalam program bantuan sosial, masih ditemukan masalah distribusi dan akurasi data penerima.

Implementasi kebijakan publik adalah proses pelaksanaan keputusan kebijakan, baik yang berupa undang-undang, perintah eksekutif, atau keputusan pengadilan, yang bertujuan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Ini adalah tahap penting dalam siklus kebijakan di mana tindakan nyata diambil untuk mewujudkan tujuan kebijakan. Implementasi melibatkan berbagai aktivitas seperti organisasi, interpretasi, dan penerapan kebijakan oleh berbagai pihak, baik individu maupun kelompok.

Implementasi kebijakan publik dapat dipahami sebagai:

- Pelaksanaan tindakan:

Aktivitas yang dilakukan oleh individu, pejabat, atau kelompok untuk mencapai tujuan kebijakan.

- Proses administrasi: Kegiatan yang dilakukan setelah kebijakan ditetapkan, termasuk mengadministrasikan dan menimbulkan dampak pada masyarakat.
- Penerapan keputusan kebijakan: Pelaksanaan kebijakan yang biasanya dalam bentuk undang-undang atau keputusan lainnya, yang mengidentifikasi masalah, tujuan, dan cara mencapai tujuan.
- Interaksi antara tujuan dan tindakan: Proses interaksi yang dinamis antara tujuan kebijakan dan tindakan yang diambil untuk mencapainya.

Tujuan utama implementasi kebijakan adalah untuk mewujudkan hasil yang diinginkan dari kebijakan tersebut. Hal ini melibatkan:

- Penyampaian hasil kebijakan: Memastikan bahwa output kebijakan (misalnya, barang atau jasa) dapat diterima dan dimanfaatkan oleh kelompok sasaran.
- Pencapaian tujuan kebijakan: Mewujudkan tujuan jangka panjang yang telah ditetapkan dalam kebijakan.
- Dampak nyata pada masyarakat: Memastikan bahwa kebijakan memberikan dampak positif dan nyata pada masyarakat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi Kebijakan Publik:

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan implementasi kebijakan antara lain:

- Komunikasi: Efektivitas komunikasi kebijakan kepada pelaksana dan kelompok sasaran.
- Sumber daya: Ketersediaan sumber daya manusia, anggaran, dan infrastruktur yang memadai.
- Disposisi: Sikap dan komitmen para pelaksana kebijakan.
- Struktur birokrasi: Kesesuaian struktur organisasi pelaksana kebijakan dengan tujuan kebijakan.
- Organisasi: Pembentukan dan penataan kembali sumber daya untuk mendukung pelaksanaan program.

- Interpretasi: Penafsiran kebijakan oleh pelaksana agar dapat diimplementasikan dengan tepat.
- Aplikasi: Penerapan kegiatan rutin seperti penyediaan layanan, pembayaran, dan lain-lain yang disesuaikan dengan tujuan kebijakan.

Contoh Implementasi Kebijakan Publik:

Beberapa contoh implementasi kebijakan publik dalam kehidupan sehari-hari meliputi:

- Larangan berjualan di trotoar:
Pemerintah mengeluarkan kebijakan larangan berjualan di trotoar untuk menjaga ketertiban dan keamanan. Pelaksanaan kebijakan ini melibatkan penegakan hukum oleh petugas, penertiban pedagang kaki lima, dan penyediaan tempat berjualan alternatif.
 - Subsidi Bahan Bakar Minyak (BBM):
Pemerintah memberikan subsidi BBM untuk menjaga harga BBM tetap terjangkau bagi masyarakat. Pelaksanaannya melibatkan penyaluran BBM bersubsidi oleh Pertamina dan pengawasan oleh instansi terkait.
 - Pergantian kurikulum pendidikan:
Pemerintah melakukan perubahan kurikulum pendidikan untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Pelaksanaannya melibatkan penyusunan kurikulum baru, pelatihan guru, penyediaan buku pelajaran, dan evaluasi implementasi kurikulum.
- Implementasi kebijakan publik merupakan proses yang kompleks dan dinamis. Keberhasilan implementasi sangat bergantung pada berbagai faktor, termasuk komunikasi yang efektif, ketersediaan sumber daya, disposisi pelaksana, dan struktur organisasi yang tepat.

Evaluasi Kebijakan Publik

Evaluasi pelaksanaan kebijakan publik adalah proses sistematis untuk menilai efektivitas, efisiensi, dan dampak dari suatu kebijakan yang telah diimplementasikan. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah kebijakan tersebut mencapai tujuan yang diinginkan, memberikan dampak positif, serta untuk memberikan rekomendasi perbaikan bagi kebijakan yang ada.

Evaluasi kebijakan publik merupakan bagian integral dari siklus kebijakan, yang membantu pemerintah dalam memahami sejauh mana kebijakan yang telah dibuat berhasil diimplementasikan dan mencapai hasil yang diharapkan. Evaluasi ini tidak hanya sekadar alat ukur, tetapi juga menjadi refleksi, akuntabilitas, dan dasar untuk perbaikan kebijakan di masa depan.

Tujuan Evaluasi Kebijakan Publik:

- Menilai Efektivitas:
Mengukur sejauh mana kebijakan berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Menilai Efisiensi:
Mengukur biaya dan sumber daya yang digunakan untuk mencapai tujuan kebijakan.
- Menilai Dampak:
Mengukur dampak kebijakan terhadap masyarakat dan lingkungan.
- Memberikan Rekomendasi Perbaikan:
Mengidentifikasi kelemahan dan memberikan saran untuk perbaikan kebijakan di masa depan.
- Meningkatkan Akuntabilitas:
Memastikan bahwa pemerintah bertanggung jawab atas kebijakan yang telah dibuat dan diimplementasikan.
- Meningkatkan Keterlibatan Masyarakat:
Libatkan masyarakat dalam proses evaluasi untuk memastikan kebijakan relevan dan responsif terhadap kebutuhan mereka.

Manfaat Evaluasi Kebijakan Publik:

- Peningkatan Kualitas Kebijakan:
Hasil evaluasi dapat digunakan untuk memperbaiki kebijakan yang ada dan merancang kebijakan baru yang lebih efektif.
- Peningkatan Efisiensi Penggunaan Sumber Daya:
Evaluasi dapat membantu mengidentifikasi cara untuk menggunakan sumber daya secara lebih efisien dalam pelaksanaan kebijakan.
- Peningkatan Akuntabilitas:
Evaluasi memastikan bahwa pemerintah bertanggung jawab atas kebijakan yang dibuat dan diimplementasikan.
- Peningkatan Keterlibatan Masyarakat:
Evaluasi yang melibatkan masyarakat dapat meningkatkan kepercayaan publik

pada pemerintah dan kebijakan yang dibuat.

Metode Evaluasi Kebijakan Publik:

Terdapat berbagai metode evaluasi yang dapat digunakan, antara lain:

- **Evaluasi Formatif:** Dilakukan selama proses implementasi kebijakan untuk memberikan umpan balik dan perbaikan.
- **Evaluasi Sumatif:** Dilakukan setelah kebijakan diimplementasikan untuk menilai hasil dan dampak secara keseluruhan.
- **Evaluasi Kinerja:** Mengukur pencapaian tujuan kebijakan dan efisiensi penggunaan sumber daya.
- **Evaluasi Dampak:** Mengukur dampak kebijakan terhadap masyarakat dan lingkungan.

Dapat disimpulkan bahwa evaluasi pelaksanaan kebijakan publik adalah proses penting untuk memastikan bahwa kebijakan yang dibuat efektif, efisien, dan memberikan dampak positif bagi masyarakat. Dengan melakukan evaluasi yang sistematis dan menggunakan berbagai metode yang tepat, pemerintah dapat meningkatkan kualitas kebijakan, meningkatkan akuntabilitas, dan melibatkan masyarakat dalam proses perbaikan kebijakan.

Contoh Kebijakan Publik di Indonesia:

- **Undang-Undang Cipta Kerja (UU No. 11 Tahun 2020):**
Bertujuan untuk menciptakan lapangan kerja, meningkatkan investasi, dan menyederhanakan perizinan usaha.
- **Undang-Undang Desa (UU No. 6 Tahun 2014):**
Bertujuan untuk memberdayakan desa, meningkatkan pembangunan desa, dan memberikan kewenangan yang lebih besar kepada desa.
- **Kebijakan Subsidi BBM:**
Bertujuan untuk menjaga stabilitas harga bahan bakar minyak dan meringankan beban masyarakat, khususnya masyarakat kurang mampu.
- **Kebijakan Jaminan Kesehatan Nasional (JKN):**
Bertujuan untuk memberikan akses pelayanan kesehatan yang terjangkau bagi seluruh masyarakat.

- **Kebijakan Pendidikan (misalnya Kurikulum Merdeka):**
Bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan relevansinya dengan kebutuhan dunia kerja.
- **Kebijakan Perlindungan Lingkungan:**
Bertujuan untuk menjaga kelestarian lingkungan dan mencegah terjadinya kerusakan lingkungan.

4. KESIMPULAN

Efektivitas kebijakan publik dalam meningkatkan kesejahteraan sosial bergantung pada kualitas perumusan, pelaksanaan, dan evaluasi kebijakan. Diperlukan penguatan kapasitas kelembagaan, peningkatan partisipasi publik, serta penerapan kebijakan berbasis bukti untuk menciptakan hasil kebijakan yang lebih adil dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dye, T. R. (2017). *Understanding Public Policy* (15th ed.). Pearson.
- Howlett, M., & Ramesh, M. (2020). *Studying Public Policy: Policy Cycles and Policy Subsystems* (4th ed.). Oxford University Press.
- Nasution, R. A. (2020). Kapasitas Birokrasi dalam Implementasi Kebijakan Sosial di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 6(2), 201–212.
- World Bank. (2021). *Public Expenditure Review: Indonesia*. <https://www.worldbank.org>

APLIKASI MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN RUANG SERVER PT PENJAMINAN JAMKRINDO SYARIAH BERBASIS INTERNET OF THINGS

Aji Nurrohman

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

Abstrak

Ruang server adalah bagian vital dari infrastruktur teknologi informasi di PT Jamkrindo Syariah. Untuk menjaga kinerja dan keberlangsungan operasional server, pemantauan kondisi lingkungan dalam ruang server menjadi sangat penting. Skripsi ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring ruang server berbasis Internet of Things (IoT) di PT Penjaminan Jamkrindo Syariah. Sistem ini dilengkapi dengan antarmuka Blynk dan Telegram untuk memberikan notifikasi jika terjadi kondisi abnormal, kerusakan sensor, serta mengirimkan laporan rutin setiap jam jika kondisi normal. Selain itu, pengguna dapat melihat kondisi suhu secara real-time dengan mengirimkan pesan melalui Telegram. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT22 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP8266. Data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan ke platform Blynk untuk dipantau secara real-time. Notifikasi otomatis dikirimkan melalui Telegram jika suhu ruangan melebihi batas normal atau jika terjadi kerusakan sensor. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pemantauan kondisi ruang server, mengurangi risiko kerusakan peralatan, dan meminimalkan downtime operasional.

Kata Kunci: IoT, monitoring suhu, Blynk, Telegram, ruang server

1. PENDAHULUAN

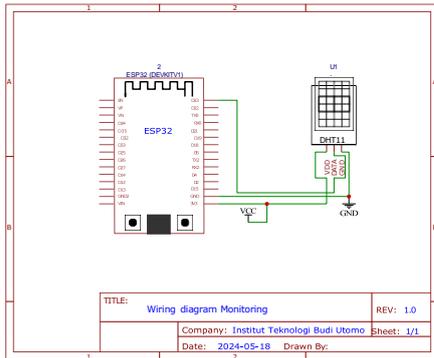
Cuaca yang saat ini tidak menentu memerlukan perkembangan teknologi sehingga dapat memantau atau hanya sekedar memonitoring suatu ruangan yang memerlukan suhu khusus. Penggunaan peralatan berbasis internet merupakan salah satu solusi yang dimana sangat berkembang pada era digital ini. Hal ini dapat dilihat dari berbagai macam inovasi yang tercipta untuk keperluan rumah tangga, bahkan dilingkungan kerja. Kebutuhan seperti ini berdampak pada banyak aspek di kehidupan masyarakat seperti perkembangan teknologi *IoT (Internet of Things)*. Menurut Fawzi Behmann IoT merupakan istilah dari penggunaan internet dalam skala yang lebih besar, menjadikan komputasi yang bersifat mobile dan konektifitas lalu menggabungkannya dalam kegiatan sehari-hari. Internet of Things (IoT) telah memberikan keuntungan dalam memudahkan aktivitas manusia di kehidupan sehari-hari, perkembangannya sangat pesat dan akan terus menerus berkembang lebih baik dari masa ke masa. (F. P. E. Putra, S. M. Dewi, Maugfiroh, and A. Hamzah, 2023). Internet Of Things adalah sebuah teknologi canggih yang pada dasarnya merujuk pada banyaknya device dan suatu system di seeluruh dunia yang saling terhubung satu sama lain dengan meggunakan internet dan bisa saling berbagi data, terknologi

- teknologi ini memiliki seperti sensor dan software dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung dengan internet dan mendukung kinerja tanpa menggunakan bantuan kabel, dan berbasis wirelessIoT memiliki hubungan yang erat dengan istilah machine-to-machine atau M2M (E. M. Y. Erwin and F. Pratama, 2023).

PT Penjaminan Jamkrindo Syariah memiliki Sistem Manajemen Keamanan Informasi (SMKI) yang berisi proses-proses dan aktivitas-aktivitas yang harus dijalankan di lingkungan Perusahaan dalam rangka menetapkan, mengimplementasikan, memelihara, dan meningkatkan SMKI secara berkesinambungan. Kebijakan pengendalian keamanan informasi juga termasuk didalamnya, seperti Pengelolaan aset, Pengelolaan akses, Keamanan fisik dan keamanan lingkungan. Keamanan area fisik meliputi wilayah umum, wilayah terbatas, dan wilayah tertutup. Wilayah tertutup hanya dapat dimasuki oleh pegawai Perusahaan tertentu yang telah diberikan wewenang oleh manajemen Perusahaan. Yang termasuk dalam kategori wilayah tertutup adalah data center dan perangkat server pada ruang server.

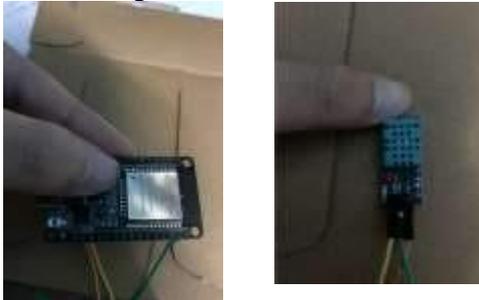
Wilayah tertutup harus diberikan pengamanan akses seperti halnya kartu akses untuk masuk dan CCTV untuk memantau dan

3. Desain Perancangan Alat

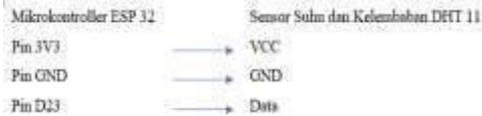


Gambar 3 Desain Perancangan Alat
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4. Perancangan Alat

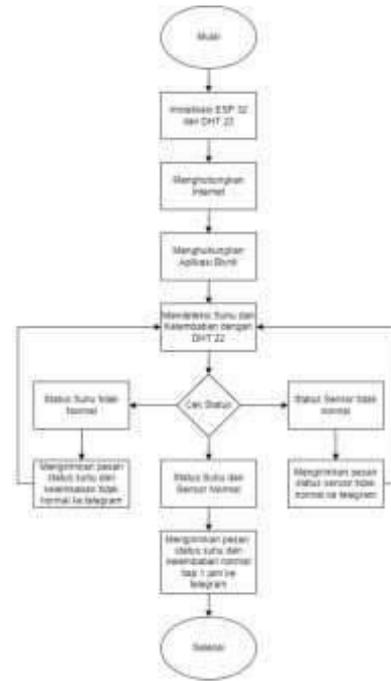


Gambar 3 Perancangan Alat
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



3. Perancangan Fitur Software dan Hardware

Perancangan yang dilakukan berkaitan dengan apakah DHT11, aplikasi Blynk, aplikasi Telegram dan arduino dapat bekerja dalam waktu yang bersamaan. Berikut adalah flowchart aplikasi monitoring suhu dan kelembaban yang dibuat dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 4 Flowchart Aplikasi Monitoring Suhu dan Kelembaban

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

a. Proses Inisialisasi ESP 32 dan DHT 11 menghubungkan ke Internet

```

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.begin("W201");

  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin("PusatITB", "102.102.102");
  Serial.println("WiFi connected");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("WiFi connected, IP address:");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  Serial.begin("PusatITB", "102.102.102");
  pinMode(A0, ANALOG_IN); // pin sensor suhu
  pinMode(D23, OUTPUT);

  while (pin < 30 & 2000) {
    Serial.println(" ");
    delay(2000);
    pin = pin + 1;
  }
  Serial.println(" ");
  delay(2000);
}

```

b. Proses menghubungkan DHT 11 dan ESP 32 ke aplikasi Blynk

```
void getTemperature() {
    unsigned long currentMillis = millis();

    if (currentMillis - previousMillis >= INTERVAL) {
        previousMillis = currentMillis;

        kelembaban = dht.readHumidity();
        suhu = dht.readTemperature();

        if (isnan(suhu)) suhu = 0;
        if (isnan(kelembaban)) kelembaban = 0;

        Serial.println("suhu = ");
        Serial.println(suhu);
        Serial.println("humidity = ");
        Serial.println(kelembaban);

        Blynk.virtualWrite(V2, suhu);
        Blynk.virtualWrite(V1, kelembaban);
    }
}
```

c. Proses pengecekan status suhu dan status sensor tidak

```
if (suhu < 0 || kelembaban < 0) {
    Blynk.virtualWrite(V2, 0);
    Blynk.virtualWrite(V1, 0);
    bot.sendMessage(GAT_ID, "Sensor Error / rusak, sensor di reset monitoring!");
    delay(5000); // Tunggu 5 detik sebelum mencoba lagi.
} else if (suhu < 20 || suhu > 28 || kelembaban < 40 || kelembaban > 70) {
    String final_data = "Suhu dan kelembaban tidak normal!";
    final_data += "suhu = " + String(suhu, 2) + " °C";
    final_data += "kelembaban = " + String(kelembaban, 2) + "%";
    bot.sendMessage(GAT_ID, final_data);
    delay(5000); // Kirim ulang pesan setiap 5 menit jika ada data kelembaban tidak normal.
} else if (currentMillis - last_time_send_time >= 600000) {
    String final_data = "Update Suhu & Kelembaban Base Server!";
    final_data += "suhu = " + String(suhu, 2) + " °C";
    final_data += "kelembaban = " + String(kelembaban, 2) + "%";
    bot.sendMessage(GAT_ID, final_data);
    last_time_send_time = currentMillis;
}
```

2.3. Metode Analisa Data

Data yang dikumpulkan akan dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui rata-rata, variabilitas, dan pola perilaku data lingkungan yang dihasilkan oleh sistem monitoring ruang server berbasis *Internet of Things*.

2.4. Metode Pembahasan Hasil

Validasi hasil dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dari sistem monitoring dengan data yang diperoleh secara manual atau dari sistem monitoring konvensional yang sudah ada. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan dan keandalan sistem yang telah dikembangkan.

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem baru akan dilakukan dengan menggunakan diagram UML untuk memvisualisasikan struktur dan alur kerja sistem. Berikut adalah beberapa diagram UML

yang menggambarkan perancangan sistem baru:

1.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem baru yang dirancang. Berikut adalah aktor dan use case utama dalam sistem ini:



Gambar 5. Use Case Diagram

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

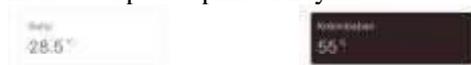
Pada gambar diatas dijelaskan rancangan dari diagram use case dimana terdapat 1 aktor, yaitu:

1. Staf IT
 - a. Login Aplikasi Blynk
Staf harus melakukan login ke mobile blynk ataupun web base dari blynk.
 - b. Monitoring Suhu & Kelembaban
Monitoring akan ditampilkan secara realtime pada aplikasi blynk
 - c. Status Sensor
Status sensor akan dikirimkan melalui aplikasi telegram
 - d. Monitoring Notifikasi Telegram
Notifikasi dari telegram akan mengirimkan status sensor dan juga suhu.

1.2 Implementasi Interface

Interface memperlihatkan hasil interface dari prototipe monitoring ruang server PT Penjaminan Jamkrindo Syariah. Implementasi interface sebagai berikut:

1. Halaman awal pada aplikasi Blynk



Gambar 6 Halaman Awal Pada Aplikasi Blynk

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2. Halaman chat pada aplikasi Telegram

a. Tampilan Pesan Cek Status



Gambar 7 Tampilan Pesan Cek Status
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

b. Tampilan Pesan Sensor Tidak Terbaca



Gambar 8 Tampilan Pesan Sensor Tidak Terbaca
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

c. Tampilan Pesan Suhu dan Kelembaban Tidak Normal



Gambar 9 Tampilan Pesan Suhu dan Kelembaban Tidak Normal
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

bahwa perangkat lunak berfungsi dengan benar dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Berikut adalah tabel yang menampilkan hasil pengujian menggunakan metode black box testing :

Tabel 1. Skenario Black Box Testing

No	Pengujian	Test Case	Harapan	Hasil
1	Pesan rutin setiap 1 jam.	Membuat status suhu dan kelembaban pada kondisi normal, serta menerima status 1 jam.	Pesan rutin dikirim ke Telegram setiap 1 jam dengan informasi suhu normal.	Selesai
2	Pengujian Melalui Suhu sensor. Kelembaban.	Mengirimkan pesan permintaan suhu dan kelembaban melalui telegram.	Sistem mengirim pesan balasan dengan informasi suhu dan kelembaban ruangan saat ini.	Selesai
3	Pengujian Penanganan Pesan Masalah.	Membuat status error dengan cara memasukkan sensor.	Pesan notifikasi dikirim ke Telegram dengan informasi sensor rusak.	Selesai
4	Pengujian Penanganan Status Tidak Normal.	Membuat status suhu dan kelembaban melebihi batas normal.	Pesan notifikasi dikirim ke Telegram dengan informasi suhu tidak normal.	Selesai
5	Pengujian Interface Blynk.	Melakukan perbandingan suhu aktual dengan aplikasi blynk.	Tampilan suhu pada Blynk sesuai dengan suhu aktual dari sensor.	Selesai

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

1.3 Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan oleh perancang menggunakan metode black box testing. Metode ini berfokus pada pengamatan hasil output dari perangkat lunak tanpa perlu memahami struktur kode internalnya. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk memastikan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem monitoring suhu ruangan server pada PT Penjaminan Jamkrindo Syariah berbasis IoT dengan interface Blynk dan Telegram. Aplikasi

suhu dan kelembaban ruang server berbasis IoT berhasil dilakukan dengan mengintegrasikan sensor suhu dan kelembaban yang terhubung ke mikrokontroler. Data dari sensor ini dikirimkan secara real-time ke aplikasi monitoring melalui jaringan internet. Aplikasi tersebut memberikan akses bagi pengguna untuk memantau kondisi ruang server dari mana saja dan kapan saja melalui aplikasi Blynk dan aplikasi Telegram. Dengan fitur ini, manajemen PT Penjaminan Jamkrindo Syariah dapat memastikan bahwa kondisi lingkungan ruang server selalu dalam keadaan optimal.

Implementasi sistem otomatisasi yang mendeteksi dan memberikan peringatan dini terhadap potensi masalah atau kegagalan server telah berhasil dilakukan. Sistem ini menggunakan sensor yang terus memantau kondisi suhu dan kelembaban ruang server. Ketika terjadi perubahan suhu atau kelembaban yang melebihi batas yang telah ditetapkan, sistem secara otomatis mengirim notifikasi berupa pesan singkat kepada pengguna. Dengan adanya peringatan dini ini, tindakan pencegahan dapat segera diambil untuk menghindari kerusakan pada server dan perangkat lainnya.

Telah dilakukan pengujian menggunakan metode black box testing. Sistem ini mampu memberikan data suhu dan kelembaban secara akurat dan real-time. Notifikasi peringatan dini juga berhasil terkirim saat terjadi suhu dan kelembaban yang tidak normal pada kondisi ruang server. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam menjaga kestabilan suhu dan kelembaban ruang server, sehingga mendukung operasional data center PT Penjaminan Jamkrindo Syariah secara optimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

Buku

- D. Kho, "Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) dan Strukturnya," Teknik Elektronika, 2020.

Jurnal Ilmiah

- F. P. E. Putra, S. M. Dewi, Maugfiroh, and A. Hamzah, "Privasi dan Keamanan Penerapan IoT Dalam Kehidupan Sehari-Hari : Tantangan dan Implikasi," J. Sistim Inf. dan Teknol., 2023.
- A. Selay et al., "Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X," Karimah Tauhid, 2022.

- M. T. Helma Febri Selia¹⁾, Wira Indani, S.T., "Sistem Monitoring Dan Controlling Suhu Dan Kelembaban Berbasis Telegram Pada Ruang Server," Politek. Caltex Riau, 2021.

KOMPARASI DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA MACHINE LEARNING UNTUK KLASIFIKASI KREDIT BERMASALAH PADA PT BPR NUSUMMA KLATEN

Sigit Wibisono

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

Abstrak

Tingkat kredit bermasalah yang tinggi dapat mengganggu stabilitas keuangan lembaga perbankan, sehingga diperlukan sistem klasifikasi yang akurat untuk mendeteksi potensi gagal bayar sejak dini. Penelitian ini bertujuan untuk membangun dan membandingkan model klasifikasi risiko kredit menggunakan algoritma machine learning, yaitu Random Forest, XGBoost, dan Support Vector Machine (SVM). Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini meliputi ketidakakuratan dalam klasifikasi nasabah, kurangnya pemanfaatan data historis, serta belum diterapkannya metode analitik berbasis algoritma cerdas. Metode penelitian mengikuti pendekatan Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) yang mencakup pemahaman bisnis, eksplorasi data, praproses data, pemodelan, evaluasi model, hingga tahap implementasi. Dataset yang digunakan berasal dari laporan historis nasabah kredit di PT BPR Nusumma Klaten. Evaluasi dilakukan dengan mengukur akurasi, precision, recall, F1-score, dan AUC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Random Forest memiliki kinerja terbaik dengan nilai evaluasi yang lebih stabil dibandingkan XGBoost dan SVM. Temuan ini diharapkan dapat membantu lembaga keuangan dalam meningkatkan efisiensi proses analisis risiko kredit dan pengambilan keputusan berbasis data.

Kata kunci : Komparasi, implementasi, algoritma, machine learning

1. PENDAHULUAN

Pemberian kredit oleh pihak Perbankan atau Lembaga Keuangan dengan segala konsekuensi serta risikonya, adalah suatu tantangan utama yang harus dihadapi. Kredit bermasalah atau *Non-performing Loan (NPL)* dapat berdampak pada kesehatan Bank atau suatu Lembaga Keuangan. Banyak pada Bank atau Lembaga Keuangan dalam pemberian kreditnya yang penuh resiko yang ada, proses penentuan tingkat risiko kredit masih dilakukan secara manual yaitu menggunakan pendekatan tradisional. Metode dan prosesnya adalah seperti penelusuran atas riwayat pembayaran calon debitur, bermasalah atau lancar sebagai nasabah atau analisis laporan keuangan dan wawancara dengan calon debitur. Metode ini memiliki keterbatasan karena bergantung pada subjektivitas penilai. Salah satu permasalahan utama dalam pengelolaan kredit adalah bagaimana mengklasifikasikan nasabah ke dalam kategori kredit lancar atau bermasalah berdasarkan riwayat pembayaran. Beberapa nasabah memiliki saldo tabungan tinggi tetapi masih mengalami kesulitan dalam membayar cicilan, sementara yang lain memiliki pinjaman kecil tetapi tetap mengalami gagal bayar

Seiring berkembangnya teknologi *data mining* (Mustika, Yunita, dan Abraham, 2021) dan *machine learning* (Kadek Nonik Erawati, Ni Nengah Dita Ardiani, dan Gede Agus Santiago, 2024), maka muncul kebutuhan untuk menerapkan suatu sistem bekerja otomatis yang dapat membantu mengidentifikasi risiko kredit secara lebih akurat dan cepat. Adalah suatu sistem yang diperlukan ini bekerja dengan efektif untuk mengklasifikasikan, kemungkinan nasabah berdasarkan potensi gagal bayar. Dengan meningkatnya volume data keuangan, pemanfaatan metode berbasis kecerdasan buatan seperti *Random Forest* (K. N. Erawati, N. N & D. Ardiani, 2024), *XGBoost* dan *Support Vector Machine (SVM)* sebagai solusi yang dapat meningkatkan akurasi dalam memprediksi tantangan risiko kredit. *Random Forest* merupakan teknik *ensemble learning* yang mampu mengurangi *overfitting* dan bekerja dengan baik pada data kompleks. *XGBoost* digunakan untuk mengatasi masalah klasifikasi atau regresi dengan data yang besar dan kompleks. Sementara *SVM* dapat memisahkan kelas data dengan margin maksimal untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Ketiga algoritma ini akan digunakan untuk menentukan model terbaik

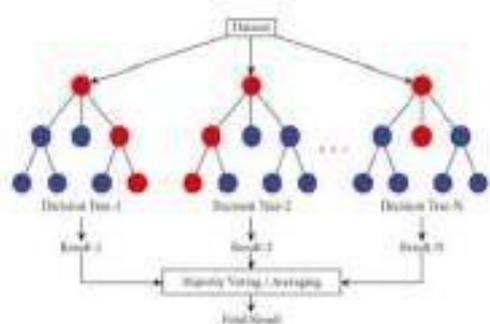
dalam memprediksi nasabah dengan risiko gagal bayar tinggi.

Penerapan dengan menggunakan pendekatan berbasis *machine learning*, diharapkan bank serta lembaga keuangan dapat meningkatkan efektivitas dalam manajemen risiko kredit. Penggunaan algoritma *Random Fores*, *XGBoost*, dan *SVM* tidak hanya dapat membantu manajemen dalam mengidentifikasi calon debitur yang berpotensi bermasalah, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi dalam pengambilan keputusan, sehingga mengurangi kemungkinan jumlah kredit bermasalah, yang pada akhirnya mendukung stabilitas keuangan perusahaan dalam jangka panjang.

2. METODOLOGI

2.1 Random Forest

Random Forest adalah algoritma *ensemble* yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi dengan membangun sejumlah pohon keputusan secara acak dan menggabungkan hasilnya untuk meningkatkan Accuracy. Setiap pohon dibentuk dengan memilih subset acak dari data dan fitur, yang membantu mengurangi *overfitting* dan meningkatkan kemampuan generalisasi. Prediksi akhir diperoleh melalui voting (untuk klasifikasi) atau *averaging* (untuk regresi) dari semua pohon. *Random Forest* dikenal karena keandalannya, kemampuannya mengelola data besar, dan ketahanannya terhadap *overfitting*



Gambar . 1 Arsitektur Algoritma Random Forest
(Sumber: https://www.trivusi.web.id/2022/08/algoritma-random-forest_html)

Persamaan : 2.

$$\hat{y} = \text{mode}(\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_\tau) \quad (2.1)^*$$

Deskripsi:

\hat{y} : prediksi yang diberikan oleh pohon keputusan ke-t.

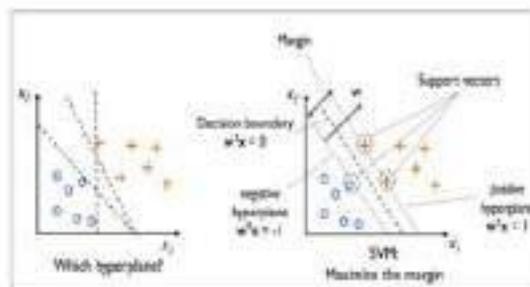
τ : jumlah pohon dalam hutan.

mode : nilai yang paling sering muncul dalam daftar prediksi pohon.

2.2 Support Vector Machine

Support Vector Machine (SVM) merupakan algoritma pembelajaran mesin yang diperkenalkan oleh Vapnik pada tahun 1992 untuk keperluan klasifikasi dan regresi. Algoritma ini sangat efektif dalam menangani data non-linear serta data berdimensi tinggi. Prinsip dasarnya adalah menentukan hyperplane paling optimal yang memisahkan dua kelas data dengan memaksimalkan margin, yakni jarak maksimum antara data dari kedua kelompok.

SVM merupakan algoritma pembelajaran mesin yang sering diterapkan dalam tugas klasifikasi dan regresi. Metode ini dirancang untuk menentukan hyperplane terbaik yang memisahkan data dengan margin maksimal. Dalam studi analisis sentimen publik terhadap polusi udara di Jakarta, *SVM* digunakan untuk mengklasifikasikan kolektabilitas terkait kredit bermasalah berdasarkan data teks yang telah diproses sebelumnya.



Gambar 2. Arsitektur Algoritma SVM

(Sumber : <https://insancs.medium.com/support-vector-machine-svm-implementation-using-python-4442e9a5babc>)

Persamaan : 2.2

$$w'x + b = 0 \quad (2.2)^*$$

Deskripsi:

w : Vektor bobot.

x : Vektor fitur.

b : Bias atau intercept.

2.3 XGBoost

Extreme Gradient Boosting (XGBoost) adalah salah satu metode dalam machine learning yang tergolong ke dalam *ensemble method*. *Ensemble method* adalah teknik pembelajaran mesin yang menggabungkan

beberapa model dasar untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan stabil. *XGBoost* menggunakan salah satu konsep dari *ensemble method* yang disebut dengan *boosting*. Konsep *boosting* melakukan pembangunan beberapa pohon melalui perbaikan kesalahan yang dilakukan oleh model sebelumnya dengan memberikan bobot lebih pada data yang salah diklasifikasikan.

Menurut Sri Elina Herni Yulianti, Oni Soesanto, dan Yuana Sukmawaty, (2022) Pada metode ini diperlukan fungsi objektif yang berguna untuk menilai seberapa bagus model yang didapatkan sesuai dengan data latih. Karakteristik yang terpenting dari fungsi objektif terdiri dari 2 bagian yaitu nilai pelatihan yang hilang dan nilai regularisasi seperti pada persamaan 2.3 berikut ini.

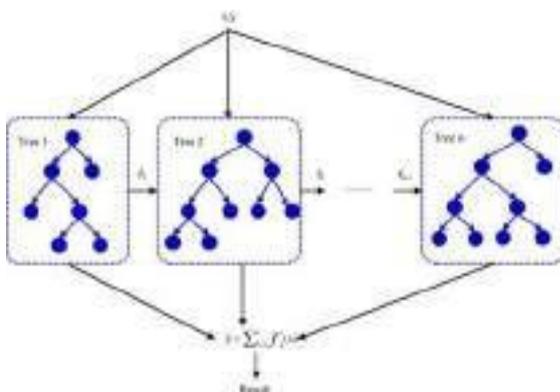
$$obj(\theta) = L(\theta) + \Omega(\theta) \quad (2.3)^*$$

Dimana L adalah fungsi pelatihan yang hilang, dan Ω adalah fungsi regularisasi, dan θ adalah parameter model terkait. Fungsi pelatihan yang hilang secara umum dapat ditulis seperti pada persamaan 2.4 sebagai berikut.

$$L(\theta) = \sum_{i=1}^n l(y_i, \hat{y}_i) \quad (2.4)^*$$

Deskripsi :

- y_i : adalah nilai data sebenarnya yang dianggap benar
- \hat{y}_i : adalah hasil nilai prediksi dari model,
- n : adalah jumlah iterasi nilai dari mod



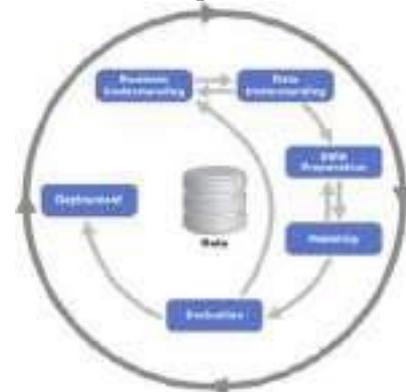
Gambar .3 Arsitektur Algoritma XGBoost

(Sumber

<https://medium.com/@myskill.id/xgboost-fa0a8547e197>)

2.4 CRISP-DM

Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) (Astri Nur Khusna, 2022), yaitu sebuah standar proses yang umum digunakan dalam praktik data mining lintas industri. Standar ini dikembangkan oleh tiga pelopor utama di bidang data mining, yakni Daimler-Benz, SPSS Inc dan NCR. Penerapan CRISP-DM bertujuan agar proses data mining menjadi sistematis, terukur, dapat diandalkan, serta memenuhi kaidah standar yang berlaku. Secara umum, pendekatan ini terdiri dari enam tahapan utama.



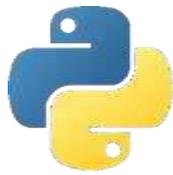
Gambar 4. Diagram Proses CRISP-DM (Sumber : Astri Nur Khusna, 2022)

2.5 Python

Python merupakan salah satu bahasa pemrograman yang sangat populer dan serbaguna dalam menyelesaikan berbagai permasalahan komputasi. Perkembangan terkini menunjukkan bahwa penggunaan Python telah meluas hingga mencakup bidang ekonometrika, statistik, serta analisis numerik secara umum. Dalam hal analisis data, komputasi eksploratif, dan visualisasi interaktif, Python memiliki kapabilitas yang sebanding dengan bahasa pemrograman lainnya seperti R, MATLAB, SAS, dan Stata. Berdasarkan hasil survei terkini, Python menempati posisi teratas sebagai salah satu bahasa pemrograman utama yang digunakan dalam bidang data science maupun pengembangan perangkat lunak secara umum. Keunggulan utama Python terletak pada struktur sintaksis yang sederhana, tingkat keterbacaan kode yang tinggi, serta portabilitasnya yang memudahkan pengembangan lintas platform. (Rommi Kaestria dan Elok Faiqotul Himmah, 2023)

[9]. Beberapa pustaka penting yang digunakan dalam analisis data antara lain:

1. **NumPy**, digunakan untuk untuk operasi numerik
2. Pandas digunakan untuk manipulasi dan analisis data (D. A. Pamungkas, A. Amali, 2025)
3. Matplotlib digunakan untuk membuat berbagai jenis grafik dengan tingkat kustomisasi yang tinggi
4. Seaborn: Membantu membuat grafik statistik dengan tampilan yang lebih menarik daripada Matplotlib.



Gambar .5 logo Python

(Sumber : <https://bpti.uhamka.ac.id/mengenal-python-penjelasan-dan-penggunaannya/>)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

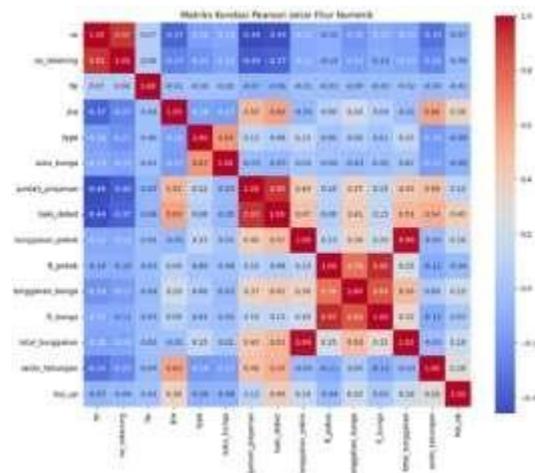
3.1 Strategi Pemecahan Masalah

Untuk menjawab permasalahan yang ada, strategi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah menerapkan metode klasifikasi berbasis *machine learning* guna membangun model prediksi terhadap potensi kredit bermasalah. Strategi ini mencakup beberapa tahapan, adalah:

1. Pengumpulan serta pemahaman terhadap data historis nasabah dari BPR Nusumma Klaten.
2. Praproses data dan eksplorasi fitur yang memiliki relevansi terhadap risiko kredit.
3. Implementasi dan komparasi beberapa algoritma klasifikasi seperti Random Forest, XGBoost, dan SVM.
4. Evaluasi kinerja model menggunakan metrik seperti akurasi, precision, recall, dan F1-score.
5. Rekomendasi model dengan performa terbaik sebagai dasar pengembangan sistem pendukung keputusan dalam proses seleksi kredit, yang selanjutnya diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web menggunakan Streamlit.

3.2 Analisis Korelasi Pearson antar Fitur Numerik

Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan linear antar variabel numerik dalam dataset. Dalam penelitian ini, korelasi dihitung menggunakan metode Pearson, yang merupakan teknik statistik untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linear antara dua variable



Gambar 6. Matriks Korelasi antar fitur numerik
(Sumber : Dokumentasi penelitian)

Berdasarkan Gambar 4.1 dilakukan analisis korelasi antar variabel numerik guna mengidentifikasi hubungan linier yang kuat maupun lemah antar fitur.

1. Korelasi Positif Kuat

1) Jumlah_pinjaman sangat berkorelasi dengan :

- **baki_debet (0.93)**
- **tunggakan_pokok (0.40)**
- **total_tunggakan (0.43)**

1) baki_debet memiliki korelasi tinggi dengan :

- **jumlah_pinjaman (0.93)**
- **total_tunggakan (0.51)**

2) **tunggakan_pokok, tunggakan_bunga, dan total_tunggakan** menunjukkan korelasi sangat tinggi antar satu sama lain :

- **tunggakan_pokok dengan total_tunggakan: 0.99**
- **tunggakan_bunga dengan total_tunggakan: 0.50**
- **tunggakan_pokok dengan tunggakan_bunga: 0.36**
- **ft_pokok dengan ft_bunga: 0.95**

2. Korelasi Negatif atau Lemah

- 1) no, no_rekening, dan hp memiliki korelasi sangat lemah atau mendekati nol terhadap semua fitur — wajar karena sifatnya lebih sebagai pengenalan identitas (ID).
- 2) type dan suku_bunga tidak menunjukkan hubungan yang kuat terhadap fitur numerik lainnya.
- 3) top_up cenderung memiliki korelasi rendah dengan semua variabel (maksimal sekitar **0.40** dengan baki_debet).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai penerapan dan perbandingan algoritma machine learning dalam klasifikasi tingkat kredit bermasalah di PT BPR Nusumma Klaten, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil evaluasi model, penerapan algoritma machine learning terbukti mampu meningkatkan ketepatan dalam mengklasifikasikan nasabah berdasarkan risiko kredit. Di antara algoritma yang diuji, Random Forest menunjukkan performa paling stabil dan unggul dalam seluruh metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, F1-score, dan AUC. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis machine learning lebih unggul dibanding metode manual dalam proses klasifikasi kredit bermasalah.
2. Data historis nasabah memberikan kontribusi besar dalam pembangunan model prediksi yang akurat. Melalui tahapan data preparation dan analisis mendalam, informasi dari data historis berhasil dimanfaatkan untuk menemukan pola-pola tertentu yang berkaitan dengan kemungkinan gagal bayar. Dengan demikian, pemanfaatan data historis terbukti efektif dalam menunjang sistem klasifikasi risiko kredit berbasis machine learning.
3. Setiap algoritma memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing, namun dalam konteks penelitian ini, Random Forest menjadi pilihan terbaik karena mampu menangani data tidak seimbang dan menghasilkan klasifikasi yang konsisten. Oleh karena itu, pemilihan metode klasifikasi yang sesuai dengan karakteristik data sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal dalam prediksi kredit bermasalah.

DAFTAR PUSTAKA

- D. A. Pamungkas, A. Amali, and U. D. Soer, 2025. "Analisis sentimen publik terhadap polusi udara di Kota Jakarta: Perbandingan algoritma Support Vector Machine, Naive Bayes, dan Random Forest", *JUTISI: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 13, no. 3.
- K. Erwansyah, B. Andika, and R. Gunawan, 2021. "Implementasi data mining menggunakan asosiasi dengan algoritma Apriori untuk mendapatkan pola rekomendasi belanja produk pada Toko Avis Mobile", *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, vol. 4, no. 1, pp. 148–161.
- K. N. Erawati, N. N. D. Ardiani, and G. A. Santiago, 2024. "E-module interaktif berbasis flipbook pada matakuliah machine learning untuk meningkatkan kreatifitas mahasiswa", *Jurnal Penjaminan Mutu*, vol. 10, no. 1, pp. 45–51
- Mustika et al., *Data Mining dan Aplikasinya*, 2021. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung
- R. Kaestria and E. F. Himmah, "Implementasi bahasa pemrograman python untuk *path analysis*", 2023. *Jurnal Komputasi*, vol. 11, no. 2, pp. 105-117.
- S. E. H. Yulianti, O. Soesanto, and Y. Sukmawaty, 2022. "Penerapan metode Extreme Gradient Boosting (XGBoost) pada klasifikasi nasabah kartu kredit", *JOMTA: Journal of Mathematics: Theory and Applications*, vol. 4, no. 1, pp. 21–26,.

EVALUASI KINERJA LALU LINTAS PADA JALAN DI PERLINTASAN SEBIDANG JALUR PERLINTASAN LANGSUNG (JPL) 99 DI TAMBUN SELATAN, KABUPATEN BEKASI

Ike Oktaviani

Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
ikeoktaviani21@gmail.com

Abstrak

Pelintasan Sebidang Jalur Perlintasan Langsung (JPL) 99 terletak di Tambun Selatan Kabupaten Bekasi. Pada perlintasan sebidang JPL 99 Kompas jumlah kereta api yang melintas setiap harinya berjumlah 378 kereta dengan jenis Kereta Jarak Jauh (KJJ) dan Kereta Rel Listrik (KRL) dengan rata-rata jumlah kereta yang melintas setiap jamnya sebanyak 13 hingga 15 kereta. Hal ini menyebabkan terjadinya kepadatan arus lalu lintas pada ruas Jalan Baru Kompas I, Jalan baru Kompas 2, dan Jalan Jatikubang. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kinerja ruas jalan dan mencari alternatif penyelesaian masalahnya. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data volume kendaraan, inventarisasi simpang. Data sekunder adalah data jaringan jalan, jumlah penduduk di Kabupaten Bekasi, Data pendapatan domestik Kabupaten Bekasi serta Grafik Perjalanan Kereta Api pada JPL 99. Data tersebut akan diobservasi terhadap analisis kelayakan ekonomi untuk menghitung, Kapasitas, Derajat Kejenuhan, kepadatan, serta kecepatan rata-rata yang hasil akhirnya untuk mengetahui Tingkat Pelayanan Simpang (*Level of Service*). Setelah mengetahui kinerja simpang di lakukan dua (2) alternatif penyelesaian masalah. Alternatif pertama dengan membuat perlintasan menjadi tidak sebidang dengan membangun *underpass* sedangkan alternatif kedua dengan membuat perlintasan menjadi tidak sebidang dengan membangun *flyover*. Setelah mendapatkan hasil analisis kemudian dilakukan perbandingan alternatif manakah yang merupakan alternatif terbaik untuk Perlintasan Sebidang Jalur Perlintasan Langsung 99. Hasilnya adalah alternatif kedua yang merupakan alternatif terbaik untuk Perlintasan Sebidang JPL 99 di tambun Selatan, Kabupaten Bekasi.

Kata kunci : kinerja, perlintasan, sebidang, jalur

1. PENDAHULUAN

Perlntasan Sebidang merupakan perpotongan antara jalan dengan jalur kereta api. Pada perlntasan sebidang antara jalur kereta api dan jalan, pengemudi kendaraan wajib memprioritaskan kereta api yang akan melintas. Akan tetapi pada perlntasan sebidang masih terdapat permasalahan yang belum dapat terselesaikan hingga saat ini yaitu kemacetan. Kemacetan pada perlntasan sebidang disebabkan oleh berbagai faktor seperti lamanya durasi waktu penutupan pintu perlntasan, ketidak disiplin pengguna jalan, serta berbagai faktor lainnya.

Pada perlntasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan jumlah kereta api yang melintas setiap harinya berjumlah 378 kereta dengan jenis Kereta Jarak Jauh (KJJ) dan Kereta Rel Listrik (KRL) dengan rata-rata jumlah kereta yang melintas setiap jamnya sebanyak 13 hingga 15 kereta api, serta jumlah penutupan pintu perlntasan dalam

satu jam yaitu 8 sampai 10 kali penutupan pintu perlntasan. Dengan kondisi demikian dapat menimbulkan antrian yang panjang ruas jalan dan menyebabkan kemacetan pada perlntasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan. Perlntasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan terletak 450 m ke arah utara dari Jalan Raya Pantura. Perlntasan sebidang tersebut JPL 99 merupakan salah satu perlntasan sebidang yang menjadi akses bagi masyarakat dalam melakukan kegiatan mobilitas sehari-hari. Ruas jalan pada perlntasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan memiliki tipe ruas jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (Gandhi Wibowo & Hartanto, 2019).

Berdasarkan penjelasan kondisi tersebut, diperlukannya evaluasi kinerja lalu lintas untuk meminimalisir terjadinya kemacetan pada perlntasan sebidang JPL 99 Kompas. Dengan demikian diperlukan penelitian untuk menganalisis permasalahan yang terjadi agar

dapat memberikan solusi dalam mengatasi permasalahan yang ada. Untuk itu penulis melakukan penelitian

2

yang berjudul Evaluasi Kinerja Lalu Lintas pada Perlintasan Sebidang Jalur Perlintasan Lansung (JPL) 99 Kompas, Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Manajemen rekayasa lalu lintas adalah proses perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian sistem transportasi untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan kenyamanan pengguna jalan (Permen no.95, 2015).

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini digunakan penelitian evaluasi yaitu jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penelitian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi yang telah selesai dilaksanakan.

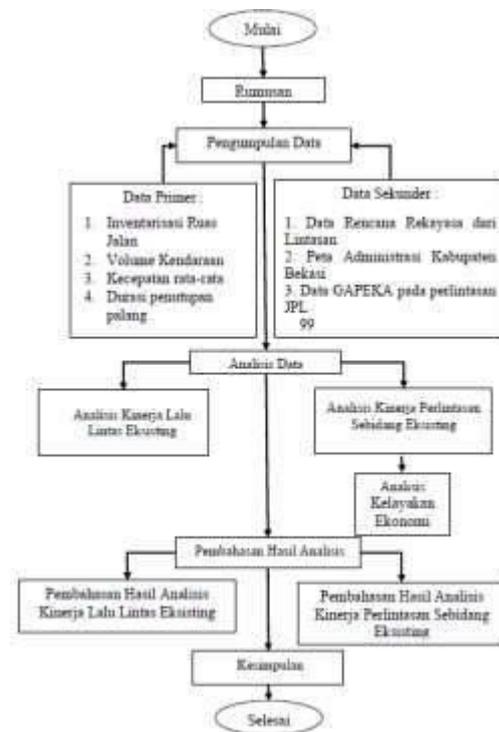
Variabel pada penelitian ini adalah melakukan evaluasi terhadap kinerja lalu lintas pada jalan di perlintasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan. Indikator yang mendasari penelitian ini adalah dengan memperhatikan volume arus lalu lintas, derajat kejenuhan, kapasitas tempuh, dan tingkat pelayanan.

Metode penelitian evaluasi terhadap kinerja lalu lintas pada jalan di perlintasan sebidang JPL 99 Kompas, di Tambun Selatan yaitu dengan menggunakan analisis kelayakan ekonomi.

Kerangka pemikiran merupakan suatu dasar pemikiran yang disusun berdasarkan penelitian, kajian kepustakaan dan observasi. Dimulai dengan merumuskan masalah kemudian dilakukan pengumpulan data secara primer dan sekunder. Data primer didapatkan di lapangan sedangkan data sekunder dari instansi terkait.

Setelah data terkumpul, selanjutnya dilakukan analisis untuk mendapatkan kesimpulan dari evaluasi kinerja lalu lintas di jalan pada perlintasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan. Kemudian terdapat beberapa alternatif pemecahan masalah untuk dicari alternatif terbaik dan ditarik kesimpulan dari hasil pembahasan analisisnya.

Pola pikir/ kerangka pemikiran dapat dilihat dalam bagan alir berikut ini:



Gambar 1. Kerangka Pemikiran
Sumber : Analisis Mandiri (2025)

Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Didalam penelitian ini dibutuhkan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui observasi yaitu data volume kendaraan, data kecepatan rata-rata, inventarisasi ruas, dan waktu durasi penutupan perlintasan kereta. Sedangkan untuk data sekunder merupakan data jaringan jalan sekitar lokasi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penelitian

Data Primer

Data primer dalam penelitian ini adalah volume kendaraan, data geometrik ruas jalan, kapasitas ruas jalan, kecepatan rata-rata, dan kepadatan.

a. Volume Kendaraan

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu segmen jalan per satuan waktu.

b. Data Inventarisasi Ruas

Data Sekunder

Data sekunder dari penelitian ini adalah data jumlah penduduk dan data jaringan jalan, sebagai berikut:

a. Data Jumlah Penduduk

Menurut data Dinas Pendudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bekasi terletak di Provinsi Jawa Barat, Indonesia, dengan ibu kotanya berada di Kecamatan Cikarang Pusat. Secara geografis, Kabupaten Bekasi terletak di

42 antara 6° 10' 53" - 6°30' 6" lintang selatan dan 106° 48' 28" - 107° 27' 29" bujur timur. Topografinya terdiri dari dataran rendah yang mencakup sebagian wilayah bagian utara dan dataran bergelombang di wilayah bagian selatan. Ketinggian daerah ini bervariasi antara 6 hingga 115 meter dengan kemiringan yang berkisar antara 0 hingga 250.

Semakin besar kota semakin agresif pengemudi menjalankan mobilnya sehingga dianggap menaikkan kapasitas. Ukuran kota dibedakan berdasarkan besarnya populasi penduduk, jika jumlah penduduk pada suatu kota mencapai satu juta sampai dengan tiga juta jiwa maka dapat diklasifikasikan bahwa ukuran kota ini merupakan kota besar.

b. Peta Jaringan Jalan

Data jaringan jalan digunakan sebagai data pendukung untuk mengetahui klasifikasi jalan pada Perlintasan sebidang JPL99 di Tambun Selatan. Berikut adalah rincian data Perlintasan sebidang JPL99 di Tambun Selatan

Analisis Kinerja Lalu Lintas di Perlintasan Sebidang

Evaluasi lalu lintas terhadap data-data dibawah ini:

a. Kapasitas Ruas Jalan

Dalam perhitungan kapasitas ruas jalan dibutuhkan data tipe jalan, hambatan samping, tata guna lahan, presentase arus lalu lintas per arah, lebar efektif jalan, dan jumlah penduduk. Berikut adalah perhitungan kapasitas jalan pada ruas

1. Jalan Baru Kompas 1

a. Kapasitas dasar (Co)

Jalan Baru Kompas 1 memiliki tipe jalan 2/2 TT. Sehingga nilai kapasitas dasar ruas Jalan Baru Kompas 1 sebesar 2800 smp/jam untuk dua arah lalu lintas.

b. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur (FCLJ)

Jalan Baru Kompas 1 mempunyai lebar lajur efektif sebesar 6 m dengan tipe jalan 2/2 TT. Maka nilai FCLJ jalan tersebut sebesar 0,87. c. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat PA Pada Tipe Jalan Tak Terbagi (FCPA)

Persentase pemisah arah pada Jalan Baru Kompas 1 yaitu sebesar 50:50, sehingga nilai FCPA yaitu sebesar 1.

d. Faktor koreksi akibat kondisi kelas hambatan samping (FCHS)

Ruas Jalan Baru Kompas 1 tidak memiliki bahu jalan dan termasuk kedalam kategori kelas hambatan samping tinggi karena merupakan disana banyak aktivitas pertokoan. Berdasarkan faktor koreksi akibat kondisi kelas hambatan samping maka nilai FCHS pada Jalan Baru Kompas 1 yaitu 0,81. 48

e. Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota (FCUK)

Kabupaten Bekasi memiliki jumlah penduduk yaitu 3.214.791 jiwa. Maka nilai Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota (FCUK) yaitu 1,04.

f. Kapasitas Ruas Jalan

Perhitungan kapasitas ruas Jalan Baru Kompas 1 yaitu dengan memasukan nilai-nilai yang telah diidentifikasi sebelumnya kedalam persamaan sebagai berikut:

$$C = CO \times FCLJ \times FCPA \times FCHS \times FCUK$$

$$C = 2800 \times 0,87 \times 1 \times 0,81 \times 1,04$$

$$C = 2.052,08 \text{ smp/jam}$$

2. Jalan Baru Kompas II

3. Jalan Jati Kubang

Tabel 1. Tingkat pelayanan ruas jalan

No	Nama Ruas	Kecepatan	LOS
1	Jl. Baru Kompas 1	7,09	F
2	Jl. Baru Kompas 2	7,09	F
3	Jl. Jati Kubang 1	7,09	F

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Analisis Alternatif Kinerja Lalu Lintas Di Perlintasan Sebidang JPL 99 Kompas.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan terhadap penelitian di perlintasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan, permasalahan yang muncul pada kawasan ini adalah terkait dengan kondisi tingkat pelayanan ruas jalan dan terkait dengan kondisi perlintasan sebidang JPL 99 Kompas yang masih beroperasi namun sudah tidak

sesuai dengan standar yang telah diatur dalam PM No.36 tahun 20115.

Dengan membuat alternatif peningkatan kinerja lalu lintas pada Jalan di Perlintasan Sebidang JPL 99 Kompas yang bertujuan untuk mengatasi masalah kemacetan dan memberikan pelayanan lalu lintas yang baik bagi masyarakat sekitar.

Perlintasan sebidang JPL 99 akan dilakukan penutupan agar sesuai dengan (Permenhub No.36, 20115) tentang Perpotongan dan atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain.

a. Pertumbuhan volume lalu lintas pada perlintasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi
Data pertumbuhan volume lalu lintas yang melintas di perlintasan JPL 99 Kompas digunakan untuk melakukan perhitungan pada penghematan nilai BOK dan penghematan nilai waktu (VOT). Data volume lalu lintas didapatkan dari hasil survei Traffic Counting (TC). Berikut data volume lalu lintas pada perlintasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan, Kabupaten Bekasi:

Pembahasan Hasil Analisis Kinerja Lalu Lintas

Dari hasil penelitian didapatkan volume kendaraan pada setiap ruas jalan yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Fluktuasi Volume Lalu Lintas Jalan Baru Kompas 1

Sumber : Analisis Mandiri (2024)



Gambar 3. Fluktuasi Volume Lalu Lintas Jalan Baru Kompas 2

Sumber : Analisis Mandiri (2024)



Gambar 4. Fluktuasi Volume Lalu Lintas Jalan Jatikubang

Sumber : Analisis Mandiri (2024)

Tabel 2. Hasil Analisis Kinerja Ruas

Nama Ruas	Kapasitas (Emp/jam)	Volume Lalu Lintas (Emp/jam)	Derajat Eksesitas	Kecapatan (rata-rata) (Jam/jam)	Kapasitas (Emp/jam)
Ruas Kompas 1	2.652,08	1382	0,67	7,09	184,92
Ruas Kompas 2	1.320,08	1290	0,98	7,09	181,22
R. Jatikubang	1.402,41	1588	0,97	7,09	194,68

Sumber : Analisis Mandiri (2024)

Pembahasan Hasil Analisis Alternatif

Berdasarkan hasil analisis kelayakan ekonomi pada kedua usulan yaitu pada usulan pembangunan *underpass* dan pembangunan *flyover*. Berikut hasil rekapitulasi analisis kelayakan ekonomi pada kedua usulan:

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Analisis Kelayakan ekonomi

Indikator	Alternatif Underpass	Alternatif Flyover
NPV	Rp 621.226,98 juta	Rp 925.354,31 juta
BCR	7,63	10,50
IRR	53%	43%
PP	3 tahun 7 bulan	3 tahun 9 bulan

Sumber : Analisis Mandiri (2024)

Berdasarkan hasil rekapitulasi analisis kelayakan ekonomi, dapat diketahui bahwa usulan yang terbaik untuk meningkatkan kinerja lalu lintas di perlintasan sebidang Kompas yaitu usulan pembangunan flyover dengan Hasil dari analisis kelayakan ekonomi didapatkan nilai NPV mencapai angka positif sebesar Rp 925.354,31 juta, nilai BCR sebesar 10,50, nilai IRR sebesar 43%, dan nilai payback period selama 3 tahun 9 bulan. Pembangunan *flyover* juga cenderung lebih praktis dalam konstruksi dan tidak memerlukan pengaturan drainase yang rumit seperti pada *underpass*. Dalam konteks wilayah yang mungkin memiliki tantangan terkait banjir atau aliran air tanah, flyover lebih bagus karena tidak memerlukan sistem

pengelolaan air bawah tanah. Hal ini meningkatkan efektivitas flyover sebagai solusi infrastruktur yang tidak hanya ekonomis tetapi juga praktis dan berkelanjutan dalam jangka panjang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja lalu lintas pada perlintasan sebidang di JPL 99 Kompas, Tambun Selatan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

a. Kondisi kinerja lalu lintas eksisting pada Jalan Baru Kompas 1 memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,67 dengan rata-rata kecepatan 7,09 km/jam dan kepadatan sebesar 194,92 smp/km. Kinerja lalu lintas eksisting pada Jalan Baru Kompas 2 memiliki derajat kejenuhan 0,98 dengan rata-rata kecepatan 7,09 km/jam dan nilai kepadatan sebesar 194,92 smp/km. kinerja eksisting lalu lintas di Jalan Jati Kubang memiliki derajat kejenuhan 0,97 dengan kecepatan rata-rata 7,09 dan kepadatan 192,66 smp/km. Dari kondisi tersebut menunjukkan Level Of Service (LOS) pada ruas jalan yaitu F yang mana menunjukkan kinerja lalu lintas perlu adanya peningkatan.

b. Berdasarkan hasil perbandingan hasil analisis kelayakan ekonomi dari kedua alternatif bahwa alternatif flyover yang menjadi rekomendasi usulan terbaik untuk peningkatan kinerja lalu lintas pada jalan di perlintasan sebidang JPL 99 Kompas, Tambun Selatan

DAFTAR PUSTAKA

- Indonesia. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa lalu Lintas. Published online 2015.*
- Indonesia. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan Dan/ Atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api Dengan Bangunan Lain. Published online 2011.*
- Gandhi Wibowo A, Hartanto Susilo B. 2019. Prosiding Seminar Intelektual Muda #2, Peningkatan Kualitas Hidup Dan Peradaban Dalam Konteks IPTEKSEN.;*

ANALISA PENURUNAN FUNGSI PELUMAS OLI MESIN 15W- 40 MERK X PADA PEMAKAIAN 250, 500, 750 DAN 1000 JAM OPERASI PADA MESIN DIESEL 4 TAK 12 SILINDER MERK K TIPE SAA12V140 UNTUK PC2000-8

Hariyanto

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
hariyantostmm@gmail.com*

Abstrak

Krisis Energi yang terjadi di Eropa dalam beberapa tahun terakhir ini membawa dampak positif pada industri pertambangan batubara di Indonesia karena meningkatnya permintaan suplai Batubara, Meningkatnya produksi batubara selalu dibarengi dengan kenaikan penggunaan bahan bakar solar dan juga konsumsi penggunaan oli sebagai pelumas alat-alat berat yang beroperasi di sektor pertambangan. Kita tahu bahwa Oli merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam mesin yang dapat mempengaruhi keawetan mesin untuk mencapai umur yang diharapkan. *Backhoe Excavator* model PC2000-8 bermesin Diesel 4 Tak dengan tipe SAA12V140-3 adalah salah satu alat utama dalam proses penambangan batubara sehingga memerlukan perawatan yang benar sesuai standar yang ditentukan oleh pabrik. Perawatan tersebut mencakup perawatan berkala yang terdiri dari pemeriksaan, penyetulan, penggantian pelumas, penggantian suku cadang dan komponen lain sesuai dengan kebutuhan yang dilakukan setiap interval 250 jam operasi supaya unjuk kerja mesin tetap prima, aman, dan dapat memperpanjang umur pakai mesin sesuai tren keausan komponen di dalam mesin. Metode penelitian pada oli mesin ini adalah dengan mengukur viskositas oli mesin dan kandungan kontaminan setelah pemakaian 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam, dibandingkan dengan oli pelumas baru yang belum digunakan sehingga dapat menjelaskan kondisi ideal oli mesin berdasarkan pengukuran viskositas oli mesin tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan data laju keausan komponen mesin pada *interval* umur pemakaian oli pelumas, yang mana hasil tersebut akan dijadikan sebagai acuan dalam menentukan rencana *overhaul* mesin.

Kata kunci : *excavator*, viskositas, perawatan, keausan, *overhaul*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu tantangan dalam bisnis pertambangan Batubara supaya tetap *sustainable* adalah menciptakan peluang-peluang efisiensi dalam setiap aktivitas bisnisnya demi mencapai biaya operasional (*Cost per Material*) tidak melebihi 1 *USD/bcm* sehingga tetap bisa bersaing dengan kompetitor lain dari segi biaya operasional penambangan.

PC2000-8 merupakan alat berat 200 Ton buatan Jepang merk X berjenis *Backhoe Excavator* dengan tenaga 1060 HP dan kapasitas keruk 12 m³ yang fungsinya untuk menggali material OB (*overburden*) atau tanah kupasan yang berada di atas lapisan Batubara. Alat berat ini dibekali Mesin Diesel dengan 12 silinder type V berdiameter silinder 140 mm yang di beri nama dengan sebutan SAA12V140. (Komatsu. 2007)

Sesuai rekomendasi pabrik mesin *Excavator PC2000-8* tersebut menggunakan

pelumas mesin *multi grade* 15W-40. (Komatsu, Jepang, 2005). Kebetulan pelumas produk dalam negeri PT. Pertamina Lubricants ada yang memenuhi Spesifikasi tersebut yaitu Meditran SAE15W-40.

Setiap mesin memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Laju keausan komponen sangat dipengaruhi oleh temperatur kerja mesin dan tipe pelumas yang digunakan. Dengan latar belakang di atas penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian analisa penurunan fungsi pelumas Mesin 15W-40 merk X pada pemakaian 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 Jam operasi pada mesin Diesel 4 Tak 12 Silinder tipe SAA12V140 Komatsu PC2000-8.

Permasalahan yang sering dialami adalah ketika terjadi kesalahan dalam menentukan tipe pelumas untuk mesin yang tidak sesuai dengan Spesifikasi yang diminta oleh pabrikan, masalah lain yang tidak kalah penting yaitu ketika penggantian pelumas tidak dilakukan dengan disiplin sesuai

interval waktu yang ditentukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas serta permasalahan yang timbul maka dapat dirumuskan beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan kandungan kontaminan pada Oli selama dipakai operasi.
2. Umur ekonomis Oli, dengan penggantian interval tertentu namun bisa berdampak pada tingginya umur mesin.
3. Prediksi umur mesin berdasarkan trend keausan pada tiap bagian komponen di dalam mesin.
4. Umur tertinggi mesin dan interval penggantian oli tertinggi.
5. Dasar acuan untuk perencanaan Overhaul mesin pada PC2000-8

1.3 Batasan Masalah.

Dengan identifikasi masalah yang timbul, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Mesin yang digunakan sebagai penelitian adalah mesin Diesel 4 Tak 12 Silinder Komatsu tipe SAA12V140 pada PC2000-8
2. Penghitungan laju penurunan fungsi pelumas dilakukan secara manual merujuk pada hasil tes oli pelumas.
3. Semua data yang digunakan adalah hasil uji pada saat tersebut, sehingga untuk faktor-faktor eksternal seperti cuaca, kecepatan angin tidak kami gunakan
4. Jenis Oli yang digunakan adalah Meditran SAE15-40 dengan pengambilan Sample 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam operasi.

1.4 Faktor-faktor Penting dalam Pelumas

Oli merupakan senyawa Hidrokarbon yang umumnya berupa cairan dengan kekentalan (*viscosity*) tertentu berfungsi melapisi dua benda bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesekan yang dapat menimbulkan keausan dan panas. Sedangkan pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi keausan dan friksi. Faktor terpenting dalam penelitian ini yang terkait pembahasan minyak pelumas

adalah:

1. Properties atau sifat-sifat oli pelumas.
2. Kandungan kontaminan.

1.4.1 Properties atau sifat oli pelumas.

Properties oli pelumas merujuk pada karakteristik atau sifat-sifat yang dimiliki oleh oli pelumas yang membuatnya efektif dalam mengurangi gesekan dan keausan pada mesin atau bagian yang bergerak. Sifat-sifat ini meliputi viskositas, titik tuang, titik nyala, stabilitas oksidasi, nilai TBN dan lain-lain, yang semuanya mempengaruhi kinerja oli dalam berbagai kondisi operasi.

Namun pada penelitian ini yang kita ambil hanya viskositas dan oksidasi.

1. Viskositas atau kekentalan minyak pelumas. Viskositas atau kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standar. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin tinggi viskositas-nya, begitu pula sebaliknya.
2. Oksidasi. Oksidasi oli pelumas adalah proses kimia di mana molekul oli bereaksi dengan oksigen dari udara, terutama pada suhu tinggi, yang menyebabkan penurunan kualitas oli. Reaksi ini menghasilkan senyawa-senyawa baru seperti asam organik, lumpur (*sludge*), dan pernis yang dapat mengurangi performa pelumasan dan mempercepat keausan komponen mesin. Akibat oksidasi menaikkan viskositas oli.
3. Angka TBN. TBN pada oli pelumas adalah Total Base Number, yang mengukur tingkat alkalinitas atau kandungan basa dalam oli. Angka ini menunjukkan kemampuan oli untuk menetralkan asam yang terbentuk akibat pembakaran
4. atau kontaminasi lainnya. Semakin tinggi TBN, semakin baik kemampuan oli dalam melindungi mesin dari korosi dan keausan. (Sakhairu, 2024)

1.4.2 Kandungan Kontaminan

Kontaminasi pada oli pelumas merujuk pada masuknya zat asing ke dalam oli, yang dapat menurunkan kualitas dan efektivitas pelumasan. Kontaminan ini bisa berupa air, partikel logam, debu, kotoran, bahan bakar, dan bahkan zat kimia lainnya. Kontaminasi dapat berasal dari berbagai sumber dan dapat menyebabkan berbagai masalah pada mesin, termasuk keausan, korosi, dan penurunan kinerja. (Ocha CRM Panaoil, 2023)

Kontaminasi logam pada oli pelumas, baik oli baru maupun bekas, dapat berasal dari berbagai sumber dan memiliki dampak negatif pada kinerja mesin. Kontaminan logam ini dapat berupa serpihan aus dari komponen mesin, partikel logam dari luar, atau logam berat yang terkandung dalam bahan bakar. Dalam penelitian ini partikel logam yang diteliti adalah:

1. Fe, Ferro atau unsur besi
2. Cu, Tembaga
3. Cr, Croom
4. Al, Aluminium
5. Pb, Timah hitam
6. Si, Silikon
7. Na, Natrium

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data untuk penyusunan laporan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Metode Penelitian yaitu pengumpulan data secara eksperimen dengan mengamati Laju perubahan *Viscositas* Pelumas, kenaikan kandungan kontaminan pada Pelumas serta trend keausan pada bagian dalam mesin Diesel 4 Tak pada PC2000-8.
2. Penelitian laju perubahan viskositas pelumas dilakukan setiap interval waktu sbb:
 - 250 jam,
 - 500 jam,
 - 750 jam
 - 1000 jam
3. Studi Pustaka yaitu dengan cara mencari data melalui *Manual Handbook* ataupun buku-buku yang

berhubungan dengan materi penggunaan Pelumas Oli SAE15-40 untuk mesin Diesel 4 Tak yang dipakai pakai alat-alat pertambangan.

Dalam penelitian ini penulis melakukan proses pengujian sampel menggunakan metode Analisa Sample dengan Mesin OSA (Oil Sample Analysis) yang dilakukan di PT.PPN. (Lubricants Guide. 2020.)

2.2 Alat Yang Digunakan

1. Microlab 30 adalah alat yang digunakan untuk mendapatkan nilai kandungan kontaminan, Properti oli dan *Viscositas* pada oli setelah dipakai beberapa jam operasi.



Gambar. 1 Microlab 30

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

Spesifikasi Microlab yang akan digunakan sebagai alat untuk pengujian adalah sebagai berikut : (Spectro Scientific. 2017)

- a. Tipe : Microlab 30
 - b. Merk : Spectro Scientific USA
 - c. Daya rata-rata : 4,2 mW (di dalam sensor)
 - d. Daya Maksimum : 5 mW
 - e. Panjang gelombang : 670 nm
 - f. Berat Mesin : 54 Kg
 - g. Power input : 230VAC/5A/50 Hz
2. Printer USB pada Gambar. 2 yang disambungkan ke mesin *Microlab* untuk mencetak hasil uji analisa sampel Oli jika dikehendaki untuk mencetak *Hardcopy* secara langsung.



Gambar 2. Printer USB
Sumber : Data penelitian mandiri 2024

menggunakan *software SQL*

3. PC Desktop pada Gambar 3. sebagai alternatif penyimpanan dan pengolahan data hasil analisa



Gambar. 3 PC Desktop
Sumber : Data penelitian mandiri 2024

4. Obyek Penelitian.

4.1 Excavator Komatsu PC2000-8

Untuk memperjelas dan memberikan gambaran dalam penelitian ini penulis menggunakan Obyek berupa Mesin Diesel 4 Tak 12 silinder tipe SA12V140E-3 yang terpasang pada unit Excavator Komatsu PC2000-8 seperti pada gambar 4.



pelumas *multigrade* mesin diesel tugas berat baik yang menggunakan *turbocharged*, *supercharged*, atau *naturally aspirated*, untuk aplikasi alat transportasi, alat berat, industri atau perkapalan.

MEDITRAN SC SAE 15W-40 memberikan perlindungan yang efektif terhadap karat, korosi, keausan berlebih, dan pembentukan deposit akibat temperatur tinggi. Pelumas ini juga didesain untuk memberikan

pengendalian konsumsi pelumas yang lebih baik dibanding pelumas generasi sebelumnya. *MEDITRAN SC SAE 15W-40* memenuhi persyaratan API CF- 4/SG, ACEA E2-96, MAN271, volvo VDS dan MB-approval228.1. (Sumber Bumi, 2016)

3. PEMBAHASAN

3.1 DATA PENELITIAN

Analisis pengukuran *Viscositas* dan kandungan kontaminan pada pengujian ini didapat dengan menggunakan data yang terbaca langsung saat pengujian Pelumas mesin SAE15W-40 yang telah dipakai pada mesin *Diesel Komatsu SAA12V140E* dengan memakai alat Microlab 30 selama periode pemakaian 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

D

a
t
a

v
i
s
k
o
s
i
t
a
s

d
a
n

k
o
n
t
a
m
i
n
a
n

d
a
r
i

m
e
s
i
n

u
j
i

e
x

c
a
v
a
t
o
r

n
o
.

1
7
0
8
.

Gambar 4 Excavator PC2000-8 (United Tractors. 2016)
Sumber : Data penelitian mandiri 2024

Data spesifikasi umum penelitian adalah sebagai berikut : (United Tractors. 2016)

- a. Jenis/Type: Excavator/ PC2000-8
- b. Horse Power Gross: 1.200 Hp (895 kW)
- c. Berat : 72.000 kg
- d. Panjang: 10290 mm
- e. Lebar : 5480 mm
- f. Tinggi : 5050 mm
- g. Kapasitas Tangki Solar : 1308 L
- h. Engine Model : Komatsu SAA12V140-3

4.2 Minyak Pelumas dan Kandungan Kontaminan

No	Jam Operasi	Properti Pelumas	Kand
		Visc	Fe
Std	Caution	16.3	100
Limit	Danger	20.5	200
1	250	14.5	6.6
2	500	14.5	6.8
3	750	14.5	8.2
4	1000	14.5	8.24

Tabel 1. Data viskositas dan kontaminan (hasil lab pelumas mesin EX1708)

No	Jam Operasi	Properti Pelumas			Kand	
		Visc	Oxid	TBN	Fe	Na
Std	Caution	16.3	21	100	100	50
Limit	Danger	20.5	31	7	200	100
1	250	14.4	4.2	10.23	19.47	0.00
2	500	14.5	5.1	9.61	36.44	0.00
3	750	14.5	5.8	9.22	48.60	0.00
4	1000	14.5	7.6	8.60	69.56	0.00

No	Kandungan Kontaminan					
	Cu	Cr	Al	Pb	Si	Na
Std	25	10	8	40	20	50
Limit	70	25	16	120	40	100
1	0.00	0.00	0.12	0.81	0.11	0.00
2	0.00	1.56	0.66	1.67	0.19	0.00
3	0.00	2.08	2.94	2.82	0.43	2.34
4	0.00	3.75	9.91	4.37	0.84	6.29

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

Data viskositas dan kontaminan dari mesin uji excavator no. 1743

Tabel 3. Data viskositas dan kontaminan (hasil lab pelumas mesin EX1743)

No	Jam Operasi	Properti Pelumas	Kand
		Visc	Fe
Std	Caution	16.3	100
Limit	Danger	20.5	200
1	250	14.5	4.9
2	500	14.4	4.9
3	750	14.4	5.1
4	1000	13.9	9.4

kimia yang menunjukkan mulai terjadinya keausan pada bagian komponen di dalam mesin. Kenaikan angka yang signifikan terjadi pada unsur Besi (Fe), Alumunium (Al) dan Timbal (Pb).

Sedangkan pada table 2 menunjukkan bahwa kandungan Tembaga (Cu) mulai terlihat 9.64 ppm sejak adanya kandungan Silikon (Si) naik diatas 1 ppm, hal ini menunjukkan adanya kandungan debu yang berlebih di dalam pelumas sehingga memicu naiknya angka tembaga (Cu) yang menunjukkan mulai terjadinya keausan berlebih pada komponen di dalam mesin yang mengandung unsur tembaga (Cu) seperti *Trust bearing dan Cam Shaft bearing*.

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

3.2 Analisa Data

Data-data pada Tabel di atas adalah hasil uji sampel pelumas mesin yang diambil dari

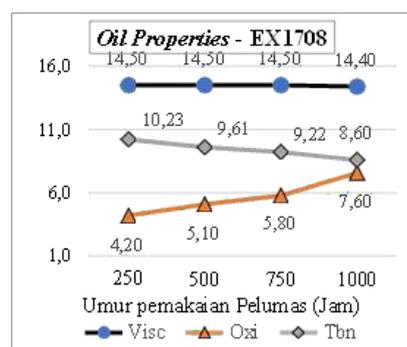
3 (tiga) unit yang berbeda dengan interval pengambilan sampel uji setiap 250 jam, dan didapatkan hasil pengamatan yang menggambarkan kondisi Properti Pelumas dan Kandungan kontaminan pada pelumas setelah dipakai operasi selama 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam.

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa kekentalan pelumas (*viscosity*) semakin menurun seiring dengan jam pemakaian meskipun tidak terlalu signifikan, kenaikan Oksidasi sebanding dengan jam pemakaian pelumas meskipun tidak sampai batas maksimum yang diijinkan (*caution*), sedangkan penurunan angka TBN (*Total Base Number*) terlihat menurun sejak pelumas dipakai pada 500 jam.

Sedangkan pada kandungan kontaminan dapat dilihat terjadi peningkatan pada masing-masing unsur

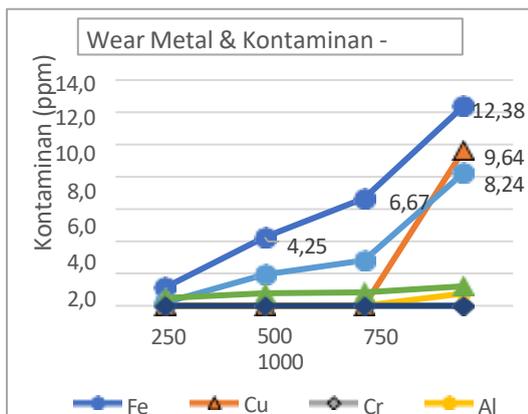
3.3 Grafik

Properti di dalam Pelumas mempunyai banyak parameter yang dapat dianalisa, namun dalam penelitian ini hanya mengambil tiga parameter pada properti pelumas yaitu *Viscosity* (cST), *Oxidation* (% wt) dan nilai TBN (mgKOH/g)



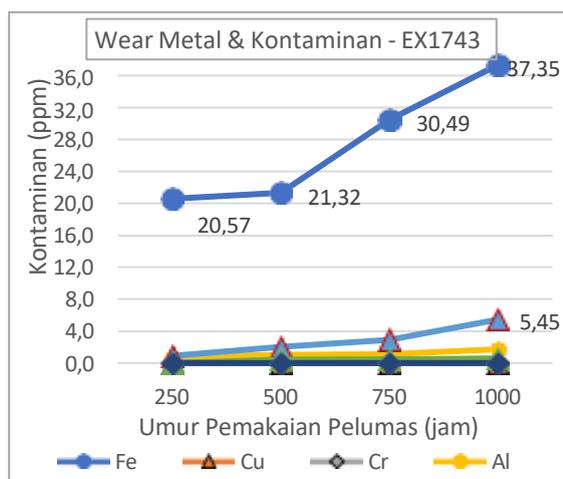
Gambar. 5 Grafik Trend Oil Properties pada mesin EX1708

Sumber : Data penelitian mandiri 2024



Gambar 9. Wear Metal dan Kandungan kontaminan pada pelumas mesin EX1742

Sumber : Data penelitian mandiri 2024



Gambar 10. Wear Metal dan Kandungan kontaminan pada pelumas mesin EX1743

Sumber : Data penelitian mandiri 2024

3.4 Tinjauan Kandungan Kontaminan

Pada gambar 8. pembacaan hasil sampel pelumas mesin unit PC2000-8 nomer EX1708 dapat kita lihat bahwa kenaikan partikel Besi (Fe) meningkat terus seiring dengan umur pakai Pelumas mesin sejak 250 jam, 500 jam, 750 jam dan 1000 jam, sementara unsur partikel yang lain sangat kecil trend kenaikannya kecuali *Aluminium* (Al) yang naik sampai 9,91 ppm pada saat umur pelumas 1000 jam, kenaikan itu dipengaruhi oleh adanya unsur *Natrium* (Na) yang naik di angka 6,29 ppm yang kemungkinan disebabkan oleh adanya air yang tercampur ke pelumas bisa saja disebabkan adanya kebocoran Pelumas

Cooler engine ataupun seal pada water pump.

Pada gambar 9. dari sampel pelumas mesin unit PC2000-8 nomer EX1742 terlihat bahwa kenaikan partikel Besi (Fe) meningkat tajam dari 4,25 ke 6,67 ppm pada saat umur pakai pelumas 750 jam dan naik lagi ke angka 12,38 ppm pada saat umur pakai pelumas 1000 jam, kenaikan tersebut juga diikuti oleh oleh naiknya Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) secara signifikan sejak umur pelumas 750 jam ke 1000 jam, hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi keausan berlebih pada bantalan-bantalan mesin yang terbuat dari Tembaga (Cu) seperti Trust bearing dan Timbal (Pb) seperti *metal Crank shaft* ataupun *Piston pin*. Melihat hasil lab seperti ini mengindikasikan bahwa kondisi mesin yang kurang baik dan segera untuk direncanakan *Overhaul*.

Pada gambar 10. yang diambil dari sampel pelumas mesin unit EX1743 terlihat adanya trend kenaikan partikel besi (Fe) dari 21,32 ppm ke 30,49 ppm dan naik lagi ke 37,35 ppm, kenaikan tersebut terjadi sejak umur pelumas 500 jam, 750 jam kemudian 1000 jam. Kenaikam partikel besi (Fe) diikuti oleh kenaikan partikel Timbal (Pb) di angka 5,45 ppm pada umur pakai pelumas 1000 jam, sementara partikel lain tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan. Dari Trend ini menggambarkan bahwa kondisi mesin dalam kondisi normal

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan serangkaian penelitian dan melakukan analisa dari hasil penelitian, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

Pengaruh Viskositas pada Pelumas *Meditran SAE15W-40* tidak bisa berdiri sendiri sebagai satu-satunya parameter yang dapat dijadikan acuan kapan harus mengganti pelumas pada mesin, namun merupakan kombinasi dari beberapa parameter yang antara lain sbb:

1. Nilai TBN (Total base Number),
2. Tingkat Oksidasi (*Oxidation*) yang terjadi di dalam pelumas.
3. Tingginya pengotor (*Contaminants*) seperti debu, air dan besarnya kandungan unsur-

unsur logam (*wear metals*) dari gesekan dan keausan komponen dalam mesin yang ditimbulkan dari pengoperasian.

DAFTAR PUSTAKA

- Lubricants Guide. 2020. *API Engine Service Classification*, Pertamina Jakarta
- Spectro Scientific. 2017. *Microlab 30/40 User's Guide*, USA
- Komatsu. 2005. *Operation and Maintenance Manual*, Jepang
- Komatsu. 2007. *Specifications & Application Handbook*, (28th ed.), Jepang
- Komatsu. 2005. *Shop Manual Engine SAA12V140E-3 HPCR*, Jepang
- OchaCRM. 2023. *Air Merupakan Kontaminan Oli yg Berbahaya*, Panaoil
<https://panaoil.id/2023/12/22/air-merupakan-kontaminan-oli-yang-berbahaya/>
- Sakhbiru. 2024. Total Base Number TBN,
<https://sakhbiru.com/total-base-number-tbn-test/>
- Sumber Bumi, 2016. Pelumas Meditran SAE15W-40
<https://sumberbumipratama.co.id/meditr-an-sc-sae-15w40/#:~:text=MEDITRAN%20SC%20SAE%2015W%2D40%20adalah%20pelumas%20multigrade,pelumas%20yang%20lebih%20baik%20dibanding%20pelumas%20generasisebelumnya.>
- United Tractors. 2016. *Komatsu PC2000-8 Load Your Business To Success*, Jakarta
<https://products.unitedtractors.com/en/berita/komatsu-hydraulic-excavator-pc2000-8/>

PENERAPAN DAN ANALISIS *PROTOTYPE* *FAN COOLING UNIT (FCU) MENGGUNAKAN ARDUINO UNTUK* *MENJAGA SUHU RUANG BAHAN BAKU AKTIF DI PT. XYZ*

Triyono Budi Santoso

Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
triyono.budi@gmail.com

Abstrak

PT. XYZ Pharmaceuticals yang kemudian disingkat PT XYZ memproduksi *Parenteral Oncology Products*. Dengan banyaknya produk baru yang akan diproduksi di PT XYZ, maka dibutuhkan juga bahan baku baru, yang mana bahan baku aktif tersebut mempunyai spesifikasi penyimpanannya $25^{\circ}\text{C}\pm 3$. Bahan baku aktif yang baru ini lebih sensitif terhadap suhu $> 28^{\circ}\text{C}$ karena pada suhu tersebut dapat menurunkan kualitas dari bahan baku aktif itu sendiri. Sehingga perlu dilakukan penelitian dengan membuat sebuah *prototype FCU* yang dapat bekerja secara otomatis, dimanaketika suhu ruangan naik dari *setpoint* yang telah ditentukan akibat dari kerusakan, perbaikan, perawatan pada AC Split maka sistem *prototype* ini akan bekerja secara otomatis. dengan cara sensor suhu yang terpasang pada ruangan memberikan signal input ke Arduino untuk membunyikan alarm yang dipasang di ruang *office warehouse*, yang selanjutnya membuka *motorized damper* secara otomatis yang telah dipasang atau diparalel *ductingnya* ke sistem *FCU* yang bekerja selama 24 jam *non stop*. Metode penelitian yang digunakan adalah desain eksperimen guna mendapatkan gambaran aplikasi yang akan dibangun melalui pembuatan *prototype* terlebih dahulu kemudian akan dievaluasi dalam penelitian ini. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *prototype* ini dapat bekerja dengan baik yaitu ketika suhu pada ruang *prototype* mengalami kenaikan, maka sistem pada *prototype FCU* akan bekerja secara otomatis dan sistem alarm dapat bekerja dengan baik.. Namun demikian pada penelitian ini, *cooling capacity* dari rentang suhu $25^{\circ}\text{C}\pm 3$ peltier hanya dapat mendinginkan suhu ruang di 24.7°C sehingga dapat dikembangkan selanjutnya dengan menggunakan peltier yang lebih relevan sesuai kebutuhan.

Kata Kunci: *prototype, Fan Cooling Unit, bahan baku aktif, arduino, peltier.*

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ Pharmaceuticals yang kemudian disingkat PT XYZ memproduksi **Parenteral Oncology Products** dengan kemampuan menangani *Occupational Exposure Bands (OEB) 5*, yaitu aktivitas yang mengandung bahan sitotoksik dan/atau memiliki efek farmakologi yang tinggi. Produk Onkologi yang dibuat adalah injeksi likuid dalam vial 5-50 mL, serbuk beku kering/*Freeze Drying*, Aseptic Filling, dan mampu memproduksi produk terminal sterilization.

Ruang penyimpanan bahan baku aktif dalam membuat produk onkologi harus disimpan dalam ruang penyimpanan dengan suhu operasi pada $25^{\circ}\text{C}\pm 3$ untuk menjaga mutu produk. Ruang penyimpanan bahan baku aktif pun harus didukung sistem pendingin ruangan yang baik yang selanjutnya disebut sistem *Fan Cooling Unit (FCU)* dimana sistem pendingin menggunakan *chilled water* lalu dihubungkan ke *cooling coil* lalu udara dingin yang dihasilkan disalurkan melalui *ducting* dan terdapat *automatic damper* untuk menutup dan membuka aliran udara secara otomatis.

PT XYZ sendiri telah menyediakan ruang untuk menyimpan semua bahan baku dan bahan ekspien lainnya yang suhu ruangnya dijaga oleh AC Split. Seiring berjalannya waktu PT XYZ sedang mengembangkan produk baru, dimana bahan baku aktif baru tersebut harus dijaga suhu ruangan penyimpanannya sedemikian rupa (Ahmad, 2021).

Penelitian ini melakukan *improvement* dengan membuat sistem yang bekerja secara otomatis, dimana ketika suhu ruangan naik dari *setpoint* yang telah ditentukan yang disebabkan oleh kerusakan sistem AC Split atau sedang dilakukannya pemeliharaan sistem AC Split, kemudian sensor suhu yang terpasang pada ruangan memberikan signal input ke Arduino untuk membunyikan alarm yang dipasang di ruang *office warehouse* selanjutnya membuka *motorized damper* secara otomatis yang telah dipasang atau diparalel *ductingnya* ke sistem *FCU* yang bekerja selama 24 jam *non stop*. Dengan demikian, ruang penyimpanan bahan baku aktif tersebut dapat terjaga sesuai spesifikasi yang telah ditentukan (Dhita Sari, 2017).

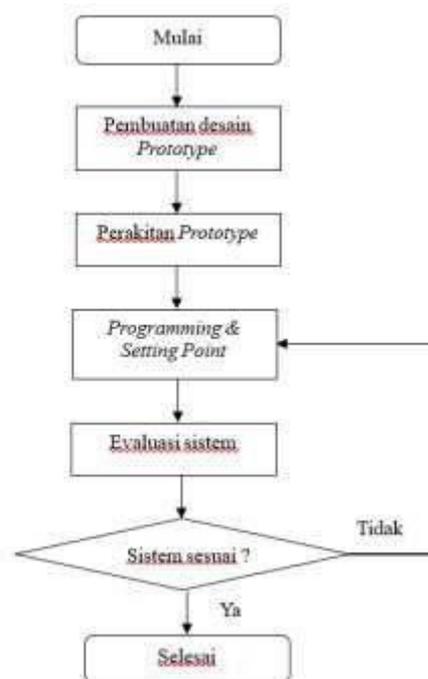
2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan yaitu desain percobaan dengan *prototyping*. Dalam sistem *prototype*, penelitian secara kuantitatif yang dilakukan adalah *eksperimental* dengan melakukan uji coba sistem dan selanjutnya menganalisa terhadap variabel input dan variabel output yang dihasilkan untuk mengetahui kemampuan dan kualitas kinerja system. *Prototyping* merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak maupun perangkat keras yang banyak digunakan. Metode *Prototype* adalah versi awal dari sistem perangkat lunak ataupun perangkat keras yang digunakan untuk mendemonstrasikan konsep-konsep, percobaan sistem, dan menemukan lebih banyak masalah dan solusi yang memungkinkan.

Metode *prototyping* yang digunakan di dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran aplikasi yang akan dibangun melalui pembuatan aplikasi *prototype* terlebih dahulu kemudian akan dievaluasi oleh user. Aplikasi *prototype* yang telah dievaluasi oleh user selanjutnya akan dijadikan acuan untuk membuat aplikasi yang dijadikan produk akhir sebagai output dari penelitian ini.

Eksperimen ini dilakukan dengan membuat *prototype* sistem FCU untuk menjaga suhu ruang bahan baku aktif di PT XYZ. Dengan melakukan eksperimen terhadap pembuatan perangkat, dan diharapkan rangkaian serta program sesuai dengan fungsi serta tujuan dari pembuatan perangkat.

Gambar 1 menerangkan tentang diagram alir perancangan *prototype*.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Prototype
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses perakitan perangkat keras (alat) serta pemrograman perangkat lunak selesai, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian fungsional. Uji coba ini bertujuan untuk memastikan apakah *prototype* FCU yang telah dibuat dapat beroperasi sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. *Prototype* FCU ini diharapkan dapat berfungsi dengan baik.

3.1 Perancangan rangkaian hardware

Gambar 2 dan 3 berikut ini adalah perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan *Prototype* FCU untuk menjaga suhu ruang bahan baku aktif menggunakan Arduino Uno beserta skema rangkaiannya.

3.3 Prosedur Pengoperasian

Berikut ini tahapan prosedur pengoperasian berkaitan dengan, dan yang akan dialami oleh setiap komponen peralatan yang bekerja.

a) Permulaan

Inisialisasi perangkat dimulai dengan langkah pertama dengan memberikan tegangan ke rangkaian sistem.

b) Memulai Mikrokontroler

Setelah sistem sudah aktif, Arduino uno akan mengelola semua input dan output.

c) Sensor *Resistance Temperature Detector* (RTD)

Sensor RTD akan membaca suhu pada ruang *prototype FCU* yang kemudian akan dikirim ke *thermocontroller* agar dapat terbaca pembacaan suhu aktual dan dapat diatur *setpointnya*. Dan sinyal outputnya akan dikirim ke Arduino.

d) Arduino uno

Arduino akan menerima, mengirim sinyal input maupun output dari *thermocontroller*, *buzzer/alarm*, tombol reset alarm, *fan cooling*, *solenoid valve* yang akan aktif ketika suhu ruang pada *prototype* melebihi dari *setpoint* yang telah diatur.

e) *Thermocontroller*

Thermocontroller akan menampilkan pembacaan suhu aktual pada ruang *prototype* serta terdapat tombol yang dapat digunakan untuk mengatur *setpoint* dan fitur-fitur lainnya.

f) Push button

Ketika reset push button ditekan, Arduino akan mereset *buzzer/alarm*.

g) *Buzzer/Alarm*

Berbunyi ketika suhu pada ruang di *prototype* melebihi *setpoint* yang telah diatur.

h) *Cooling Fan*

Akan menyala ketika mendapat sinyal output dari Arduino bersamaan dengan peltier, *solenoid valve*, *exhaust fan* yang menandakan bahwa suhu pada ruang *prototype* melebihi *setpoint* yang telah diatur.

i) *Solenoid valve*

Akan terbuka ketika mendapat sinyal output dari Arduino yang kemudian dapat

menyalurkan udara sejuk dari *FCU* ke ruang *prototype*.

j) *Relay*

Akan menerima sinyal output dari arduino yang kemudian akan dipakai untuk mengaktifkan *buzzer/alarm*, *cooling fan*, *exhaust fan*, *solenoid valve*, peltier.

k) Peltier

Akan menyala bersamaan dengan *cooling fan*, *solenoid valve*, *exhaust fan* dan bekerja sebagai pendingin/penyejuk udara yang akan ditransfer ke ruang pada *prototype*.

l) *Exhaust fan*

Akan menyala bersamaan dengan *cooling fan*, peltier, *solenoid valve* dan bekerja sebagai pembuang panas dari peltier (Nur Faizi, 2022).

3.4 Hasil Pengujian Sistem dan Analisis

Pengujian dilakukan dengan mengatur beberapa *setpoint* pada *Thermocontroller*. Pada tahap pertama, pengujian dilakukan dengan mengatur 4 *setpoint*, untuk memastikan serta mengevaluasi sistem *cooling* dari *prototype FCU*. Tahap kedua pengujian dilakukan dengan mengatur 7 *setpoint* guna menguji kemampuan pembacaan sensor dan *thermocontroller*, *cooling system* pada pembacaan rentang suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 3$. Tujuan keseluruhan dari pengujian ini adalah untuk memastikan serta mengevaluasi sistem *prototype*, *cooling system FCU* bekerja dengan baik. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Hasil Pengujian dengan 4 *setpoint*

No	Nama Komponen	Setpoint 28C	Setpoint 27C	Setpoint 26C	Setpoint 25C
1	Thermocontroller	28.8C	27.8C	26.8C	25.8C
2	Buzzer/Alarm	✓	✓	✓	✓
3	Solenoid valve	✓	✓	✓	✓
4	Exhaust Fan	✓	✓	✓	✓
5	Buzer alarm	✓	✓	✓	✓
6	Supply Fan	✓	✓	✓	✓
7	Peltier	✓	✓	✓	✓

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pada percobaan yang dituangkan pada tabel 1 ini, penulis menguji kemampuan pembacaan *thermocontroller* serta sistem *cooling* dari *prototype FCU* pada 4 *setpoint* yaitu 28°C , 27°C , 26°C , 25°C . Hasil pengujian menunjukkan

bahwa *thermocontroller*, *buzzer*/alarm, *solenoid valve*, *cooling fan* dan reset alarm serta sistem *prototype*, *cooling sytem FCU* ini dapat bekerja pada keempat *setpoint*.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan 7 titik *Setpoint*

No	Nama Komponen	Setpoint 28°C	Setpoint 27°C	Setpoint 26°C	Setpoint 25°C	Setpoint 24°C	Setpoint 23°C	Setpoint 22°C
1	Thermocontroller	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Buzzer/Alarm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Solenoid valve	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Exhaust Fan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Reset Alarm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	Supply Fan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	Peltier	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian
Dengan menambahkan 3 *setpoint* yaitu di titik 24°C, 23°C, 22 °C yang mana 3 titik *setpoint* tambahan digunakan sebagai titik pengujian *cooling* sistem pada rentang suhu 25°C ± 3, maka output dari *thermocontroller* yang memberikan sinyal input ke Arduino, dapat membunyikan *buzzer*/alarm, membuka *solenoid valve*, dan menyalakan *cooling fan* serta dapat mereset alarm yang berbunyi akibat suhu melebihi *setpoint* namun *cooling capacity* dari peltier/pendingin dari *prototype* ini hanya dapat mendinginkan pada suhu 24.7 °C sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Prototype Fan Cooling Unit (FCU) ini telah dapat mensimulasikan keadaan dalam menjaga suhu pada ruang bahan baku aktif ketika suhu di ruangan tidak memenuhi spesifikasi akibat dari kerusakan ataupun sedang dilakukan perbaikan dan perawatan *Air Conditioner* dan sebagainya, *FCU* ini akan bekerja otomatis dan dapat menjaga suhu ruang pada *prototype* sesuai dengan spesifikasinya sehingga bahan baku aktif tidak rusak dan dapat digunakan untuk proses produksi. Penelitian juga membuktikan bahwa sensor dan *thermocontroller*, *cooling fan*, *exhaust fan*, *solenoid valve*, *buzzer*, peltier dapat bekerja saat suhu melebihi *setpoint* yang ditentukan, namun *cooling capacity* dari peltier hanya dapat mendinginkan suhu terendah di 24.7°C.



Gambar 4. Pembacaan hasil uji dengan *setpoint*
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Dari perhitungan Penggunaan Daya Listrik

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Pada seluruh komponen elektronik perangkat keras yang digunakan, dapat dihitung kebutuhan konsumsi daya listriknya sebagai berikut :

- Arduino uno (0,8 Watt x 24 jam) = 19,2 Watt hour
- *Thermocontroller* (6 Watt x 24 jam) = 144 Watt hour
- *Cooling fan* (2,4 Watt x 24 jam) = 57,6 Watt hour
- Peltier (35,04 Watt x 24 Jam) = 840,96 Watt hour
- *Solenoid valve* (4,68 Watt x 24 Jam) = 112,32 Watt hour
- Buzzer (0,25 Watt x 24 Jam) = 6 Watt hour
- Relay (10 Watt x 24 Jam) = 240 Watt hour
- *Exhaust fan* (4.92 Watt x 24 jam) = 118,08 Watt hour

Total Pemakaian = 1538,16 Watt per hari atau 1,54 kWh

Jadi didapatkan hasil akhir penggunaan beban pada alat tersebut dalam satu hari mencapai 1,54 kWh



Gambar 5. Pengukuran konsumsi daya perangkat
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Tri Andanny, (2021). *Pengaplikasian Cooling Fan Pada Smartphone Dengan Kontrol Arduino*, REPOTEKNOLOGI.ID
- Dhita, Permata Sari, (2017). *Alat Peraga Sistem Pemantauan Energi Menggunakan TEG (Thermo Electric Generator) Dan TEC (Thermo Electric Cooler)*, Salatiga, Universitas Kristen Satya Wacana
- Nur, Faizi, (2022). *Rancang Bangun Web Dashboard PUMP Hand Sanitizer Menggunakan Metode Prototype Studi Kasus Desa Kampili Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa*, Porwekerto, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

4. KESIMPULAN

Penelitian berhasil membuat dan merakit *prototype Fan Cooling Unit* menggunakan Arduino Uno. Proses pembuatan *prototype* ini melibatkan pemasangan komponen seperti sensor RTD, *thermocontroller*, *cooling fan*, *exhaust fan*, *peltier*, *solenoid valve*, *relay*, *buzzer*, dan *push button*. Sistem pada *prototype FCU* ini dapat bekerja secara otomatis, namun *cooling capacity* dari *peltier* hanya dapat mendinginkan titik terendah dari rentang suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3$ hanya tercapai di suhu $24.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, akan tetapi masih dalam spesifikasi ruangan dan sistem pendingin serta sistem alarmnya dapat berfungsi dengan baik. *Prototype* ini dapat bekerja dengan baik, dimana ketika terjadi kenaikan suhu pada ruangan, maka sistem *FCU* bekerja secara otomatis guna menjaga suhu ruangan sesuai dengan spesifikasinya. Percobaan selanjutnya dapat digunakan jenis *peltier* yang memiliki spesifikasi mendinginkan yang lebih rendah, menyesuaikan dengan kebutuhan yang ada.

EVALUASI STRATEGI MOVING AVERAGE, RELATIVE STRENGTH INDEX, DAN PARABOLIC SAR TERHADAP PERGERAKAN HARGA EUR/USD PADA PT ROYAL TRUST FUTURES

Irlon.

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
dahil.irlon@gmail.com

Abstrak

Perdagangan valuta asing (forex) merupakan salah satu instrumen investasi yang memiliki risiko tinggi dan memerlukan analisis yang tepat dalam pengambilan keputusan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah analisis teknikal dengan bantuan indikator teknikal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja tiga indikator teknikal, yaitu Moving Average periode 5 (MA5), Relative Strength Index (RSI), dan Parabolic SAR dalam memberikan sinyal beli dan jual terhadap pasangan mata uang EUR/USD. Permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana efektivitas masing-masing indikator dalam membaca pergerakan harga dan menghasilkan profit yang optimal. Data yang digunakan adalah data historis EUR/USD periode 2018–2025 yang diperoleh dari platform MetaTrader 4, dengan pendekatan metode CRISP-DM dan pengolahan data menggunakan bahasa pemrograman Python. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Parabolic SAR merupakan indikator paling unggul dengan win rate 76.84%, net return sebesar 65.43%, dan CAGR sebesar 7.46%. MA5 menunjukkan hasil moderat dengan win rate 36.55% dan net return 6.15%, sedangkan RSI menunjukkan performa terendah dengan hasil negatif. Penelitian ini memberikan gambaran mengenai efektivitas masing-masing indikator teknikal dan dapat menjadi referensi untuk pengambilan keputusan trading yang lebih tepat.

Kata Kunci: evaluasi indikator teknikal, MA5, RSI, Parabolic SAR, pergerakan harga EUR/USD.

1. PENDAHULUAN

Pasar valuta asing (*foreign exchange*) merupakan arena transaksi jual beli berbagai mata uang dunia. Fluktuasi nilai tukar, khususnya pasangan EUR/USD, menjadi indikator penting kondisi ekonomi global dan berdampak langsung pada strategi investasi serta manajemen risiko di lembaga seperti PT Royal Trust Futures. Banyak pelaku pasar memanfaatkan indikator teknikal seperti *Moving Average*, *Relative Strength Index* (RSI), dan *Parabolic SAR* untuk mengenali arah tren dan mengambil keputusan transaksi yang lebih tepat. Menurut survei Bank for International Settlements (BIS) April 2022, volume transaksi harian pasar forex mencapai USD 7,5 triliun—terbesar di dunia dan meningkat dari USD 6,5 triliun pada 2019 (Bank for International Settlements, 2022). Skala dan volatilitas yang tinggi menjadikan indikator teknikal penting untuk dievaluasi lebih lanjut.

Dalam menghadapi fluktuasi harga EUR/USD, indikator teknikal menjadi alat bantu penting. *Moving Average* periode

pendek seperti MA5 sering digunakan untuk mendeteksi tren jangka pendek dan menghasilkan sinyal beli/jual. Sementara itu, RSI mengukur kekuatan momentum dan mengenali kondisi *overbought* atau *oversold*, sedangkan *Parabolic SAR* digunakan untuk mendeteksi pembalikan tren dan waktu keluar yang optimal. Ketiga indikator ini memiliki karakteristik berbeda namun saling melengkapi, sehingga menarik untuk dianalisis efektivitasnya secara terpisah.

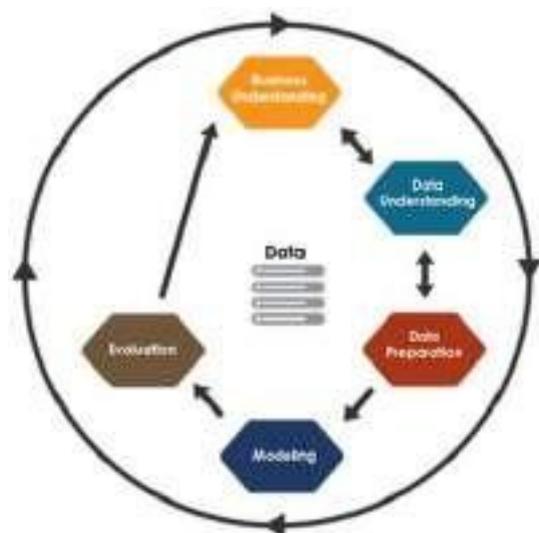
Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas indikator teknikal MA5, RSI, dan *Parabolic SAR* terhadap pergerakan harga EUR/USD, dengan studi kasus di PT Royal Trust Futures. Evaluasi dilakukan secara terpisah untuk menganalisis kekuatan dan keterbatasan masing-masing indikator secara objektif. Proses analisis mengikuti pendekatan CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*), yang terdiri dari tahapan pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, dan evaluasi. Pendekatan ini membentuk alur

kerja yang sistematis dari awal hingga pengukuran performa setiap indikator..

2. METODOLOGI

2.1 Metode Analisa Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada pendekatan CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*), yaitu suatu metodologi standar yang banyak digunakan dalam proses eksplorasi dan pemodelan data lintas industri. CRISP-DM menawarkan alur kerja sistematis dan iteratif dalam menganalisis data, sehingga dapat membantu peneliti untuk memperoleh hasil yang terstruktur, dapat direplikasi, dan objektif. Pendekatan ini terdiri dari enam tahapan utama: *Business Understanding*, *Data Understanding*, *Data Preparation*, *Modeling*, *Evaluation*, dan *Deployment*. Namun, pada penelitian ini, tahapan yang digunakan hanya sampai pada tahap *Evaluation*, mengingat fokus penelitian adalah evaluasi performa strategi, bukan implementasi sistem atau aplikasi secara langsung.



Gambar 1 Diagram Proses CRISP-DM.
Sumber : (Budiman, Prahasto, Christyono, 2014)

2.1.1 *Bussines Understanding*

Memahami permasalahan trading EUR/USD yang fluktuatif dan menentukan indikator teknikal (MA5, RSI, SAR) terbaik untuk menghasilkan sinyal beli/jual dan profit optimal bagi trader.

2.1.2 *Data Undestanding*

Mengeksplorasi data historis EUR/USD dari MetaTrader 4, mencakup struktur dataset,

kualitas data, dan fluktuasi harga sebagai dasar untuk perhitungan indikator teknikal.

2.1.3 *Data Preparation*

Menyiapkan data bersih dan terstruktur: menghitung indikator MA5, RSI, SAR, menentukan sinyal beli/jual, dan menyusun dataset akhir untuk analisis strategi.

2.1.4 *Modeling*

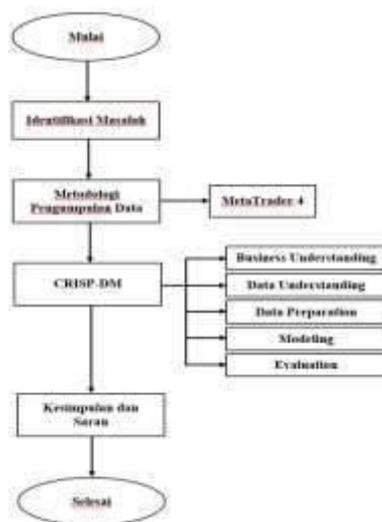
Menerapkan logika aturan (*rule-based*) dari setiap indikator teknikal untuk menghasilkan sinyal transaksi, disimulasikan secara sistematis sebagai model strategi trading.

2.1.5 *Evaluastion*

Mengukur akurasi arah prediksi, profitabilitas, *win rate*, CAGR, dan rasio profit/loss dari setiap strategi, serta membandingkan performa ketiganya berdasarkan data 2018–2025.

2.2 Kerangka Pemikiran

Untuk mendukung kejelasan alur penelitian serta memberikan gambaran menyeluruh mengenai tahapan yang dilakukan, disusunlah kerangka pemikiran yang menggambarkan langkah-langkah utama dalam penelitian ini. Kerangka pemikiran ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana permasalahan diidentifikasi, data dikumpulkan dan dianalisis, serta bagaimana pendekatan CRISP-DM digunakan sebagai landasan metodologis dalam mengevaluasi strategi teknikal (MA5, RSI, dan *Parabolic SAR*) terhadap pergerakan harga EUR/USD. Diagram berikut memperlihatkan tahapan-tahapan yang ditempuh mulai dari identifikasi masalah hingga diperolehnya kesimpulan dan saran akhir penelitian:



Gambar 2 : Kerangka Pemikiran
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2025

2.2.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah berdasarkan gejala pasar yang fluktuatif. Ketidakpastian arah harga menimbulkan kebutuhan untuk mengevaluasi efektivitas indikator teknikal seperti MA5, RSI, dan SAR.

2.2.2 Metodologi Pengumpulan Data

Data historis EUR/USD dikumpulkan dari platform MetaTrader 4 dalam format time-series harian. Data ini akan digunakan sebagai dasar dalam perhitungan indikator dan analisis strategi.

2.2.3 CRISP-DM

CRISP-DM merupakan pendekatan utama dalam analisis data pada penelitian ini, yang terdiri dari lima tahapan terstruktur dan berurutan. Tahap *Business Understanding* bertujuan memahami konteks penelitian serta kebutuhan trader terhadap sinyal beli dan jual. *Data Understanding* mengeksplorasi struktur dan kualitas data historis EUR/USD dari MetaTrader 4. Pada tahap *Data Preparation*, dilakukan pembersihan data, perhitungan indikator MA5, RSI, dan Parabolic SAR, serta pembentukan sinyal beli, jual, dan hold. Tahap *Modeling* menerapkan strategi berdasarkan logika masing-masing indikator untuk menghasilkan sinyal dan mensimulasikan transaksi. Terakhir, tahap *Evaluation* mengukur performa strategi

berdasarkan akurasi, profitabilitas, dan *win rate* secara kuantitatif.

2.2.4 Kesimpulan dan saran

Hasil evaluasi setiap strategi dirangkum dan dibandingkan untuk menentukan indikator yang paling efektif, serta memberikan saran praktis dan akademik berdasarkan temuan..

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Business Understanding*

Hasil evaluasi tiga strategi teknikal—MA5, RSI, dan Parabolic SAR—terhadap pergerakan harga EUR/USD periode 2018–2025. Evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas sinyal beli dan jual, serta mengukur akurasi dan profitabilitas masing-masing strategi. Pendekatan yang digunakan bersifat *rule-based*, dengan perbandingan performa berdasarkan metrik seperti jumlah transaksi, *win rate*, *rasio profit/loss*, dan CAGR. Data dianalisis secara kuantitatif menggunakan Python agar hasil evaluasi lebih objektif, terukur, dan mudah direproduksi. Hasil ini menjadi dasar pertimbangan pemilihan indikator yang tepat di praktik trading PT Royal Trust Futures, serta mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data.. Langkah terakhir yang dilakukan dalam pembuatan *website* adalah testing untuk mengecek berbagai *bug* yang ada sehingga dapat diperbaiki dan dilakukan *maintenance*.

3.2 *Data Understanding*

Tahap ini bertujuan untuk memahami karakteristik data historis EUR/USD yang digunakan dalam penelitian. *Data understanding* dilakukan untuk memastikan kualitas data, mengidentifikasi pola, tren, dan distribusi harga yang akan menjadi dasar perhitungan sinyal pada strategi MA5, RSI, dan Parabolic SAR.

3.2.1 Statistik Deskriptif

Tahap ini bertujuan untuk memahami karakteristik dasar dari data harga pasangan mata uang EUR/USD secara numerik. Statistik deskriptif memberikan ringkasan umum terhadap nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*), standar deviasi (*std*), serta kuartil dari setiap variabel harga, yaitu *Open*, *High*, *Low*, dan *Close*.

Gambar berikut menyajikan hasil perhitungan statistik deskriptif terhadap seluruh kolom harga:

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
open	18800000	1.11762	0.05773	0.95902	1.08032	1.11105	1.16210	1.2508
high	18800000	1.12169	0.05728	0.96689	1.08418	1.11409	1.16537	1.2558
low	18800000	1.11408	0.05789	0.95347	1.07738	1.10755	1.15849	1.2448
close	18800000	1.11735	0.05762	0.96070	1.08048	1.11105	1.16211	1.2508

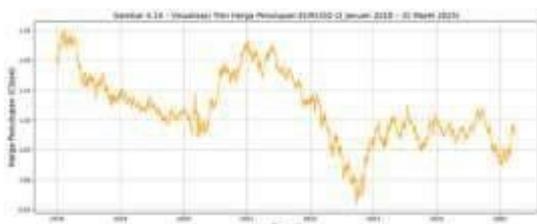
Gambar 3 : Statistik Deskriptif Harga EUR/USD
Sumber : Olehan Data Mandiri

Hasil statistik menunjukkan bahwa harga pembukaan (*Open*) memiliki rata-rata 1.11762 dengan standar deviasi 0.05773, minimum 0.95902, dan maksimum 1.25085. Pola serupa terlihat pada harga *High*, *Low*, dan *Close*, yang juga menunjukkan pola distribusi yang konsisten dan tidak menunjukkan adanya anomali ekstrem.

Distribusi yang relatif stabil ini menandakan tidak adanya lonjakan harga ekstrem, sehingga sesuai untuk penerapan indikator teknikal berbasis tren dan momentum. *Moving Average* (MA5) bergantung pada konsistensi harga untuk mengidentifikasi arah tren, sementara RSI dan *Parabolic SAR* memerlukan kestabilan fluktuasi untuk menghasilkan sinyal secara akurat.

3.2.2 Visualisasi Tren Harga Historis

Tahapan ini bertujuan untuk menggambarkan tren jangka panjang harga penutupan EUR/USD dari 2 Januari 2018 hingga 31 Maret 2025. Visualisasi tren digunakan untuk melihat arah pasar (bullish atau bearish), perubahan signifikan dalam periode tertentu, serta mengevaluasi kestabilan harga dari waktu ke waktu.



Gambar 4 : Grafik Tren Harga EUR/USD
Sumber : Olehan Data Mandiri

Gambar 4 menampilkan grafik garis pergerakan harga penutupan. Terlihat bahwa harga mengalami fluktuasi dinamis, dengan kecenderungan tren naik, turun, serta fase konsolidasi.

Pada awal 2018 hingga pertengahan 2020, harga relatif stabil di kisaran tinggi. Tren menurun terjadi mulai pertengahan 2021 hingga akhir 2022, kemungkinan akibat krisis global dan kebijakan moneter. Memasuki 2023 hingga awal 2025, harga menunjukkan pemulihan yang lebih stabil meskipun tetap berfluktuasi.

3.3 Data Preparation

Tahapan ini bertujuan untuk mengubah data mentah menjadi dataset yang siap dianalisis menggunakan strategi teknikal. Proses ini mencakup pembersihan data, perhitungan indikator teknikal, identifikasi sinyal beli dan jual, serta penyusunan dataset akhir. Seluruh langkah dilakukan untuk memastikan data tersusun rapi, bersih, dan akurat, sehingga mendukung evaluasi performa strategi secara optimal.

3.3.1 Perhitungan Indikator Teknikal

Setelah data dinyatakan bersih dan siap digunakan, dilakukan perhitungan tiga indikator teknikal utama, yaitu MA5, RSI, dan *Parabolic SAR*. Ketiganya ditambahkan langsung ke dalam dataset sebagai kolom baru.

Tiga indikator teknikal yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Moving Average 5* (MA5), yang menghitung rata-rata harga penutupan lima hari terakhir untuk mengidentifikasi tren jangka pendek; *Relative Strength Index* (RSI), yang mengukur kekuatan tren serta mendeteksi kondisi *overbought* dan *oversold* dalam 14 hari terakhir; serta *Parabolic SAR*, yang digunakan untuk mengenali potensi pembalikan arah tren berdasarkan pola pergerakan harga tertinggi dan terendah harian.

Tampilan Data dengan MA5, RSI, dan SAR:

	Date	Close	MA5	RSI	SAR
1870	2025-03-18	1.09424	1.089570	72.940879	1.082126
1871	2025-03-19	1.08998	1.089848	68.112391	1.084775
1872	2025-03-20	1.08479	1.089822	62.669395	1.095370
1873	2025-03-21	1.08111	1.088440	59.065196	1.095090
1874	2025-03-24	1.07992	1.086008	57.905466	1.094470
1875	2025-03-25	1.07891	1.082942	56.884577	1.093485
1876	2025-03-26	1.07517	1.079980	53.147944	1.092214
1877	2025-03-27	1.07994	1.079010	57.025256	1.090422
1878	2025-03-28	1.08306	1.079400	59.392428	1.088357
1879	2025-03-31	1.08127	1.079670	57.437655	1.086539

Gambar 5 : Hasil Perhitungan Indikator MA5, RSI, dan Parabolic SAR pada Data Historis EUR/USD

Sumber : Olehan Data Mandiri

Gambar 5 menampilkan sepuluh baris data terakhir yang menunjukkan hasil perhitungan ketiga indikator tersebut. Dataset hasil transformasi ini menjadi dasar untuk pembentukan sinyal buy, sell, dan hold pada tahap analisis berikutnya.

3.3.2 Penentuan Sinyal Buy dan Sell

Penentuan sinyal beli dan jual dilakukan secara terpisah berdasarkan logika masing-masing indikator teknikal, yaitu MA5, RSI, dan *Parabolic* SAR. Setiap sinyal dihitung menggunakan kondisi tertentu dan disimpan dalam kolom baru pada dataset untuk keperluan evaluasi. Sinyal MA5 dihasilkan saat harga penutupan hari ini menembus garis MA5 dari bawah (*buy*) atau dari atas (*sell*), dan dicatat dalam kolom Sinyal_MA5. Untuk RSI, sinyal *buy* muncul saat nilai RSI naik melewati level 30 (*oversold*), sedangkan sinyal *sell* muncul saat RSI turun melewati level 70 (*overbought*), dengan hasil disimpan di kolom Sinyal_RSI.

Sementara itu, sinyal *Parabolic* SAR ditentukan berdasarkan perpindahan posisi titik SAR terhadap harga penutupan; sinyal *buy* muncul saat titik SAR berpindah dari atas ke bawah harga, dan sinyal *sell* ketika berpindah dari bawah ke atas. Sinyal ini disimpan dalam kolom Sinyal_SAR. Proses penentuan sinyal dilakukan menggunakan logika kondisional serta fungsi `shift()` dari Pandas untuk membandingkan nilai indikator antar hari. Hasil akhir dari perhitungan ini ditambahkan ke dataset dan divalidasi melalui peninjauan terhadap 10 baris terakhir

untuk memastikan logika implementasi telah berjalan sesuai.

Hasil Sinyal setelah ditentukan:

	Date	Close	MA5	RSI	SAR	Sinyal_MA5	Sinyal_RSI	Sinyal_SAR
1870	2025-03-18	1.09424	1.089570	72.940879	1.082126	Hold	Hold	Hold
1871	2025-03-19	1.08998	1.089848	68.112391	1.084775	Hold	Sell	Hold
1872	2025-03-20	1.08479	1.089822	62.669395	1.095370	Sell	Hold	Sell
1873	2025-03-21	1.08111	1.088440	59.065196	1.095090	Hold	Hold	Hold
1874	2025-03-24	1.07992	1.086008	57.905466	1.094470	Hold	Hold	Hold
1875	2025-03-25	1.07891	1.082942	56.884577	1.093485	Hold	Hold	Hold
1876	2025-03-26	1.07517	1.079980	53.147944	1.092214	Hold	Hold	Hold
1877	2025-03-27	1.07994	1.079010	57.025256	1.090422	Buy	Hold	Hold
1878	2025-03-28	1.08306	1.079400	59.392428	1.088357	Hold	Hold	Hold
1879	2025-03-31	1.08127	1.079670	57.437655	1.086539	Hold	Hold	Hold

Gambar 6 : Tampilan Sinyal Buy, Sell dan Hold Berdasarkan Indikator MA5, RSI, dan SAR.

Sumber : Olehan Data Mandiri

3.3.4 Penyusunan Dataset Akhir

Tahap akhir dalam proses data preparation adalah menyusun dataset final yang akan digunakan untuk simulasi strategi dan evaluasi performa pada tahap modeling. Dataset ini merupakan hasil integrasi dari seluruh proses sebelumnya, termasuk data harga historis, hasil perhitungan indikator teknikal (MA5, RSI, SAR), serta sinyal trading yang dihasilkan oleh masing-masing indikator. Penyusunan dataset ini bertujuan untuk memastikan semua informasi yang diperlukan tersedia dalam format terstruktur dan siap digunakan dalam analisis lanjutan.

Struktur dataset akhir terdiri atas beberapa kolom utama, yaitu: Date sebagai penanda waktu transaksi; *Open*, *High*, *Low*, dan *Close* sebagai harga harian; MA5 yang merepresentasikan rata-rata harga penutupan lima hari; RSI sebagai indikator momentum berbasis periode 14 hari; dan SAR sebagai indikator pembalikan tren. Selain itu, terdapat kolom Sinyal_MA5, Sinyal_RSI, dan Sinyal_SAR yang menyimpan hasil sinyal beli, jual, atau *hold* dari masing-masing indikator. Dataset ini menjadi fondasi utama dalam penerapan strategi dan evaluasi kinerja indikator teknikal secara sistematis.

Date	Open	High	Low	Close	MA5	RSI	SAR	Sinyal_MA5	Sinyal_RSI	Sinyal_SAR
2025-03-18	1.09424	1.09424	1.09424	1.09424	1.089570	72.940879	1.082126	Hold	Hold	Hold
2025-03-19	1.08998	1.08998	1.08998	1.08998	1.089848	68.112391	1.084775	Hold	Sell	Hold
2025-03-20	1.08479	1.08479	1.08479	1.08479	1.089822	62.669395	1.095370	Sell	Hold	Sell
2025-03-21	1.08111	1.08111	1.08111	1.08111	1.088440	59.065196	1.095090	Hold	Hold	Hold
2025-03-24	1.07992	1.07992	1.07992	1.07992	1.086008	57.905466	1.094470	Hold	Hold	Hold
2025-03-25	1.07891	1.07891	1.07891	1.07891	1.082942	56.884577	1.093485	Hold	Hold	Hold
2025-03-26	1.07517	1.07517	1.07517	1.07517	1.079980	53.147944	1.092214	Hold	Hold	Hold
2025-03-27	1.07994	1.07994	1.07994	1.07994	1.079010	57.025256	1.090422	Buy	Hold	Hold
2025-03-28	1.08306	1.08306	1.08306	1.08306	1.079400	59.392428	1.088357	Hold	Hold	Hold
2025-03-31	1.08127	1.08127	1.08127	1.08127	1.079670	57.437655	1.086539	Hold	Hold	Hold

Gambar 7 : Tampilan Dataset Akhir.

Sumber : Olehan Data Mandiri

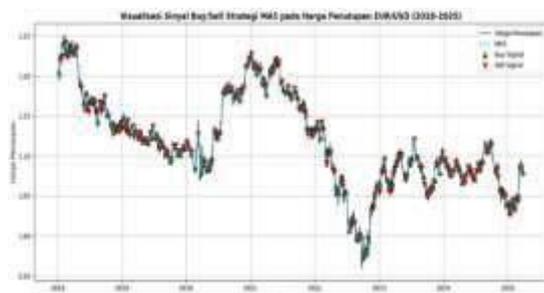
3.4 Modeling

Tahap modeling bertujuan untuk menerapkan strategi teknikal berbasis indikator *Moving Average 5 (MA5)*, *Relative Strength Index (RSI)*, dan *Parabolic SAR* guna menghasilkan sinyal beli dan jual atas pasangan mata uang EUR/USD. Pendekatan yang digunakan bersifat rule-based, yaitu penerapan langsung logika indikator teknikal tanpa proses pelatihan model seperti pada metode machine learning. Setiap strategi diterapkan secara terpisah untuk memastikan evaluasi performa dilakukan secara independen dan objektif.

Hasil sinyal dari ketiga indikator digunakan untuk melakukan simulasi entry dan exit transaksi, serta divisualisasikan dalam grafik harga historis guna menampilkan posisi sinyal beli dan jual. Tahap ini menghasilkan rangkaian posisi trading dari masing-masing strategi yang akan menjadi dasar dalam evaluasi performa menggunakan metrik kuantitatif. Dengan demikian, modeling menjadi langkah penting dalam menguji efektivitas logika indikator terhadap data historis secara sistematis.

3.4.1 Strategi *Moving Average 5 (MA5)*

Strategi *Moving Average 5 (MA5)* digunakan untuk mengidentifikasi peluang transaksi dengan mengamati interaksi antara harga penutupan dan rata-rata lima hari terakhir. Sinyal beli muncul ketika harga menembus garis MA5 dari bawah, sedangkan sinyal jual muncul saat harga menembus dari atas. Dalam visualisasi, sinyal beli ditandai dengan panah hijau ke atas (▲), dan sinyal jual ditandai dengan panah merah ke bawah (▼), yang ditampilkan secara langsung pada grafik pergerakan harga EUR/USD.

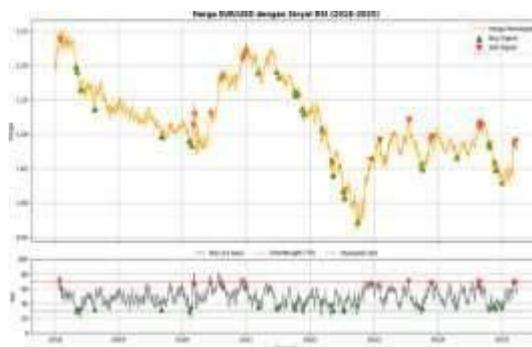


Gambar 8 : Visualisasi Sinyal Buy/Sell MA5
2018-2025

Sumber : Sumber : Olehan Data Mandiri

3.4.2 Strategi *Relative Strength Index (RSI)*

Strategi RSI diterapkan untuk mendeteksi peluang beli dan jual berdasarkan kondisi overbought (jenuh beli) dan oversold (jenuh jual), dengan tujuan mengidentifikasi potensi pembalikan arah harga secara numerik. Sinyal yang telah dihitung divisualisasikan dalam grafik pergerakan harga EUR/USD dan nilai RSI selama periode 2018–2025, dilengkapi garis batas pada level 30 dan 70 sebagai indikator zona oversold dan overbought. Dalam visualisasi tersebut, sinyal beli ditandai dengan panah hijau ke atas (▲) dan sinyal jual ditandai dengan panah merah ke bawah (▼).

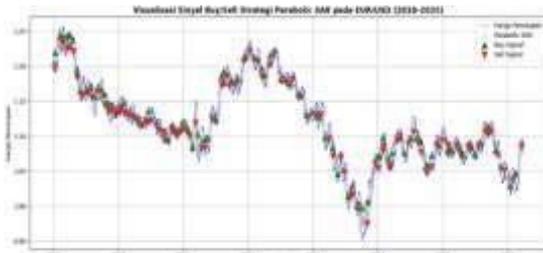


Gambar 9 : Visualisasi Sinyal Buy/Sell RSI
2018-2025

Sumber : Sumber : Olehan Data Mandiri

3.4.3 Strategi *Parabolic SAR*

Strategi *Parabolic SAR* digunakan untuk mengidentifikasi perubahan arah tren berdasarkan posisi titik SAR terhadap harga, di mana perpindahan titik SAR dari atas ke bawah harga menandakan sinyal beli, dan sebaliknya untuk sinyal jual. Nilai indikator yang telah dihitung sebelumnya digunakan untuk menghasilkan sinyal beli, jual, atau hold, yang disimpan dalam kolom Sinyal_SAR. Sinyal tersebut kemudian divisualisasikan bersama grafik harga EUR/USD periode 2018–2025, dengan panah hijau ke atas (▲) menunjukkan sinyal beli saat titik SAR berpindah ke bawah harga, dan panah merah ke bawah (▼) menunjukkan sinyal jual saat titik SAR berpindah ke atas harga.



Gambar 10 : Visualisasi Sinyal Buy/Sell RSI
2018-2025
Sumber : Sumber : Olehan Data Mandiri

3.5 Evaluation

Setelah strategi teknikal *Moving Average 5 (MA5)*, *Relative Strength Index (RSI)*, dan *Parabolic SAR* diterapkan pada data historis EUR/USD, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi terhadap kinerja masing-masing strategi. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur efektivitas sinyal beli dan jual yang dihasilkan, baik dari sisi profitabilitas maupun akurasi pengambilan keputusan.

3.5.1 Evaluasi Strategi MA5

Evaluasi strategi *Moving Average 5 (MA5)* dilakukan untuk menilai performa sinyal beli dan jual terhadap pergerakan harga EUR/USD selama periode 2018–2025. Selama periode tersebut, strategi ini menghasilkan 487 transaksi dengan win rate sebesar 36.55%. Meskipun tingkat keberhasilannya tergolong rendah, MA5 tetap mencatat *net return* positif sebesar 6.15% dan CAGR tahunan sebesar 0.86%. Rasio profit/loss sebesar 1.05 juga menunjukkan bahwa total keuntungan masih sedikit lebih tinggi dibandingkan kerugian yang ditanggung.

3.5.2 Evaluasi Strategi RSI

Evaluasi strategi *Relative Strength Index (RSI)* dilakukan untuk mengukur efektivitas sinyal beli dan jual terhadap pergerakan harga EUR/USD selama periode 2018–2025. Selama periode tersebut, RSI menghasilkan 49 transaksi dengan win rate sebesar 30.61%. Meskipun rata-rata profit per transaksi cukup tinggi (2.86%), rendahnya akurasi arah prediksi dan rasio profit/loss sebesar 0.82 mencerminkan kurangnya konsistensi strategi. Secara keseluruhan, strategi RSI mencatat *net return* sebesar -9.11% dan CAGR tahunan -1.36%, yang

mengindikasikan bahwa performanya belum optimal untuk diterapkan secara mandiri.

3.5.3 Evaluasi Strategi SAR

Strategi *Parabolic SAR* menunjukkan performa yang sangat kuat dalam merespons pergerakan harga EUR/USD selama periode 2018–2025. Dari total 190 transaksi, strategi ini mencatat win rate yang tinggi sebesar 76.84% dan rasio profit/loss sebesar 6.08, menandakan bahwa nilai keuntungan jauh melebihi kerugian. *Net return* yang dihasilkan mencapai 65.43% dengan CAGR tahunan sebesar 7.46%. Meskipun rata-rata profit per transaksi tidak terlalu besar (0.54%), konsistensi strategi ini dalam menghasilkan sinyal yang tepat menjadikannya paling unggul dibanding dua strategi lainnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap tiga strategi teknikal—*Moving Average 5 (MA5)*, *Relative Strength Index (RSI)*, dan *Parabolic SAR*—terhadap pergerakan harga EUR/USD di PT Royal Trust Futures, diperoleh bahwa masing-masing strategi memiliki karakteristik sinyal yang berbeda. MA5 menghasilkan jumlah sinyal terbanyak (487 transaksi) namun dengan akurasi rendah, RSI memberikan sinyal lebih jarang (49 transaksi) dan kurang konsisten, sedangkan *Parabolic SAR* menunjukkan akurasi arah tren yang lebih baik dan stabil. Dalam hal efektivitas, *Parabolic SAR* terbukti paling andal dalam mengikuti dinamika pasar dan menghasilkan profit secara konsisten, disusul MA5 yang masih cukup efektif dalam kondisi pasar tren, sementara RSI dinilai kurang mampu menyesuaikan sinyal dengan kondisi pasar.

Dari sisi profitabilitas, *Parabolic SAR* mencatat performa terbaik dengan win rate 76.84%, keputusan trading yang lebih terukur dan strategis. rasio *profit/loss* 6.08, dan CAGR 7.46%, sedangkan MA5 hanya mencatat *net return* 6.15% dan RSI justru negatif dengan *net return* -9.11%. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa pemilihan strategi teknikal dalam trading sangat bergantung pada kecocokan indikator dengan kondisi pasar; strategi seperti *Parabolic SAR* yang memiliki akurasi tinggi

dan profit konsisten layak dijadikan acuan dalam pengambilan

DAFTAR PUSTAKA

- Bank for International Settlements, "Triennial Central Bank Survey: Foreign exchange turnover in April 2022," 2022. [Online]. Available: https://www.bis.org/statistics/rpfx25_announcement.htm.*
- I. Budiman, T. Prahasto, and Y. Christyono, "Data clustering menggunakan metodologi CRISP DM untuk pengenalan pola proporsi pelaksanaan tridharma," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 1, no. 3, pp. 129–134, Jan. 2014, doi: 10.21456/vol1iss3pp129-134.

ANALISIS PENGARUH WAKTU PENDINGINAN TERHADAP FAKTOR KEAMANAN PADA SAMBUNGAN LAS THERMIT REL R.54 DI JALUR HILIR ANTARA STASIUN PASAR MINGGU - STASIUN MANGGARAI

Sigit Yulianto

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
yuliantosigit9@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini mengkaji pengaruh waktu pendinginan terhadap faktor keselamatan pada sambungan las *thermit* pada rel R.54 di jalur yang secara rutin dilalui oleh KRL antara stasiun Pasar Minggu dan stasiun Manggarai. Waktu pendinginan dipilih pada rentang waktu 0, 15, 30, 45, 60, 90 dan 120 menit. Temperatur yang tercapai pada masing-masing waktu pendinginan tersebut dicatat, sehingga didapatkan beda temperatur antara saat pengelasan dan saat waktu pendinginan tersebut, yang menjadi dasar untuk perhitungan regangan dan tegangan sisa (*residual/thermal stress*). Kemudian, faktor keamanan sambungan las dihitung sebagai perbandingan antara kekuatan tarik rel dan tegangan sisa akibat pengelasan dan tegangan aksial akibat beban kereta terhadap rel. Adapun pengelasan dilakukan pada 2 lebar celah sambungan yaitu 24 mm dan 25 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pendinginan, tegangan sisa semakin kecil, sedangkan tegangan aksial akibat beban kereta pada rel bersifat tetap. Pada lebar celah 24 mm dan 25 mm, masing-masing didapatkan faktor keamanan terkecil pada pendinginan 0 detik yaitu sebesar 1,064 dan 1,131 dan faktor keamanan tertinggi pada waktu pendinginan 120 detik sebesar 1,878 dan 1,907. Dengan menggunakan batas aman faktor keamanan 1,8, maka direkomendasikan minimum waktu pendinginan adalah 90 menit, namun demikian waktu pendinginan ini masih harus dikaji berkaitan dengan umur kelelahan sambungan las akibat beban berulang dari kereta yang melewatinya. .

Kata kunci : las *thermit*, waktu pendinginan, tegangan *thermal*, tegangan aksial, faktor keamanan,

1. PENDAHULUAN

Jalan rel merupakan salah satu infrastruktur fundamental pada transportasi di Indonesia yang memiliki peran penting dalam mendukung terwujudnya kelancaran mobilitas angkutan penumpang dan barang yang pada ujungnya memperlancar kegiatan perekonomian. Dalam sistem perkeretaapian, sambungan rel menjadi aspek krusial yang mempengaruhi keamanan, kenyamanan, serta efisiensi operasi kereta api. Sambungan rel diperlukan untuk mengakomodasi perubahan panjang rel akibat pemuaian dan penyusutan *termal*. Namun, jika sambungan rel ini tidak diperhitungkan dengan baik, dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti deformasi rel, ketidakseimbangan penyaluran beban, hingga risiko kecelakaan.

Salah satu tantangan utama dalam perancangan sambungan rel adalah mengupayakan sambungan yang ideal agar dapat meminimalkan risiko deformasi akibat perubahan suhu dan beban lintas yang dapat menyebabkan kondisi *buckling* statis dan retak hingga patah (Esveld, 2015). *Buckling*

terjadi karena adanya pemuaian panjang dari rel akibat adanya kenaikan temperatur (FT Industri, 2019). Selain itu, apabila sambungan tidak diperhatikan dengan baik, dapat menyebabkan keausan lebih cepat, meningkatkan risiko kegagalan sambungan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kereta api. Sambungan yang ideal berperan penting dalam menjaga distribusi beban yang merata pada konstruksi jalan rel, mempertahankan umur pemakaian rel, mencegah konsentrasi tegangan yang berlebihan, dan menjaga stabilitas perjalanan kereta api.

Berdasarkan laporan Investigasi Kecelakaan Kereta Api pada anjlokkan KA 17 (Argo Semeru) di petak jalan Sentolo - Wates, Daop 6 Yogyakarta pada 17 Oktober 2023, diketahui bahwa kecelakaan anjlokkan KA 17 Argo Semeru di KM. 520 + 420 jalur hilir petak jalan antara Stasiun Sentolo - Stasiun Wates, diakibatkan oleh terjadinya *buckling* pada jalan rel. Terjadinya *buckling* disebabkan oleh pemuaian yang terjadi pada material logam rel. Pemuaian ini dipengaruhi oleh

adanya perbedaan atau selisih temperatur (ΔT) yang tinggi di dalam struktur logam rel antara temperatur rel di saat pertama kali rel dipasang dan temperatur rel di saat kondisi cuaca panas (KNKT, 2024). Selain itu, ketidaksesuaian dalam perencanaan, pemasangan, dan perawatan sambungan rel juga dapat meningkatkan risiko retak hingga sambungan rel patah. Seperti halnya pada kejadian di KM 57+0/1 Jalur Hulu antara Dopleng - Randublatung pada 6 Oktober 2023, terjadi patahan rel tepat di titik sambungan pengelasan, yang menunjukkan adanya kegagalan struktural pada sambungan rel (Kementerian perhubungan direktorat jenderal perkeretaapian, 2024).

Salah satu metode penyambungan rel yang kerap digunakan adalah penyambungan rel adalah metode las *thermit*. Proses ini memanfaatkan reaksi kimia antara serbuk aluminium dan oksida besi untuk menghasilkan logam cair, yang kemudian menyambungkan dua ujung rel. Setelah reaksi selesai, sambungan harus didinginkan dengan hati-hati agar kekuatan dan ketahanannya optimal. Waktu pendinginan hasil las *thermit* pada rel kereta api idealnya sekitar 1-2 jam, bergantung pada kondisi lingkungan dan ketebalan rel. Proses pendinginan ini menjadi krusial karena pendinginan terlalu cepat dapat menyebabkan tegangan internal dan retak dan pendinginan terlalu lambat dapat mengakibatkan deformasi struktural. Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu pendinginan antara lain suhu lingkungan, ketebalan rel, jenis material, dan kondisi cuaca saat pemasangan. Pada proses pendinginan, terdapat tiga tahapan utama yaitu pendinginan awal (perlahan agar menghindari kerusakan struktur internal), pendinginan lanjutan (mungkin dipercepat dengan kontrol seperti angin atau air), dan pendinginan akhir (stabilisasi ke suhu ruang).

Dalam operasional kereta api, proses pengelasan *thermit* umumnya dilakukan saat *window time*, yaitu waktu di luar jam operasi aktif kereta api. Hal ini karena saat operasi berlangsung, *headway* antar kereta sangat padat dan singkat, sehingga pelaksanaan pengelasan saat *window time* dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan memastikan kualitas pekerjaan yang lebih maksimal. Pada lintas Pasar Minggu - Manggarai, *window time* dimulai pada pukul

00.00 s.d. 04.05 WIB. Dengan keterbatasan waktu *window time* ini, harus dimanfaatkan semaksimal mungkin, guna memberikan hasil pengelasan yang optimal. Kondisi ini mempengaruhi waktu pendinginan, sehingga pekerja harus memiliki manajemen waktu yang baik agar waktu pendinginan cukup, sehingga sambungan tidak langsung menerima beban sebelum mencapai kestabilan yang cukup. Apabila sambungan las mendapatkan beban kerja langsung dan stabilisasi pada waktu pendinginan yang tidak ideal, dapat menyebabkan masalah serius seperti cacat las, distorsi, tegangan tidak merata, bahkan retak pada sambungan. Tegangan ini, jika tidak dikendalikan sejak awal, dapat mempercepat kerusakan dan mengurangi masa pakai sambungan secara drastis.

Melalui penelitian Analisa Kinerja Sambungan Las *Thermit* Rel R.54 Di Jalur Hilir Antara Stasiun Pasar Minggu - Stasiun Manggarai, diharapkan dapat mengetahui waktu pendinginan yang optimal untuk mendapatkan faktor keamanan sambungan las *thermit* yang pada ujungnya menjamin keselamatan operasional kereta api..

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksperimen untuk mendapatkan data primer dan perhitungan teoritis dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

2.1 Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi berupa teori, standar dan peraturan yang terkait dengan sambungan las *thermit* pada rel kereta api serta data sekunder yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan dan analisis.

2.2 Eksperimen dan pengukuran

Pada tahapan ini dilakukan proses penyambungan las *thermit* sesuai dengan *welding procedure specification* yang sudah divalidasi. Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data lebar celah pengelasan, waktu pendinginan dan temperatur

pendinginan. Lebar celah diatur pada 2 parameter yaitu 24 mm dan 25 mm, sedangkan waktu pendinginan dibuat dengan durasi masing-masing 0, 15, 30, 60, 90 dan 120 menit, dengan pendinginn normal, yaitu mengikuti kondisi temperatur alam yang sesungguhnya, dan temperature pada setiap akhir waktu pendinginan diukur. Perbedaan temperatur saat awal dan akhir pendinginan dicatat sebagai perbedaan temperatur atau ΔT .

2.3 Perhitungan-perhitungan

Perhitungan-perhitungan yang dilakukan untuk mendukung penelitian ini meliputi:

- Tegangan akibat pengelasan (*thermal stress/residual stress*);
- Tegangan akibat beban aksial pada rel akibat beban dari kereta;
- Tegangan total aksial yang diterima rel; dan
- Faktor keamanan sambungan las *thermit*

2.4 Analisa dan pembahasan

Analisa dan pembahasan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan.

2.5 Kesimpulan

Kesimpulan ditarik berdasarkan hasil analisa dan pembahasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tentang Rel R.54

Rel kereta api merupakan komponen utama dalam sistem perkeretaapian yang berfungsi sebagai jalur lintasan roda kereta. Rel dibuat dari material logam berkekuatan tinggi, umumnya baja mangan atau baja karbon tinggi, yang memiliki sifat mekanis unggul seperti ketahanan terhadap beban berat, keausan akibat gesekan, dan perubahan suhu. Baja mangan dikenal memiliki ketahanan aus yang sangat baik karena efek pengerasan akibat kerja (*work hardening*), sedangkan baja karbon tinggi memberikan kekuatan tarik dan ketangguhan yang diperlukan untuk menahan beban kereta api. Komposisi kimia dari baja rel kereta api yang menjadi obyek penelitian ditunjukkan pada tabel 2.1 dibawah ini, yang merupakan baja

karbon tinggi dengan kandungan mangan yang tinggi. Pengertian rel R.54 adalah rel yang mempunyai berat sekitar 54 kg untuk setiap meter panjangnya.

Tabel 1 Komposisi kimia baja rel

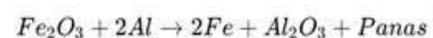
Unsur	Komposisi (%)
C	0,6 – 0,8
Si	0,15 – 0,35
Mn	0,9 – 1,1
P	Max 0,035
S	Max 0,025

Sumber : Data penelitian mandiri

3.2 Sambungan Las *thermit*

Pengelasan rel merupakan salah satu proses penting dalam penyambungan jalan rel, di mana dua batang rel disatukan sehingga membentuk lintasan yang kontinu dan stabil. Tujuan utama dari penyambungan ini adalah untuk menghilangkan sambungan mekanis seperti *fishplate* yang cenderung menimbulkan gangguan getaran, keausan, serta kebisingan saat kereta melintas, penyambungan ini dilakukan dengan berbagai cara, yang umum digunakan yaitu metode *thermit*.

Aluminothermic welding, atau lebih dikenal sebagai pengelasan *thermit* adalah suatu proses penyambungan rel yang memanfaatkan reaksi kimia eksotermik antara serbuk aluminium (Al) dan oksida logam, khususnya besi oksida (Fe_2O_3), untuk menghasilkan besi cair. Besi cair yang dihasilkan dari reaksi ini memiliki suhu sekitar $2500^\circ C$ dan digunakan untuk mengisi celah antar dua ujung rel. Setelah dituangkan, logam cair akan mengisi rongga sambungan dan membeku menjadi sambungan monolitik yang memiliki sifat mekanis mendekati atau setara dengan rel aslinya. Prinsip kerja proses ini bekerja berdasarkan Reaksi Kimia:



Dimana besi oksida (Fe_2O_3) bereaksi dengan aluminium (Al), menghasilkan besi cair (Fe) yang digunakan untuk mengisi celah antara dua rel yang disambung. Setelah reaksi selesai, logam cair dituangkan ke dalam cetakan pasir khusus yang menutupi sambungan, dan setelah pembekuan, bagian atas sambungan akan digerinda hingga profilnya sejajar dan sesuai dengan kontur rel.

Lebar celah rel sebelum dilakukan pengelasan ditunjukkan pada gambar 1 dan setelah dilakukan pengelasan ditunjukkan pada gambar 2. Pada penelitian ini lebar celah rel dibuat untuk 24 mm dan 25 mm.



Gambar 1: Lebar celah rel
Sumber : Data penelitian mandiri



Gambar 2: Hasil las *thermit*
Sumber : Data penelitian mandiri

3.3 Hasil pengukuran temperatur rel

Temperatur rel diukur dan dicatat pada setiap waktu pendinginan, dan ditampilkan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Hasil pengukuran temperatur

Celah (mm)	Waktu (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	ΔT (°C)
25	0	352	175	177
	15	135	95	39,5
	30	112	77	33,5
	60	68	51	16,5
	90	50	40	4,5
	120	38	36	2,0
24	0	340	136	204
	15	230	105	125
	30	185	86	99
	60	105	58	47
	90	70	42	32
	120	44	38	6

Sumber : Data penelitian mandiri

T1 adalah pengukuran temperatur pada titik tengah sambungan las, dan T2 adalah rata-rata pengukuran temperatur pada titik sebelah kanan dan kiri sambungan las. Perbedaan temperatur antara T1 dan T2 adalah ΔT. Terlihat bahwa semakin lama waktu pendinginan, temperatur rel semakin menurun, demikian pula semakin lama waktu pendinginan, ΔT juga semakin menurun.

3.4 Tegangan sisa pada sambungan las

Tegangan sisa pada pengelasan terbentuk karena perubahan panas selama proses pengelasan dan pendinginan, dimana pada penelitian ini disimbolkan sebagai ΔT. Perubahan panas mengakibatkan pemuaihan rel (regangan/*strain*) dan akibat adanya regangan maka tegangan sisa σ, atau tegangan panas (*thermal stress*) dapat dihitung dengan menggabungkan persamaan hukum *hook* dan persamaan pemuaihan, sehingga didapatkan:

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

E = modulus elastisitas baja, $2,1 \times 10^5$ MPa

A = koefisien muai baja, $11,5 \times 10^{-6}$ mm⁰C

Tabel 3 berikut ini menampilkan tegangan sisa dan gaya *thermal* yang bekerja pada sambungan las *thermit* pada waktu pendinginan yang berbeda-beda, untuk lebar celah 24 mm dan 25 mm.

Tabel 3 Tegangan sisa dan gaya *thermal*

Lebar celah (mm)	Waktu (menit)	σ (MPa)	F (N)
24	0	492,660	3.416.104,44
	15	301,875	2.093.201,25
	30	237,878	1.649.442,58
	60	112,298	778.670,86
	90	66,412	460.504,28
	120	14,490	100.473,66
25	0	427,455	2.963.972,97
	15	95,392	661.451,60
	30	80,902	560.977,94
	60	39,848	276.302,56
	90	10,868	75.355,24
	120	4,830	33.491,22

Sumber : Data penelitian mandiri

1.4 Tegangan mekanis

Diketahui bahwa 1 rangkaian Kereta Rel Listrik terdiri dari 12 kereta yang masing – masing gandar 18 ton. Maka diperoleh informasi tegangan mekanis dalam satu rangkaian Kereta Rel Listrik sebagai berikut :

- Beban per roda: 9 ton = 9000 kg × 9,81 m/s² = 88,29 kN
- Jumlah roda per sisi rel 48 roda
- F total = 48 × 88,29kN = 4237,92kN
- Nilai Tegangan Mekanis :
- $\sigma_m = 4237,92\text{kN} / 6934 \text{ mm} = 611,2 \text{ N/mm}^2$ atau 611,2 MPa.

3.4 Tegangan total dan faktor keamanan

Tegangan mekanis yang telah dihitung pada 3.4 menghasilkan tegangan aksial sepanjang jalur rel, termasuk pada sambungan las. Maka pada sambungan las, bekerja tegangan sisa (*residual/thermal stress*) dan tegangan aksial akibat beban kerata yang melewatinya. Tegangan aksial total dapat dihitung sebagai penjumlahan tegangan *thermal* dan tegangan mekanis dalam persamaan $\sigma_{Total} = \sigma_{Mekanik} + \sigma_{Termal}$, dan jika diketahui tegangan total, maka faktor keamanan dapat dihitung sebagai perbandingan kekuatan tarik maksimal dengan tegangan aksial total. Dengan menggunakan kekuatan tarik maksimal baja rel 1175 MPa, maka pada tabel 4 ditampilkan ringkasan hasil perhitungan untuk tegangan total dan faktor keamanan pada masing-masing waktu pendinginan.

Tabel 4 Tegangan total dan faktor keamanan

Lebar Celah (mm)	Waktu Pendinginan (menit)	Tegangan Aksial Total (Mpa)	Faktor Keamanan
25	0	1038,655	1,131
	15	706,592	1,663
	30	692,102	1,698
	60	651,048	1,805
	90	622,068	1,889
	120	616,030	1,907
24	0	1103,860	1,064
	15	913,075	1,287
	30	849,078	1,384
	60	723,498	1,624
	90	677,612	1,734
	120	625,690	1,878

Sumber : Data penelitian mandiri

3.5 Pembahasan

Sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2, terjadi penurunan perbedaan temperatur pada waktu pendinginan yang makin lama. Hal ini terjadi karena perpindahan panas dari sambungan las ke udara di sekelilingnya, sehingga semakin lama waktu pendinginan, proses perpindahan panas akan semakin banyak dan berakibat pada penurunan perbedaan temperatur.

Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pendinginan, tegangan sisa akan semakin berkurang, hal ini sejalan dengan persamaan (1) dimana tegangan sisa berbanding lurus dengan perbedaan temperatur, ΔT . Kemudian dikarenakan, tegangan aksial mekanis tetap, maka tegangan total axial, perubahannya bergantung pada tegangan sisa. Konsekuensinya adalah bahwa faktor keamanan akan meningkat jika tegangan sisa makin kecil, atau pada penelitian ini jika perubahan temperatur makin kecil atau waktu pendinginan makin lama. Perlu dicatat bahwa, faktor keamanan dipengaruhi oleh lebar celah pengelasan, Dimana untuk lebar 25 mm, faktor keamanan sudah diatas 1,8 untuk pendinginan selama 60 menit, sedangkan untuk lebar celah 24 mm, faktor keamanan baru mencapai diatas 1,8 pada waktu pendinginan 90 menit. Hal ini sekaligus menunjukkan bahwa lebar celah harus dikontrol dengan ketat selama proses pengelasan.

Meskipun semakin lama waktu pendinginan menghasilkan faktor keamanan yang makin tinggi, namun demikian karena waktu pendinginan dibatasi oleh window time, maka yang dicari adalah waktu pendinginan optimal, dalam hal ini waktu pendinginan diatas 90 menit menghasilkan faktor kermanan lebih dari 1,8, baik untuk lebar celah 25 mm maupun 24 mm.

2. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sevagai berikut:

- a) Semakin lama waktu pendinginan, tegangan sisa (*thermal stress*) yang terjadi pada sambungan las *thermit* makin tinggi.

- b) Semakin lama waktu pendinginan, faktor keamanan sambungan las *thermit* semakin tinggi,
- c) Faktor keamanan mencapai diatas 1, 8 untuk waktu pendinginan 90 menit baik untuk lebar celah 25 mm dan 24 mm.
- d) Waktu pendinginan ini (90 menit) masih perlu dikaji dalam kiatannya dengan umur kelelahan yang dialami oleh sambungan las karena beban berulang dari kereta yang melewatinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Esveld, C., Modern Railway Track. MRT-Productions, Zaltbommel, Netherlands. 2015.
- F. T. Industri, Analisa numerik tegangan dinamik pada rel kereta api akibat beban impak dengan kenaikan suhu, Jakarta, 2019.
- KNKT, Laporan Investigasi Kecelakaan Perkeretaapian Anjlok KA 17 (Argo Semeru) Di Petak Jalan Sentolo-Wates, Daop 6 Yogyakarta 17 Oktober 2023, Jakarta, 2024.
- Kementerian perhubungan direktorat jenderal perkeretaapian, Peraturan Menteri Perhubungan, vol. II, no. 8, pp. 1–38, 2024
- PT KAI, Perencanaan Kontruksi Jalan Rel, PD 10 TAHUN 1986, Jakarta, 1986.
- Sidney H Avner, Introduction to Physical Metallurgy, Mc Graw Hill Book Company, Singapore, 2010.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI E KOST SEBAGAI LAYANAN PENYEWAAN DAN PEMBAYARAN BERBASIS WEB PADA KOST LULA JAKARTA TIMUR

Wibisono

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

Abstrak

Rumah kost adalah sebuah rumah yang dibagi menjadi beberapa kamar atau unit yang disewakan kepada individu atau kelompok dengan tarif sewa tertentu. Kost Lula merupakan salah satu rumah kost yang terletak di Jakarta Timur. Saat ini, pemilik kost masih melakukan proses pembayaran dan pencatatan data nama penghuni kost menggunakan buku manual, yang rentan terhadap risiko hilang atau rusaknya data tersebut. Dari permasalahan tersebut, penulis mengusulkan sebuah sistem untuk membantu proses penyewaan kamar kost bagi calon penyewa sehingga dapat dengan mudah melihat ketersediaan kamar, melakukan pemesanan, dan melakukan pembayaran secara online serta memudahkan pemilik kost untuk mengelola data - data yang berkaitan dengan kostan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data yaitu observasi, wawancara, dan studi pustaka. Untuk perancangan, menggunakan metode Unified Modelling Language atau UML dan pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dengan Framework CodeIgniter dan menggunakan database MySQL. Hasil dari penelitian ini yaitu sistem informasi e-kost berbasis web yang diharapkan dapat meningkatkan proses penyewaan dan pembayaran kost secara efisien dan terkomputerisasi

Kata Kunci : Rumah Kost, Penyewaan, Pembayaran Online, Waterfall, UML

1. PENDAHULUAN

Rumah kost adalah sebuah rumah yang dibagi menjadi beberapa kamar atau unit yang disewakan kepada individu atau kelompok dengan tarif sewa tertentu. Biasanya, rumah kost ini ditempati oleh mahasiswa, pekerja, atau orang - orang yang membutuhkan tempat tinggal sementara dengan biaya sewa yang lebih terjangkau. Kost Lula yang berlokasi di Jakarta Timur memiliki sejumlah penyewa yang cukup banyak. Saat ini, pemilik kost masih melakukan proses pembayaran dan pencatatan data nama penghuni kost menggunakan buku manual, yang rentan terhadap risiko hilang atau rusaknya data tersebut.

Perkembangan pesat dalam era digital telah membawa berbagai manfaat signifikan bagi kehidupan manusia. Salah satu dampak positifnya adalah peningkatan minat masyarakat untuk beralih dari pembayaran konvensional ke metode pembayaran digital. Sementara itu, permintaan akan rumah kontrakan atau kostan di Jakarta terus meningkat setiap tahunnya. Jakarta merupakan kota yang padat penduduknya, baik oleh penduduk lokal maupun pendatang. Pertumbuhannya yang cepat terlihat dari berbagai

sektor, termasuk pendidikan, industri, perkantoran, dan pemerintahan. Penggunaan sistem informasi dalam dunia bisnis sangat penting untuk kemajuan dan efisiensi operasional, termasuk dalam hal pertukaran informasi secara elektronik yang mendukung strategi bisnis seperti pemasaran, penjualan, dan pelayanan pelanggan. Hal ini juga berlaku dalam industri properti, khususnya dalam sewa rumah kost. Meskipun perkembangan sistem informasi semakin pesat, beberapa pengelola dan calon penyewa rumah kost masih menghadapi kesulitan dalam mengakses sistem yang terintegrasi.

Untuk memberikan kemudahan kepada pemilik kost dalam proses pembayaran dan pengelolaan data, dirancanglah sebuah sistem informasi E-Kost. Sistem tersebut untuk memfasilitasi penyewaan dan pembayaran kost berbasis website agar dapat mengelola data sewa kost dengan baik dan terkomputerisasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

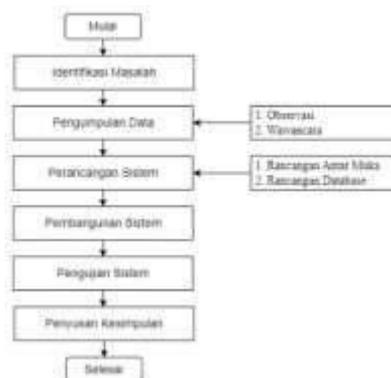
Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif. Dalam penelitian kualitatif, siklus penelitian dimulai dengan

memilih objek penelitian. Kemudian diteruskan dengan mengajukan pertanyaan - pertanyaan yang relevan dengan objek penelitian. Setelah itu, data yang menjawab pertanyaan - pertanyaan tersebut dikumpulkan. Data yang terkumpul kemudian dicatat dan dianalisis.

Objek penelitian yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini adalah analisis dan perancangan sistem informasi e-kost sebagai layanan penyewaan dan pembayaran berbasis web pada Kost Lula Jakarta Timur. Selanjutnya pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara wawancara, observasi, dan studi literatur. Data yang telah dikumpulkan akan menjadi dasar analisis kebutuhan sistem informasi e-kost sebagai layanan penyewaan dan pembayaran. Lalu, hasil analisis dapat menghasilkan sebuah sistem informasi yang menjadi solusi dari permasalahan dan tujuan penelitian tercapai.

2.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian adalah bagian yang menerangkan secara garis besar alur berjalannya sebuah penelitian. Pada penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang ada, lalu melakukan pengumpulan data melalui observasi dan wawancara. Dari hasil observasi dan wawancara, penulis dapat mengumpulkan kebutuhan pengguna untuk selanjutnya dianalisis menjadi kebutuhan sistem. Kemudian, melakukan perancangan sistem, pembuatan sistem, hingga pengujian sistem. Kerangka penelitian yang penulis lakukan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1 Kerangka Pikir Penelitian
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan model SDLC Waterfall, Model waterfall adalah model

pengembangan perangkat lunak yang paling umum digunakan untuk mengembangkan sistem. Menurut Sommerville, model pengembangan ini linier dari fase awal pengembangan sistem, fase perencanaan, hingga fase akhir pengembangan sistem serta fase pemeliharaan. Tahap berikutnya tidak dapat dilakukan sampai tahap sebelumnya selesai, dan tahap sebelumnya tidak dapat dikembalikan atau diulang 9 (Wahid, 2020). Tahapan dalam melakukan proses metode Waterfall antara lain :

- 1) Requirements analysis (Analisis Kebutuhan)
Tahapan ini merupakan tahap awal dalam suatu pengembangan sistem, dimana pada tahap ini penulis melakukan identifikasi masalah dan pengumpulan data yang diperoleh dari pemilik kost. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kebutuhan pengguna yang akan menjadi dasar dari pengembangan sistem. Pada tahap ini penulis melakukan observasi serta wawancara dengan Ibu Lutfiah selaku pemilik Kost Lula mengenai pendataan penghuni kost yang ada di Kost Lula.
- 2) Design (Desain)
Pada tahap ini, penulis membuat desain sistem berdasarkan spesifikasi kebutuhan. Perancangan mencakup diagram dan model yang menjelaskan bagaimana sistem akan diimplementasikan, termasuk desain antarmuka, database, dan komponen perangkat lunak.
- 3) Code Generation (Kode Program)
Tahap ini melibatkan proses pengkodean program sesuai dengan desain yang telah dibuat. Penulis menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk menghasilkan sistem yang sesuai dengan spesifikasi desain.
- 4) Testing (Pengujian)
Setelah pengkodean selesai, sistem akan diuji untuk memastikan bahwa semua fungsionalitas sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sebelumnya. Tujuannya adalah untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan yang mungkin ada sebelum sistem diperkenalkan kepada pengguna akhir.
- 5) Maintenance (Pemeliharaan)
Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam model waterfall. Sistem yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan

pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya, hal ini diperlukan untuk memastikan kinerja yang optimal.

2.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan penelitian ini, diperlukan data dan informasi yang relevan sebagai bahan rujukan untuk mengembangkan sistem yang ada dan mendukung pembahasan dalam laporan penelitian. Penulis melakukan pengumpulan data dengan beberapa metode berikut :

1. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung objek yang diteliti. Pada metode observasi, penulis melakukan kunjungan dan mengamati secara langsung lokasi tempat Kost Lula yang berada di wilayah Kampung Sumur.

2. Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data yang melibatkan pertanyaan dan jawaban langsung antara penulis dan responden. Penulis melakukan wawancara secara langsung dengan Ibu Lutfiah selaku pemilik kost. Dari hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa pemilik kos masih menyimpan dan mengelola data penghuni, mulai dari penyewaan hingga pembayaran secara manual, dan masih mempromosikan rumah kosnya secara manual dengan memasang tulisan "Terima Kost" di depan rumah.

3. Studi Literatur

Studi literatur adalah metode yang dilakukan dengan cara mencari, mengumpulkan, meninjau, dan menganalisis literatur dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel, laporan, dan sumber - sumber lainnya yang relevan dengan masalah penelitian ini.

2.5 Kerangka pemikiran

Membuat kerangka pikir penelitian ini harus diketahui kondisi saat ini di Restoran Godas. Melalui wawancara dan observasi, dapat menemukan informasi berupa proses pesanan

makanan dan pembayaran. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi organisasi membutuhkan system pesanan makanan. Berdasarkan hasil wawancara, observasi dan studi literatur, penulis dapat mengumpulkan kebutuhan pengguna, untuk selanjutnya di analisis menjadi kebutuhan sistem. Kemudian, melakukan perancangan perangkat lunak untuk selanjutnya dikembangkan menjadi sistem. Pengujian dilakukan untuk menentukan kesesuaian aplikasi yang telah dikembangkan dengan kebutuhan pengguna.

2.2 Metode Analisis Data

Dalam penelitian kualitatif, data diperoleh dari berbagai sumber dengan menggunakan metode pengumpulan data yang bermacam-macam seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Selanjutnya, data yang sudah terkumpul dianalisis untuk menemukan informasi yang berguna, menjawab pertanyaan penelitian, dan mendukung pengambilan keputusan.

Analisis data berdasarkan model Miles and Huberman memiliki 3 alur kegiatan seperti berikut :

1. Reduksi Data

Reduksi data adalah proses menyederhanakan, memilih, memfokuskan, dan mengubah data kasar yang diperoleh dari lapangan. Pada tahap reduksi data ini, peneliti memfokuskan terhadap hal - hal berikut :

- a) Pemilik kos mencatat data penghuni secara manual, yang menyebabkan kesulitan dalam melacak informasi penghuni dan pembayaran.
- b) Promosi rumah kos dilakukan secara manual dengan papan 'Terima Kost', yang kurang efektif.
- c) Tidak ada sistem digital yang digunakan, menunjukkan kebutuhan akan pengembangan sistem informasi manajemen kos yang dapat mengelola data

penghuni, promosi, dan pembayaran dengan lebih efisien.

2. Penyajian Data

Penyajian data yang paling umum digunakan pada data kualitatif meliputi uraian singkat, bagan, hubungan antar kategori, flowchart, dan bentuk visualisasi lainnya. Visualisasi data memudahkan dalam memahami dan merencanakan langkah selanjutnya. Penulis menyajikan data dalam bentuk bagan dan diagram berdasarkan data yang telah direduksi sebelumnya. Ini menghasilkan use case untuk menggambarkan proses sistem dan activity diagram untuk menjelaskan alur proses sistem.

3. Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan adalah inti dari penelitian yang mengungkapkan pendapat akhir berdasarkan uraian, keputusan, dan metode berpikir yang bersifat induktif dan deduktif. Kesimpulan harus sesuai dengan fokus, tujuan, dan temuan penelitian. Penulis menarik kesimpulan menggunakan metode interaktif yang berfokus pada reduksi dan penyajian data. Selanjutnya, penulis mempertimbangkan hasil data yang telah dikumpulkan dan menarik kesimpulan berdasarkan data tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

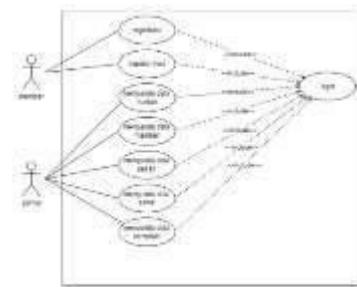
3.1. Analisis Sistem

Setelah tahap perancangan sistem, langkah dasar berikutnya adalah analisis sistem. Tahapan ini berperan penting sebagai panduan dalam menentukan cara pembuatan sistem dan memastikan bahwa sistem tersebut telah memenuhi kebutuhan pengguna sebelum melanjutkan ke tahap perancangan lebih lanjut. Tujuan dari analisis sistem adalah untuk memperjelas langkah - langkah dalam pengembangan sebuah sistem informasi agar dapat berfungsi dengan optimal, baik dari sudut pandang administrator maupun pengguna sistem.

3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem informasi e-kost sebagai layanan penyewaan dan pembayaran berbasis web pada Kost Lula ini menggunakan permodelan Unified Modelling Language (UML), yaitu Use Case Diagram, Activity Diagram, Sequence Diagram, dan Class Diagram.

1. Use Case Diagram



Gambar 2 Use Case Diagram

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada gambar diatas dijelaskan rancangan dari diagram use case dimana terdapat 2 aktor, yaitu :

1. Member

a. Registrasi

User yang belum memiliki akun diwajibkan untuk melakukan registrasi akun terlebih dahulu agar dapat login dan masuk ke menu sistem informasi.

b. Login

User harus melakukan login dengan mengisi email dan password.

c. Seputar Kost

Halaman ini menampilkan halaman jika user ingin melakukan pemesanan kamar, mengirim bukti pembayaran dan complain.

2. Admin

a. Login

Admin harus melakukan login dengan mengisi email dan password untuk masuk ke halaman utama.

b. Mengelola Data Hunian

Di halaman ini berisi data kamar yang ada di Kost Lula. Admin dapat menambah dan merubah data hunian.

c. Mengelola Data Member

Halaman ini berisi data diri member yang ada di Kost Lula. Admin dapat merubah dan menghapus data member.

d. Mengelola Data Pesan

Halaman ini mencakup informasi mengenai pemesanan di Kost Lula, termasuk nama penghuni, nomor telepon, tipe kamar yang dipilih, dan tanggal kedatangan penghuni. Selain itu, terdapat fitur untuk mengirim pesan WhatsApp kepada penghuni jika pembayaran sudah jatuh tempo. Admin dapat mengubah dan menghapus data pemesanan.

e. Mengelola Data Sewa

Pada halaman ini berisi tentang data penyewaan Kost Lula seperti tanggal dan bukti pembayaran. Admin dapat merubah dan menghapus data pemesanan.

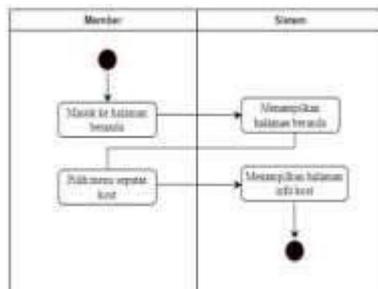
f. Mengelola Data Komplain

Admin dapat cek pengaduan yang masuk secara berkala di halaman ini serta menghapusnya.

2. Activity Diagram

Activity diagram adalah representasi sistematis dari aktivitas atau proses kerja dalam permodelan perangkat lunak atau sistem informasi.

1. Activity Diagram Seputar Kost



Gambar 3 Activity Diagram Seputar Kost

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Gambar di atas adalah Activity Diagram seputar kost, dijelaskan dengan urutan sebagai berikut :

- Mulai
- Member login dan masuk ke halaman beranda
- Sistem menampilkan halaman beranda
- Member memilih menu seputar kost
- Sistem akan menampilkan halaman info kost, dimana

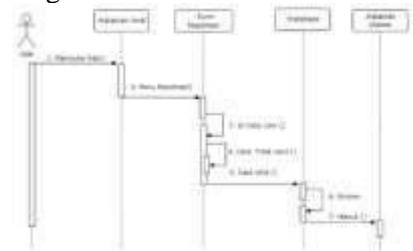
member bisa memesan kamar, membayar sewa dan komplain

f. Selesai

2. Sequence Diagram

Sequence diagram merupakan salah satu jenis diagram Unified Modelling Language atau UML yang digunakan untuk menjelaskan dan menampilkan interaksi antara objek - objek dalam sistem secara terperinci. Sequence diagram di sistem informasi e-kost pada Kost Lula yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Registrasi

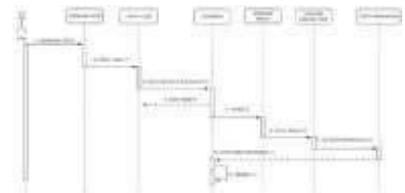


Gambar 4 Sequence Diagram Registrasi

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada Gambar diatas adalah sequence diagram dari registrasi akun untuk user. Proses dimulai ketika user masuk ke halaman awal lalu memilih menu registrasi dan sistem akan menampilkan form registrasi yang harus diisi oleh user dengan data diri mereka. Selanjutnya, sistem membaca data yang diisi dan mengirimkannya ke database untuk diproses dan diverifikasi apakah data tersebut valid atau tidak. Jika data valid, sistem akan menampilkan halaman utama. Jika tidak valid, akan muncul notifikasi kesalahan dalam pengisian form.

2. Pemesanan Kamar Kost

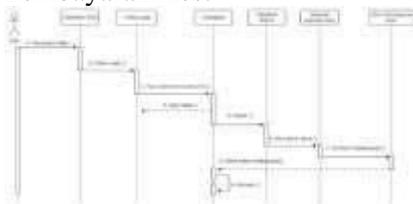


Gambar 5 Sequence Diagram
Pemesanan Kamar Kost
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Sequence diagram user yang akan melakukan pemesanan kamar kost dijelaskan dengan urutan sebagai berikut :

- a. Mulai.
- b. User masuk ke halaman awal sistem
- c. Setelah sistem menampilkan halaman awal, user masuk ke menu 'Login' untuk menampilkan form login akun sistem.
- d. Lalu user mengisi username dan password
- e. Jika data sudah valid, maka sistem akan menampilkan halaman utama sistem. jika tidak valid sistem akan tetap berada ditampilan form login
- f. User memilih menu 'Pesan' untuk menampilkan form pemesanan kamar kost
- g. Setelah sistem menampilkan form pemesanan, user mengisi form pemesanan lalu klik 'Pesan'
- h. Selanjutnya sistem akan mengirimkan data pesanan ke database
- i. Selesai.

3. Pembayaran Kost



Gambar 6 Sequence Diagram
Pembayaran Kost

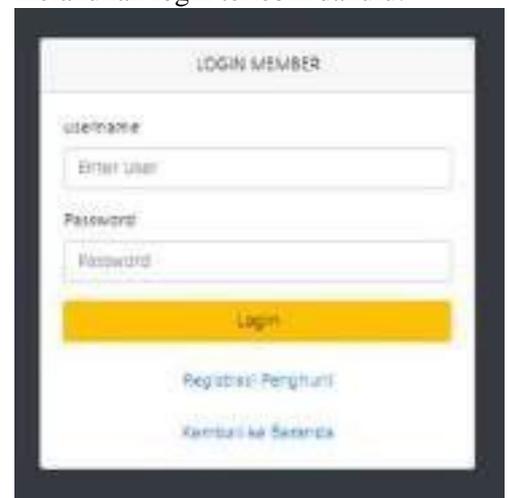
Sumber : Penelitian Mandiri 2024
Sequence diagram ini menjelaskan proses pembayaran kost. Dimulai dengan user yang login terlebih dahulu, kemudian memilih menu bayar sewa. Setelah sistem

menampilkan form pembayaran sewa, pengguna mengisi form tersebut dengan melampirkan bukti pembayaran dan mengklik tombol ok. Sistem kemudian mengirim data tersebut ke database.

3.3. Implementasi Interface

1. Halaman Login

Halaman berikut adalah halaman login atau masuk akun. Untuk bisa masuk ke halaman utama, user harus melakukan login terlebih dahulu.

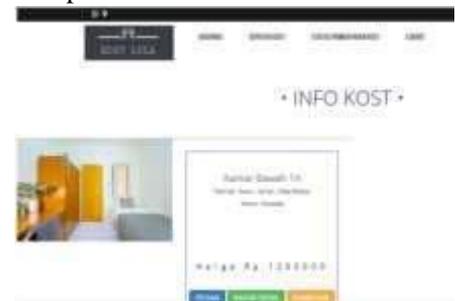


Gambar 7 Halaman Login

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2. Halaman Seputar Kost

Halaman berikut menampilkan informasi seputar kost, dimana ada tombol pesan, bayar sewa, dan komplain.



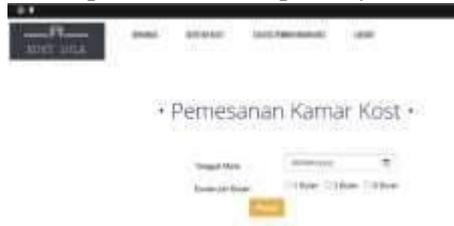
Gambar 8 Halaman Seputar Kost

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3. Halaman Pemesanan Kost

Halaman berikut adalah halaman untuk user jika ingin melakukan

pemesanan kamar kost dengan mengisi tanggal mulai dan memilih durasi per bulan untuk pembayaran.



Gambar 9 Halaman Pemesanan Kost

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4. Halaman Pembayaran Kost
Halaman berikut adalah halaman untuk user jika ingin melakukan pembayaran kost dengan mengisi tanggal dan nominal pembayaran serta melampirkan bukti transfer .



Gambar 10 Halaman Pembayaran Kost

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

5. Halaman Keluhan Fasilitas Kost
Halaman berikut adalah halaman untuk member menyampaikan keluhan mengenai fasilitas yang ada di Kost Lula.

Gambar 11 Halaman Keluhan Fasilitas Kost

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan hasil analisa yang telah dilakukan selama perancangan sistem informasi e-kost sebagai layanan penyewaan dan pembayaran berbasis web pada Kost Lula, maka penulis menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada sistem informasi ini, terdapat menu data pesan, data member serta data sewa untuk pemilik kost mengelola data yang bersangkutan dengan penghuni kost menjadi lebih akurat, terpercaya dan

mudah diakses. Penggunaan database digital mengurangi risiko kesalahan input, kehilangan, atau kerusakan data yang sering terjadi pada buku manual.

2. Dengan adanya menu data sewa pada halaman admin, pemilik kost tidak lagi melakukan pembukuan manual sehingga memudahkan pengelola untuk melacak dan mengelola transaksi dengan lebih baik. Pembayaran yang sebelumnya manual akan menjadi lebih efisien dan transparan.
3. Sistem informasi ini memungkinkan pengelolaan data terkait penyewaan, pembayaran, dan status penghuni kost menjadi lebih terstruktur dan mudah diakses. Pemilik kost dapat dengan cepat memperoleh laporan dan analisis data, sehingga memudahkan pengambilan keputusan. Penghuni juga dapat dengan mudah mengakses informasi mengenai status pembayaran dan fasilitas yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Dicoding-intern. (2021). Apa itu UML? Beserta Pengertian dan Contohnya. Dicoding.Com.<https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-uml/>.
- Wahid, Aceng Abdul. (2020). Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi. Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika Dan Manajemen STMIK, (November), 1–5.

