

JURNAL ISMETEK

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

REVIEW KETERLAMBATAN PEKERJAAN KONSTRUKSI	Djoko
EVALUASI FASILITAS PELAYANAN PARKIR	Udien
EVALUASI PENYEBAB KETERLAMBATAN	Jujuk
EVALUASI FASILITAS PELAYANAN PEJALAN KAKI	Yudi
EVALUASI BIAYA DAN WAKTU	Jujuk
KAJIAN KINERJA TURBIN	Srihanto
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI	Aji
RIVIEW TEBAL PERKERASAN KAKU	Ike
ANALISIS KINERJA MESIN ROBOTIK	Indra
MENELUSURI TATARAN	Rendy
KAJIAN PERANCANGAN BEJANA TEKAN	Hariyanto
OPTIMALISASI KONSUMSI BAHAN BAKAR	Triyono
PEWARNAAN CITRA	Lola
ANALISIS KINERJA MESIN CNC	Parman
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	Bagus
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	Surya
SEJARAH POLITIK HUKUM KETENAGAKERJAAN	Sahidul
RANCANG BANGUN APLIKASI	Wibisono
BUDAYA KESELAMATAN KERJA	Sigit Yulianto
SISTEM MONITORING	Sigit Wibisono
PENGEMBANGAN LOGICAL DATA MODEL	Berliyanto
OPTIMALISASI KINERJA	Leni

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, ST, MT

REDAKSI AHLI

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

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

Dr. Suryadi, ST, MT

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Dr. Berliyanto, S.Kom, MTI

Ir. Suwito, MM

REDAKSI PELAKSANA

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Ir. Srihanto, MT

Aji Nurrohman, S.Kom, MMSI

Leni Devera Asrar, ST, MT

Udien Yulianto, ST, M.Tech

Dedi Setiadi, SE, M.Kom

Ike Oktaviani, ST, MT

SEKRETARIAT REDAKSI

Sigit Wibisono, S.Kom, MT

BAGIAN SIRKULASI

Rendy Pribadi, S.Pd, M.Pd

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI

Jl. Raya Mawar Merah No.23

Pondok Kopi – Jakarta Timur

Telp. 021-8611849 – 8611850

Fax. 021-8613627

Email : jurnalismetekitbu@gmail.com



JURNAL ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Review Keterlambatan Pekerjaan Konstruksi Dengan Metode Earned Value Pada Proyek Renovasi Gedung Kantor Bank Swasta Di Yogyakarta <i>Djoko</i>	1
Evaluasi Fasilitas Pelayanan Parkir Di Terminal Kalideres Jakarta Barat <i>Udien</i>	8
Evaluasi Penyebab Keterlambatan Pekerjaan Proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti Kabupaten Bogor - Jawa Barat <i>Jujuk</i>	13
Evaluasi Fasilitas Pelayanan Pejalan Kaki Di Terminal Kalideres Jakarta Barat <i>Yudi</i>	18
Kajian Kinerja Turbin Air Kapasitas 10 Kw Untuk Pembangkit Listrik Daerah Berod Puncak Gunung Ciremai Dengan Pipa 6 Inc, 8 Inc Dan 10 Inc <i>Srihanto</i>	22
Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Inventory Departemen It Support Di PT. The Master Steel Manufactory <i>Aji</i>	29
Review Tebal Perkerasan Kaku Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis – Cibitung Seksi 2 Sta. 47+719 – Sta. 50+084 Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Dan Aashto 1993 <i>Ike</i>	33
Analisa Kinerja Mesin Robotik Filling Up Bottle Dengan Menggunakan Metoda Pengukuran Overall Equipment Efectiveness (OEE) Di PT.Mi.Tbk <i>Indra</i>	38
Menelusuri Tataran Riwayat Dalam Novel 1q84 Karangan Haruki Murakami : Kajian Naratologi <i>Rendy</i>	44

JURNAL ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Kajian Perancangan Bejana Tekan Sebagai Blow Down Ketel Uap Bertekanan 8 Bar Di Hotel XYZ <i>Hariyanto</i>	55
Optimalisasi Konsumsi Bahan Bakar Pada Dump Truck Hd785-7 Dengan Metode Integrated Control System <i>Triyono</i>	60
Pewarnaan Citra (Image Colorization) Menggunakan CNN <i>Lola</i>	69
Analisis Kinerja Mesin Cnc Milling 3 Axis Dengan Metode Tpm (Total Productive Maintenance) OEE (Overall Equipment Effectiveness) Dan Sixbig Losses Di PT.X <i>Parman</i>	74
Arsitektur Bioklimatik Sebagai Upaya Arsitek Menghadapi Climate Change <i>Dian</i>	87
Analisis Dan Perancangan Sistem Perpustakaan Berbasis Web Pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Patih Semi Cirebon <i>Bagus</i>	92
Analisis Dan Perancangan Sistem Pengelolaan Persediaan Di PT. Cipta Bahari Sejuk <i>Surya Darma</i>	98
Sejarah Dan Politik Hukum Ketenagakerjaan Indonesia <i>Sahidul</i>	104
Rancang Bangun Aplikasi Kasir Berbasis Android Menggunakan Database Firebase Pada Tiga Dara Seafood <i>Wibisono</i>	111

JURNAL ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Budaya Keselamatan Pekerja Dalam Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD)

Sigit Yulianto.....116

Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet Of Thing, Studi Kasus
PT. Hanger Laundry Rapi

Sigit Wibisono.....121

Pengembangan Logical Data Model Untuk Sistem Informasi Penggunaan Ruang
Perkuliahan

Berliyanto.....126

Optimalisasi Kinerja Panel Surya 10 Wp Monocrystalline Melalui Variasi Sudut Kemiringan
Di Kota Bekasi

Leni Devera.....133

REVIEW KETERLAMBATAN PEKERJAAN KONSTRUKSI DENGAN METODE EARNED VALUE PADA PROYEK RENOVASI GEDUNG KANTOR BANK SWASTA DI YOGYAKARTA

Djoko Subagjo

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

Abstrak

Kenyataannya, meski telah direncanakan dengan matang, masih banyak permasalahan dalam implementasi yang disebabkan oleh beberapa faktor. Oleh karena itu, metode nilai yang diperoleh digunakan untuk mengatasi masalah ini dan menentukan kinerja biaya dan waktu pelaksanaan selama proyek.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meninjau pekerjaan konstruksi proyek renovasi gedung kantor bank swasta di Yogyakarta dan untuk mengetahui kinerja biaya dan waktu dalam melaksanakan pekerjaan yang sedang berlangsung pada lingkup pekerjaan struktur, arsitektur, interior dan MEP.

Selanjutnya nasabah bank swasta tersebut menyewa PT Karya Serasa untuk melakukan pekerjaan konstruksi proyek renovasi gedung bank swasta tersebut. Kami perlu mempertimbangkan berbagai faktor dan mengambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa tinjauan konstruksi mempunyai dampak yang signifikan terhadap keberhasilan proyek.

Tujuan utama pengawasan konstruksi adalah mengelola fungsi manajemen secara efektif dan efisien untuk mencapai hasil yang optimal.

Ruang lingkup kerja Penasihat Pengawas didasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 45/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara dengan Pelaksanaan Pengawasan.

Kata kunci : keterlambatan, biaya, waktu, penjadwalan, earned value

1. PENDAHULUAN

Setiap proyek konstruksi mempunyai rencana pelaksanaan yang spesifik, yang mencakup kapan pelaksanaan proyek harus dimulai dan diselesaikan, bagaimana proyek akan dilaksanakan, dan bagaimana sumber daya akan dialokasikan. Oleh karena itu, masalah muncul ketika rencana dan kenyataan tidak sesuai. Permasalahan yang timbul menjadi kendala dan mengakibatkan tertundanya pelaksanaan proyek konstruksi. Keterlambatan pekerjaan dapat terjadi karena berbagai macam

sebab, antara lain kelalaian manusia dan keterlambatan karena faktor alam. Keterlambatan pelaksanaan menimbulkan berbagai permasalahan baru dalam proses kerja proyek, termasuk meningkatnya biaya pelaksanaan proyek. Tata letak ruangan merupakan suatu Keputusan yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka Panjang.

Hal ini menjadi masalah dalam proses pelaksanaan pekerjaan akibat adanya perubahan desain ruangan.

Dalam melaksanakan pekerjaan renovasi gedung kantor bank perlu diciptakan alternatif

ruang sementara karena ruang kantor dan kegiatan usaha tidak boleh terganggu. Anda dapat melakukan pekerjaan Anda setelah ruang sementara tersedia.

Waktu pelaksanaan proyek adalah sejumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan pembangunan suatu proyek mulai dari tahap persiapan hingga selesai. Sedangkan metode pelaksanaan adalah metode yang dibuat dengan cara teknis yang menggambarkan penyelesaian pekerjaan dengan cara sistematis dari awal hingga akhir yang meliputi bagian tahapan maupun urutan pekerjaan utama dan bagian cara kerjanya dari masing-masing pekerjaan utama yang mampu di pertanggung jawabkan secara teknis, Pengaruh risiko dari renovasi tersebut mengakibatkan terganggunya aktivitas operasional kantor yang perlu dilakukan tindakan-tindakan secara review pekerjaan konstruksi pada proyek renovasi gedung kantor Bank Swasta.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah review, yaitu melakukan kajian terhadap kondisi yang sedang berjalan dan menimbulkan permasalahan.

Variabel dari penelitian ini adalah keterlambatan pekerjaan serta biaya dan waktu. Selanjutnya, metodologi dari penelitian ini adalah review terhadap keterlambatan pekerjaan serta biaya dan waktu dengan metode Earned Value juga metode Excel dan RII. Hasil penelitian akan menunjukkan keterlambatan pekerjaan yang berpengaruh terhadap biaya dan waktu.

2.2. Metode Analisis Data

a. Analisis keterlambatan Pekerjaan dengan Metode *Earned Value*

Setelah keseluruhan data terkumpul, maka akan dilakukan perhitungan terhadap komponen-komponen sebagai berikut:

1) Analisis Kinerja Biaya

Dalam analisis kinerja biaya, diperlukan perhitungan BCWS, BCWP, dan ACWP berdasarkan data time schedule dan rencana anggaran biaya yang ada.

2) Analisis Kinerja Waktu

Dalam melakukan analisis kinerja waktu, dibutuhkan perhitungan terhadap Schedule Varians (SV) yang dilakukan untuk mengetahui kesesuaian proyek yang dikerjakan dengan jadwal rencana proyek.

Setelah hasil perhitungan data di atas diketahui, akan dicantumkan hasilnya dalam tabel berikut:

Tabel 2.1 Analisis Kinerja Biaya dan Waktu

No	Indikator	Nilai	Keterangan
1	BAC		
2	BCWS		
3	BCWP		
4	ACWP		
5	CV		
6	SV		
7	CPI		
8	SPI		

3) Analisis Estimate To Complete (ETC)

Langkah selanjutnya adalah dengan perhitungan perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa atau Estimate at

Complete (ETC) yang digunakan untuk memperkirakan biaya dan waktu penyelesaian proyek.

4) Analisis Estimate At Completion (EAC)

Kemudian perhitungan untuk mengetahui perkiraan total biaya proyek atau Estimate at Completion (EAC).

5) Analisis Prakiraan Waktu Akhir Proyek atau Time Estimated (TE)

Terakhir adalah perhitungan Time Estimated (TE) yang digunakan untuk mengetahui perkiraan waktu proyek selesai.

Setelah dilakukan perhitungan pada komponen-komponen di atas, hasil yang telah diketahui dikelompokkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 Analisis 13 Minggu Proyek Renovasi Gedung Kantor Bank Swasta di Yogyakarta

Min- ggu Ke-	Bobot Rencana %	Bobot Realisasi %	BAC	Biaya Aktual	BCWS	BCWP	ACWP
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

Variabel	Faktor	RII	Peringkat	Level Kepentingan

b. Faktor faktor yang Menyebabkan keterlambatan.

Setelah data diperoleh dari responden, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan uji validitas data berdasarkan skala likert. Keputusan uji adalah bila r-hitung > r tabel, maka data dikategorikan valid.

Setelah lolos pada uji validitas, selanjutnya dilakukan uji reliabilitas dengan menghitung nilai Relative Importance Index (RII).

2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

a. Analisis Review Keterlambatan Pekerjaan dengan Metode Earned Value.

Setelah dilakukan analisis data, akan dilakukan pembahasan hasil analisis data yang akan menghasilkan sebuah kesimpulan yang dapat menjawab rumusan masalah. Pembahasan hasil analisis yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Pembahasan Hasil Analisis Biaya
 - Budget Cost of Work Schedule (BCWS)
 - Budget Cost of Work Performance (BCWP)
 - Actual Cost of Work Performance (ACWP)
 - Cost Varians (CV)
 - Cost Performance Index (CPI)
- 2) Pembahasan Hasil Analisis Waktu
 - Schedule Varians (SV)
 - Schedule Performance Index (SPI)

b. Analisis Faktor-Faktor yang menyebabkan keterlambatan.

Setelah dilakukan uji validitas dan reliabilitas, maka didapatkan kesimpulan berupa faktor-faktor yang berpengaruh dalam keterlambatan pekerjaan. Pembahasan mengenai hal tersebut akan dikelompokkan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.3 Peringkat Nilai RII

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1. Analisis Keterlambatan Pekerjaan dengan metode *Earned Value*

a. Analisis Kinerja Biaya

Dalam melakukan analisis kinerja biaya, perlu dilakukan perhitungan pada BCWS, BCWP, ACWP, CV dan CPI. Berikut merupakan hasil perhitungannya:

1) Menghitung Budget Cost Work Schedule (BCWS)

Dalam perhitungan BCWS menggunakan perkalian antara bobot rencana time schedule dengan total

anggaran proyek atau Budgeted At Cost (BAC). berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{BCWS} &= \text{Bobot Rencana minggu ke-13} \times \text{Total Anggaran Proyek} \\ &= 1,343\% \times \text{Rp. } 61.854.475.000,00 \\ &= \text{Rp. } 830.705.599,00 \end{aligned}$$

2) Menghitung Budget Cost of Work Performance (BCWP)

Perhitungan BCWP merupakan perkalian antara bobot realisasi time schedule dengan Budgeted At Cost (BAC). Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{BCWP} &= \text{Bobot Realisasi minggu ke-13} \times \text{Total Anggaran Proyek} \\ &= 1,237\% \times \text{Rp. } 61.854.475.000,00 \\ &= \text{Rp. } 765.139.856,00 \end{aligned}$$

3) Menghitung Actual Cost of Work Performed (ACWP)

Dalam perhitungan ACWP diperlukan data biaya aktual dengan pengurangan dari total anggaran proyek dengan hasil dari 10% dikalikan biaya total anggaran proyek. Selanjutnya untuk perhitungan ACWP menggunakan perkalian antara bobot realisasi time schedule dengan biaya aktual. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Aktual} &= \text{Total Proyek} - (10\% \times \text{Total Anggaran Proyek}) \\ &= \text{Rp. } 61.854.475.000,00 - (10\% \times \text{Rp. } 61.854.475.000,00) \\ &= \text{Rp. } 61.854.475.000,00 - \text{Rp. } 6.185.447.500,00 \\ &= \text{Rp. } 55.669.027.500,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ACWP} &= \text{Bobot Realisasi Minggu ke-13} \times \text{Biaya Aktual} \\ &= 1,237\% \times \text{Rp. } 55.669.027.500,00 \\ &= \text{Rp. } 688.625.870,00 \end{aligned}$$

4) Menghitung Cost Varians (CV)

Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{CV} &= \text{BCWP} - \text{ACWP} \\ &= \text{Rp. } 765.139.856,00 - \text{Rp. } 688.625.870,00 \\ &= \text{Rp. } 76.513.986,00 \end{aligned}$$

5) Indeks Kinerja Biaya atau Cost Performance Index (CPI)
Pada perhitungan Cost Performance Index (CPI) dapat mengukur seberapa besar efisiensi biaya yang telah dikeluarkan. Dalam hal ini dapat dilihat dengan melakukan pembagian pada BCWP dengan ACWP. Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{CPI} &= \frac{\text{BCWP}}{\text{ACWP}} \\ &= \frac{\text{Rp. 765.139.856,00}}{\text{Rp. 688.625.870,00}} \\ &= 1,11 \end{aligned}$$

b. Analisis Kinerja Waktu

Selanjutnya, dalam melakukan analisis kinerja waktu perlu dilakukan perhitungan pada SV dan SPI. Berikut hasil dari perhitungan yang telah dilakukan:

1) Menghitung Varian Jadwal atau Schedule Varians (SV)

Hasil dari perhitungan varian jadwal dapat diperoleh dengan melakukan pengurangan BCWP dengan BCWS. Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{SV} &= \text{BCWP} - \text{BCWS} \\ &= \text{Rp. 765.139.856,00} - \text{Rp. 830.705.599,00} \\ &= -\text{Rp. 65.565.744,00} \end{aligned}$$

2) Indeks Kinerja Jadwal atau Schedule Performan Index (SPI)

Dengan melakukan perhitungan pada SPI, akan diketahui efisiensi kinerja dalam menyelesaikan pekerjaan. Hasil dapat diperoleh dengan melakukan pembagian BCWP dengan BCWS. Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{SPI} &= \frac{\text{BCWP}}{\text{BCWS}} \\ &= \frac{\text{Rp. 765.139.856,00}}{\text{Rp. 830.705.599,00}} \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan, dirangkum dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Analisis Kinerja Biaya dan Waktu

No.	Indikator	Nilai	Keterangan
1	BAC	Rp. 61.854.475.000,00	
2	BCWS	Rp. 830.705.599,00	
3	BCWP	Rp. 765.139.856,00	
No.	Indikator	Nilai	Keterangan
4	ACWP	Rp. 688.625.870,00	
5	CV	Rp. 76.513.986,00	
6	SV	-Rp. 65.565.744,00	Nilai negatif, nilai kerugian
7	CPI	1,11	Biaya dibawah anggaran
8	SPI	0,92	Terjadi keterlambatan pekerjaan

c. Analisis Estimate To Complete (ETC)

Estimate To Complete digunakan untuk memperkirakan biaya dan waktu penyelesaian proyek. Hal ini dapat menjadi peringatan dini terhadap hal-hal yang akan terjadi di masa depan. Untuk perhitungannya, dikarenakan dalam proyek ini kemajuan pekerjaannya belum mencapai 50%, maka rumus yang digunakan adalah pengurangan BAC dengan BCWP. Berikut adalah perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{ETC} &= \text{BAC} - \text{BCWP} \\ &= \text{Rp. 61.854.475.000,00} - \text{Rp. 765.139.856,00} \\ &= \text{Rp. 61.089.335.144,00} \end{aligned}$$

d. Analisis Estimate At Completion (EAC)

Hasil dari Estimate At Completion dapat diperoleh dengan penjumlahan ACWP dan ETC. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{EAC} &= \text{ACWP} + \text{ETC} \\ &= \text{Rp. 688.625.870,00} + \text{Rp. 61.089.335.144,00} \\ &= \text{Rp. 61.777.961.014,00} \end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan EAC adalah Rp. 61.777.961.014,00 yang merupakan perkiraan besaran biaya proyek. Selanjutnya, selisih biaya rencana penyelesaian proyek dengan biaya perkiraan penyelesaian atau yang disebut Variance At Completion (VAC) dapat diketahui dengan melakukan pengurangan pada BAC dengan EAC. Seperti perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{VAC} &= \text{BAC} - \text{EAC} \\ &= \text{Rp. 61.854.475.000,00} - \text{Rp. 61.777.961.014,00} \\ &= \text{Rp. 76.513.986,00} \end{aligned}$$

e. Analisis Prakiraan Waktu Akhir Proyek atau Time Estimated (TE)

Berdasarkan data yang diperoleh, didapatkan nilai OD, ATE dan SPI adalah sebagai berikut:

- Waktu rencana pelaksanaan (OD) : 700 hari
- Waktu yang Ditempuh (ATE) : 91 hari
- Nilai indeks (SPI) : 0,92

Maka perhitungan estimasi waktu penyelesaian proyek (TE) adalah sebagai berikut:

$$TE = ATE + OD - (ATE \times SPI)$$

$$= 91 + 700 - (91 \times 0,92)$$

$$= 91 + 700 - 83,72 = 707,28 \approx 761 \text{ Hari}$$

Dari perhitungan tersebut, maka dapat diperkirakan proyek akan mengalami kemunduran 61 hari dari yang telah direncanakan. Berawal dari 700 hari menjadi 761 hari.

Tabel 3.2 Analisis 13 Minggu Proyek Renovasi Gedung Kantor Bank Swasta di Yogyakarta

Minggu Ke	BCWP	ACWP	CV	CPI > 1	SV < 0	SPI < 1
	Bobot Realisasi x BAC	Bobot Realisasi x Biaya Aktual	BCWP - ACWP	BCWP / ACWP	BCWP-BCWS	BCWP / BCWS
1	Rp. 23.504.701	Rp. 21.154.230	Rp. 2.350.470	1,11	Rp. 19.793.432	6,33
2	Rp. 43.916.677	Rp. 39.525.010	Rp. 4.391.668	1,11	Rp. 35.875.596	5,46
3	Rp. 62.473.020	Rp. 56.225.718	Rp. 6.247.302	1,11	Rp. 49.483.580	4,81
4	Rp. 81.029.362	Rp. 72.926.426	Rp. 8.102.936	1,11	Rp. 62.473.020	4,37
5	Rp. 99.585.705	Rp. 89.627.134	Rp. 9.958.570	1,11	Rp. 71.751.191	3,58
6	Rp. 119.997.682	Rp. 107.997.913	Rp. 11.999.768	1,11	Rp. 81.029.362	3,08
7	Rp. 138.554.024	Rp. 124.698.622	Rp. 13.855.402	1,11	Rp. 75.462.460	2,20
8	Rp. 157.110.367	Rp. 141.399.330	Rp. 15.711.037	1,11	Rp. 69.277.012	1,79
9	Rp. 554.216.096	Rp. 498.794.486	Rp. 55.421.610	1,11	Rp. 314.220.733	2,31
10	Rp. 632.152.735	Rp. 568.937.461	Rp. 63.215.273	1,11	Rp. 230.717.192	1,57
11	Rp. 676.069.412	Rp. 608.462.471	Rp. 67.606.941	1,11	Rp. 134.842.756	1,25
12	Rp. 713.800.642	Rp. 642.420.577	Rp. 71.380.064	1,11	Rp. 6.803.992	1,01
13	Rp. 765.139.856	Rp. 688.625.870	Rp. 76.513.986	1,11	-Rp. 65.565.744	0,92

Minggu Ke	ETC untuk progress fisik < 50%	EAC	VAC	TE	
	BAC-BCWP	ACWP+ETC	BAC-EAC	ATE + OD - (ATE x SPI)	SPI
1	Rp. 61.830.970.300	Rp. 61.852.124.530	Rp. 2.350.470	ATE	91
2	Rp. 61.810.558.323	Rp. 61.850.083.332	Rp. 4.391.668		
3	Rp. 61.792.001.980	Rp. 61.848.227.698	Rp. 6.247.302	OD	700
4	Rp. 61.773.445.638	Rp. 61.846.372.064	Rp. 8.102.936		
5	Rp. 61.754.889.295	Rp. 61.844.516.430	Rp. 9.958.570	SPI	0,92
6	Rp. 61.734.477.319	Rp. 61.842.475.232	Rp. 11.999.768		
7	Rp. 61.715.920.976	Rp. 61.840.619.598	Rp. 13.855.402	ATE x SPI	84
8	Rp. 61.697.364.634	Rp. 61.838.763.963	Rp. 15.711.037		
9	Rp. 61.300.258.904	Rp. 61.799.053.390	Rp. 55.421.610	OD - (ATE x SPI)	616
10	Rp. 61.222.322.266	Rp. 61.791.259.727	Rp. 63.215.273		
11	Rp. 61.178.405.588	Rp. 61.786.868.059	Rp. 67.606.941	OD - (ATE x SPI) SPI	670
12	Rp. 61.140.674.359	Rp. 61.783.094.936	Rp. 71.380.064		
13	Rp. 61.089.335.144	Rp. 61.777.961.014	Rp. 76.513.986	TE	761

Nilai Kontrak : Rp. 61.854.475.000,00 ACWP Minggu Ke-13 : Rp. 688.625.870,00

Minggu Ke	Bobot Rencana %	Bobot Realisasi %	BAC	Biaya Aktual	BCWS
					Bobot Rencana x BAC
1	0,006%	0,038%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 3.711.269
2	0,013%	0,071%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 8.041.082
3	0,021%	0,101%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 12.989.440
4	0,030%	0,131%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 18.556.343
5	0,045%	0,161%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 27.834.514
6	0,063%	0,194%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 38.968.319
7	0,102%	0,224%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 63.091.565
8	0,142%	0,254%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 87.833.355
9	0,388%	0,896%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 239.995.363
10	0,649%	1,022%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 401.435.543
11	0,875%	1,093%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 541.226.656
12	1,143%	1,154%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 706.996.649
13	1,343%	1,237%	Rp. 61.854.475.000	Rp. 55.669.027.500	Rp. 830.705.599

3.1.2 Faktor – Faktor yang menyebabkan Keterlambatan

Tahap pertama dalam mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan adalah dengan menguji validitas data. Pengujian validitas data pada penelitian ini menggunakan software Microsoft Excel dengan berdasar pada uji pearson product moment. Berikut perhitungan yang didapat:

$$DF = N - 2$$

$$= 30 - 2$$

Maka dari itu nilai R tabel yang diperoleh adalah 0,374. Tabel nilai r Product Moment dapat dilihat di bagian lampiran. data dapat dikatakan valid, apabila nilai pearson correlation atau r hitung melebihi 0,374. Hasil dari uji validitas tersebut, dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 3.3 Hasil Uji Validitas Kuesioner Faktor Keterlambatan Pekerjaan

No. Responden	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Total Skor
1	4	2	5	5	4	5	5	5	5	5	45
2	2	2	4	4	2	4	4	2	4	5	33
3	5	2	5	4	2	4	4	3	4	4	37
4	4	1	5	4	2	4	4	3	4	4	35
5	4	1	5	4	2	4	4	3	4	4	35
6	4	2	5	4	3	4	4	5	4	4	39
7	2	2	5	4	4	4	4	5	4	4	38
8	2	1	5	5	2	3	5	5	1	4	33
9	2	3	5	5	2	2	5	4	1	4	33
10	3	2	4	5	2	2	3	4	1	4	30
11	3	2	4	3	2	2	3	4	5	4	32
12	3	2	4	3	3	5	3	4	5	4	36
13	2	4	4	3	3	5	3	4	5	4	37
14	3	2	4	2	3	5	3	1	5	4	32
15	2	1	4	2	5	3	2	1	5	4	29
16	4	1	3	5	3	4	2	1	1	4	28
17	4	1	3	5	4	4	2	5	1	4	33
18	4	2	3	5	4	4	3	4	1	5	35
19	2	2	3	4	4	5	5	4	4	5	38
20	4	2	5	4	4	3	5	4	4	5	40
21	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	40
22	2	2	4	1	4	3	4	3	4	5	32
No. Responden	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Total Skor
23	2	2	4	2	2	3	4	3	4	5	31
24	3	1	4	2	4	5	4	3	4	5	35
25	4	2	4	5	5	5	4	3	5	5	42
26	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	44
27	2	2	5	5	4	5	4	3	2	5	37
28	2	2	5	5	4	4	4	3	5	5	39

Berdasarkan tabel hasil uji validitas di atas, diketahui bahwa keseluruhan data kuesioner yang didapat adalah valid.

Sementara itu, untuk hasil perhitungan RII dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 3.4 Nilai Relative Importance Index (RII)

No. Responden	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Total Skor
1	4	2	5	5	4	5	5	5	5	5	45
2	2	2	4	4	2	4	4	2	4	5	33
3	5	2	5	4	2	4	4	3	4	4	37
4	4	1	5	4	2	4	4	3	4	4	35
5	4	1	5	4	2	4	4	3	4	4	35
6	4	2	5	4	3	4	4	5	4	4	39
7	2	2	5	4	4	4	4	5	4	4	38
8	2	1	5	5	2	3	5	5	1	4	33
9	2	3	5	5	2	2	5	4	1	4	33
10	3	2	4	5	2	2	3	4	1	4	30
11	3	2	4	3	2	2	3	4	5	4	32
12	3	2	4	3	3	5	3	4	5	4	36
No. Responden	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	Total Skor
13	2	4	4	3	3	5	3	4	5	4	37
14	3	2	4	2	3	5	3	1	5	4	32
15	2	1	4	2	5	3	2	1	5	4	29
16	4	1	3	5	3	4	2	1	1	4	28
17	4	1	3	5	4	4	2	5	1	4	33
18	4	2	3	5	4	4	3	4	1	5	35
19	2	2	3	4	4	5	5	4	4	5	38
20	4	2	5	4	4	3	5	4	4	5	40
21	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	40
22	2	2	4	1	4	3	4	3	4	5	32
23	2	2	4	2	2	3	4	3	4	5	31
24	3	1	4	2	4	5	4	3	4	5	35
25	4	2	4	5	5	5	4	3	5	5	42
26	4	4	5	5	5	5	4	3	4	5	44
27	2	2	5	5	4	5	4	3	2	5	37
28	2	2	5	5	4	4	4	3	5	5	39

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui nilai RII pada masing-masing variabel. Nilai tertinggi atau MAX adalah 0,900 pada X10

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Hasil Review Keterlambatan Pekerjaan dengan Metode *Earned Value*

- Kinerja Proyek Minggu ke-1
kinerja proyek pada minggu ke-1 adalah nilai varian SV positif (Rp. 19.793.432), nilai CV positif (Rp. 2.350.470), nilai indeks SPI > 1 (6,33), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- Kinerja Proyek Minggu Ke-2
kinerja proyek pada minggu ke-2 adalah nilai varian SV positif (Rp. 35.875.596), nilai CV positif (Rp. Rp. 4.391.668), nilai indeks SPI > 1 (5,46), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- Kinerja Proyek Minggu Ke-3
kinerja proyek pada minggu ke-3 adalah nilai varian SV positif (Rp. 49.483.580), nilai CV positif (Rp. 6.247.302), nilai indeks SPI > 1 (4,81), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- Kinerja Proyek Minggu ke-4
kinerja proyek pada minggu ke-4 adalah nilai varian SV positif (Rp. 62.473.020), nilai CV positif (Rp. 8.102.936), nilai indeks SPI > 1 (4,37), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- Kinerja Proyek Minggu ke-5
Kinerja proyek pada minggu ke-5 adalah nilai varian SV positif (Rp. 71.751.191), nilai CV positif (Rp. 9.958.570), nilai indeks SPI > 1 (3,58), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- Kinerja Proyek Minggu Ke-6
Kinerja proyek pada minggu ke-6 adalah nilai varian SV positif (Rp. 81.029.362), nilai CV positif (Rp. 11.999.768), nilai indeks SPI > 1 (3,08), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- Kinerja Proyek Minggu Ke-7
Kinerja proyek pada minggu ke-7 adalah nilai varian SV positif (Rp. 75.462.460), nilai CV positif (Rp. 13.855.402), nilai indeks SPI > 1 (2,20), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- Kinerja Proyek Minggu Ke-8
Kinerja proyek pada minggu ke-8 adalah nilai varian SV positif (Rp. 69.277.012), nilai CV positif (Rp. 15.711.037), nilai

- indeks SPI > 1 (1,79), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
- i. Kinerja Proyek Minggu Ke-9
Kinerja proyek pada minggu ke-9 adalah nilai varian SV positif (Rp. 314.220.733), nilai CV positif (Rp. 55.421.610), nilai indeks SPI > 1 (2,31), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11)
 - j. Kinerja Proyek Minggu Ke-10
Kinerja proyek pada minggu ke-10 adalah nilai varian SV positif (Rp. 230.717.192), nilai CV positif (Rp. 63.215.273), nilai indeks SPI > 1 (1,57), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
 - k. Kinerja Proyek Minggu Ke-11
Kinerja proyek pada minggu ke-11 adalah nilai varian SV positif (Rp. 134.842.756), nilai CV positif (Rp. 67.606.941), nilai indeks SPI > 1 (1,25), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
 - l. Kinerja Proyek Minggu Ke-12
Kinerja proyek pada minggu ke-12 adalah nilai varian SV positif (Rp. 6.803.992), nilai CV positif (Rp. 71.380.064), nilai indeks SPI > 1 (1,01), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).
 - m. Kinerja Proyek Minggu Ke-13
Berdasarkan tabel 4.3, kinerja proyek pada minggu ke-1 adalah nilai varian SV negatif (-Rp. 65.565.744), nilai CV positif (Rp. 76.513.986), nilai indeks SPI < 1 (0,92), dan nilai indeks CPI > 1 (1,11).

Penggambaran grafik interaksi antara BCWS, BCWP dan ACWP pada proyek renovasi gedung kantor Bank Swasta di Yogyakarta :

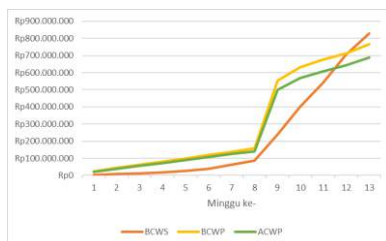


Diagram 3.1 Grafik Perbandingan BCWS, BCWP dan ACWP

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara BCWS, BCWP serta ACWP. Penjelasan tentang ketiga indikator tersebut adalah sebagai berikut

- a. Perbandingan Grafik BCWS dan BCWP

Berdasarkan grafik di atas, diketahui bahwa pada minggu ke-1 hingga minggu ke-11 garis BCWP selalu berada di atas garis BCWS. Hingga pada minggu ke-12 garis BCWP dan BCWS bertemu yang menandakan pekerjaan berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

- b. Perbandingan Grafik BCWP dan ACWP
Selanjutnya, grafik CV dan SV pada proyek renovasi gedung kantor Bank Swasta di Yogyakarta digambarkan sebagai berikut:

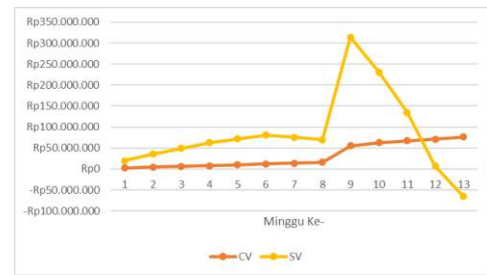


Diagram 3.2 Varians Biaya (CV) dan Jadwal (SV)

Grafik tersebut menunjukkan varians biaya (CV) dan jadwal (SV). Uraian tentang indikator tersebut adalah sebagai berikut:

- Dari segi biaya, pada minggu ke-1 hingga minggu ke-13, garis CV berada di atas angka 0, yang berarti CV bernilai positif.
- Dari segi waktu, pada minggu ke-1 sampai minggu ke-12, hasil yang diperoleh bernilai positif. Mengidentifikasi bahwa waktu pelaksanaan pekerjaan berjalan lebih cepat dari jadwal yang telah direncanakan.

Penggambaran grafik yang terakhir adalah grafik CPI dan SPI pada proyek renovasi gedung kantor Bank Swasta di Yogyakarta. Berikut adalah penggambaran grafik CPI dan SPI:



Diagram 3.3 Indeks Produktifitas (SPI dan CPI)

Berdasarkan indeks produktifitas dan kinerja di atas menandakan bahwa waktu pelaksanaan pekerjaan berjalan lebih cepat

dari jadwal yang direncanakan. Namun, pada minggu ke-13 nilai SPI mengalami penurunan hingga di bawah angka 1

3.2.2 Faktor-Faktor yang Menyebabkan Keterlambatan

Berdasarkan data hasil analisis olahan RII, diperoleh hasil nilai peringkat RII pada faktor-faktor keterlambatan pekerjaan. Berikut adalah hasilnya:

Tabel 3.5 Peringkat Nilai RII

Variabel	Faktor	RII	Peringkat	Level Kepentingan
X10	Keterlambatan dalam perolehan izin dari pemerintah setempat	0,900	1	High
X3	Keterlambatan dalam proses keuangan terkait pembayaran pekerjaan yang harus diselesaikan oleh pengguna jasa	0,860	2	High
X4	Komunikasi dan koordinasi yang buruk oleh pengguna jasa dan pihak lain yang berkaitan dengan proyek	0,787	3	High-Medium
X6	Perencanaan dan penjadwalan proyek yang tidak efektif oleh kontraktor	0,780	4	High-Medium
X7	Keterlambatan dalam mobilisasi alat-alat proyek ke lokasi proyek	0,753	5	High-Medium
X9	Tingkat produktivitas pekerja yang rendah	0,713	6	High-Medium
X8	Kekurangan tenaga kerja	0,707	7	High-Medium
Variabel	Faktor	RII	Peringkat	Level Kepentingan
X5	Tidak teresponnya intensif bagi kontraktor yang menyelesaikan lebih cepat dari jadwal	0,667	8	High-Medium
X1	Durasi kontrak proyek yang terlalu pendek	0,627	9	High-Medium
X2	Sengketa hukum dari berbagai pihak	0,393	10	Medium-Low

Kemudian, peringkat tinggi yang dimaksud adalah variabel yang memiliki level kepentingan high, yaitu:

- X10 Keterlambatan dalam perolehan izin dari pemerintah setempat
Pada perhitungan yang telah dilakukan, variabel ini memiliki peringkat pertama dengan nilai RII adalah 0,900.
- X3 Keterlambatan dalam proses keuangan terkait pembayaran pekerjaan yang harus diselesaikan oleh pengguna jasa.
Variabel ini menduduki peringkat kedua dengan nilai RII sebanyak 0,860.

4. KESIMPULAN

Dari Penelitian yang telah dilakukan pada proyek renovasi Gedung kantor Bank Swasta di Yogyakarta, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Biaya yang telah dianggarkan pada proyek renovasi gedung kantor Bank Swasta di Yogyakarta adalah Rp. 61.854.475.000,00. Sedangkan menurut perhitungan yang telah dilakukan berdasarkan pelaporan di minggu ke-13, besar biaya yang dibutuhkan proyek hingga akhir adalah senilai Rp.

61.089.335.144,00. Hal ini menunjukkan bahwa biaya yang dikeluarkan lebih kecil dari anggaran yang telah direncanakan, dengan selisih sebesar Rp. 76.513.986,00. Selanjutnya, target waktu yang direncanakan pada pekerjaan proyek renovasi gedung kantor Bank Swasta di Yogyakarta adalah 700 hari. Namun, dikarenakan terdapat keterlambatan mulai dari minggu ke-13 dengan nilai deviasi - 0,106, maka waktu pada pekerjaan proyek tersebut mengalami kemunduran 61 hari sehingga proyek dapat diselesaikan dengan waktu 761 hari. Selanjutnya pada saat akhir penyelesaian pekerjaan jika mengalami keterlambatan penyelesaian pekerjaan lebih dari 50 hari maka kontraktor pelaksana akan dikenakan sanksi denda maksimum 5% dari nilai Kontrak

- Dua faktor yang menyebabkan keterlambatan pada pekerjaan proyek renovasi gedung kantor Bank Swasta di Yogyakarta. Pertama adalah keterlambatan dalam perolehan izin dari pemerintah setempat. Yang kedua adalah keterlambatan dalam proses keuangan terkait pembayaran pekerjaan yang harus diselesaikan oleh pengguna jasa

5. DAFTAR PUSTAKA

- Soeharto, Imam, *Studi Kelayakan Proyek*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2002
- Soeharto, Imam, *Manajemen Proyek*, Edisi Kedua, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2001
- Husein, Umar, *Metode Penelitian untuk Skripsi dan Tesis Bisnis Edisi 11*. Jakarta: PT Bumi Aksara, 2011
- Assaf dan Heiji, 2006, *Important Causes of Delay in Public. Utility Projects in Saudi Arabia*.
- Soeharto, Imam, *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2001

EVALUASI FASILITAS PELAYANAN PARKIR DI TERMINAL KALIDERES JAKARTA BARAT

Udien Yulianto

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

Abstrak

Kondisi terminal saat ini dengan area menaikkan dan menurunkan penumpang dilakukan di tempat yang sama membuat sirkulasi/alur pergerakan bus terjadi konflik dan menimbulkan kurangnya kenyamanan dan keamanan penumpang, belum teraturnya zona pelayanan yang menjadi keluhan penumpang dan Kapasitas parkir di dalam Terminal Kalideres juga masih diperlukan penataan kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evaluasi sirkulasi dan parkir serta alternatif penataan parkir Terminal Kalideres.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode evaluasi sirkulasi dan parkir. Pengumpulan data sekunder berupa data operasional penumpang selama 2 tahun terakhir, data keluar-masuk kendaraan selama 2 tahun terakhir, data trayek BUS AKAP-AKDP dan Flow Kendaraan Eksisting Terminal Kalideres.

Hasil penelitian dibutuhkan penambahan petak parkir sebanyak 4 SRP baru untuk parkir AKAP dengan luas lahan parkir sebesar 170 m² sehingga total lahan parkir AKAP akan seluas 4.137 m², sedangkan untuk AKDP dibutuhkan penambahan 35 SRP baru dengan luas lahan parkir sebesar 402,5 m² sehingga total lahan parkir seluas 1. 147,99 m² dengan alternatif pembaharuan layout Terminal Kalideres dengan memisahkan antara area kedatangan penumpang, kendaraan penjemput dan angkot berada di zona terbuka (A), sedangkan area keberangkatan penumpang dan jalur keluar bus berada di zona tertutup (B).

Kata kunci: terminal, kalideres, evaluasi, sirkulasi, parkir.

1. PENDAHULUAN

Terminal merupakan salah satu bagian sistem transportasi yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang.

Kondisi saat ini pada Terminal Kalideres disusun menyesuaikan daerah tujuan keberangkatan yang dibagi menjadi Lintas Jawa-Sumatera, Lintas Banten, dan Lintas Bogor-Sukabumi. Dimana kondisi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dilakukan di tempat yang sama membuat sirkulasi/alur pergerakan bus terjadi konflik dan menimbulkan kurangnya kenyamanan dan keamanan penumpang.

Begitupun dengan pihak pengelola terminal menjadi kesulitan dalam melakukan pengawasan kepada penumpang yang naik ataupun turun dari bus.

Kondisi manajemen parkir pada Terminal Kalideres juga belum memudahkan masyarakat

dalam kegiatan perpindahan orang dan/atau barang ke moda transportasi yang akan digunakan. Belum maksimalnya fasilitas pejalan kaki jika ingin menyeberang dari satu tempat ke tempat lain harus sangat berhati-hati, karena tidak ada area khusus yang dapat digunakan untuk menyeberang dan banyak kendaraan yang melaju dengan cepat pada saat melintas.

Ketika musim mudik tiba, yaitu pada saat libur lebaran dan libur tahun baru mengakibatkan meningkatnya jumlah penumpang yang memakai moda transportasi bus.

Dengan meningkatnya jumlah penumpang, membuat bus mengantri dan memerlukan waktu lebih untuk sekedar menaikkan atau menurunkan penumpang.

Agar terwujud fungsi Terminal yang diharapkan dapat menunjang kebutuhan masyarakat akan transportasi serta dilengkapi dengan fasilitas terminal yang meliputi fasilitas utama dan

fasilitas penunjang yang memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan, maka Terminal Kalideres dalam penyelenggaraannya perlu dilakukan Evaluasi Fasilitas Pelayanan Terminal Kalideres Jakarta Barat Terhadap Sirkulasi dan Parkir.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian evaluasi adalah jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan. Penelitian ini selain bersifat evaluasi terhadap kondisi yang sudah ada juga menghasilkan besaran-besaran dalam bentuk angka yang bersifat kuantitatif.

Pada tahapan metodologi ini diperoleh 2 (dua) variabel yang menjadi fokus analisis permasalahan yaitu penelitian evaluasi terhadap sirkulasi dan parkir serta alternatif penataan parkir di Terminal Kalideres.

2.2 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

Pola pikir/kerangka pemikiran yang disusun secara sistematis bertujuan untuk mempermudah dalam memahami setiap proses yang dilakukan pada penelitian agar lebih terarah.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam metode pengumpulan data, menggunakan data sebagai berikut:

a. Data primer

Metode pengumpulan data primer adalah metode pengumpulan data dimana peneliti langsung melakukan penelitian untuk mendapatkan data.

Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian itu yaitu:

a) Observasi

Cara ini dilakukan dengan mengadakan pengamatan langsung ditempat yang dijadikan sebagai data yang dapat dianalisa sesuai dengan permasalahan yang ada. Data yang telah didapat tersebut lalu dicatat agar dapat digunakan sebagai data untuk

menganalisa permasalahan yang ada. Data yang dikumpulkan berupa data produktivitas kendaraan harian, data durasi parkir kendaraan, dan pengamatan kondisi lingkungan terminal.

- b) Akumulasi Parkir Data akumulasi parkir diperoleh melalui survei keluar masuk kendaraan yang dilakukan dalam 6 hari berturut – turut pada jam-jam sibuk terminal.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan data berupa produktivitas penumpang dan kendaraan selama 2 tahun terakhir (tahun 2021 dan tahun 2022), data karakteristik bus, data time table AKAP dan AKDP serta karakteristik parkir terminal.

2.3.2 Metode Analisis Data

Metode Analisis Sirkulasi dan Parkir

Melakukan analisis sirkulasi dan parkir Terminal Kalideres dengan mengetahui persentase area bangunan dan area parkir terminal Kalideres yang selanjutnya menghitung karakteristik parkir Terminal Kalideres dan menghitung kebutuhan ruang parkir Terminal Kalideres menurut Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 272/HK.105/DRJD/96⁴ tentang Pedoman Teknis Fasilitas Parkir dengan rumus kebutuhan ruang parkir sebagai berikut:

a) Menentukan Kebutuhan Petak Parkir

mengetahui banyaknya petak parkir yang diperlukan agar menampung banyaknya kendaraan yang akan parkir di kawasan tersebut. Untuk menentukan banyaknya stall parkir yang dibutuhkan, digunakan perhitungan berdasarkan akumulasi puncak, dimana $IP < 1$ yaitu 0,9

$$S = \frac{V_p \times D}{IP}$$

Keterangan:

S = kebutuhan petak parkir (SRP)

V_p = Volume puncak parkir kendaraan berdasar data akumulasi

D = rata-rata lamanya parkir

IP = indeks parkir

- b) Menentukan Kebutuhan Ruang Parkir
 $KRP = V_p \times SRP$
Keterangan:
KRP = Kebutuhan ruang parkir
 V_p = Volume puncak parkir kendaraan berdasar data akumulasi
SRP = Satuan Ruang Parkir
- c) Kinerja Operasional Terminal
Mendapatkan kinerja operasional terminal dengan cara sebagai berikut:
- 1) Waktu Tunggu Angkutan
Rumus untuk menghitung besarnya waktu tunggu angkutan yaitu sebagai berikut:
 $W_i = E_x - E_n$
Dengan:
 W_i = Waktu Tunggu (menit)
 E_x = Waktu Keluar (menit)
 E_n = Waktu Masuk (menit)
- 2) Headway (waktu antara)
Rumus untuk menghitung *headway* yaitu sebagai berikut:

$$H = \frac{\text{Jumlah Selisih Waktu}}{\text{Jumlah Angkutan}}$$

- 3) Load Factor (Faktor Muat)
Faktor muat untuk perhitungan mempunyai nilai standar 70%
- $$\text{Load Factor} = \frac{\text{Jumlah Penumpang}}{\text{Kapasitas Angkutan}} \times 100\%$$
- 4) Frekuensi
Frekuensi adalah jumlah kendaraan yang melewati titik tertentu selama satu jam.

$$F = \frac{60}{H}$$

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis Pembahasan Hasil Analisis Sirkulasi dan Parkir

Hasil dari analisis sirkulasi dan parkir akan didapatkan luas lahan parkir eksisting dengan pembagian 65% untuk parkir dan 35% untuk sirkulasi kendaraan yang selanjutnya dibagi dengan ukuran SRP untuk mengetahui berapa banyak petak parkir.

Didapatkan juga nilai dari perhitungan karakteristik parkir dan kebutuhan ruang parkir Terminal Kalideres yang terdiri dari jumlah petak parkir yang dibutuhkan serta luas area

parkir yang dibutuhkan dari hasil petak parkir yang telah diketahui dalam bentuk tabel, juga didapatkan pola parkir yang sesuai dengan kondisi Terminal Kalideres setelah diketahui jumlah petak parkirnya.

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

Terminal Kalideres mempunyai luas lahan 35.344 m² dengan total luas area parkir 8.030,83 m² atau sekitar 23% dari luas lahan terminal dan luas bangunan 27.313,17 m² atau sekitar 77% dari luas lahan terminal. Dari hasil presentase tersebut, terlihat untuk area bangunan mempunyai presentase yang lebih besar dibandingkan dengan luas area parkir. Hal ini membuat sirkulasi dan parkir di Terminal Kalideres kurang maksimal.

Kondisi eksisting sirkulasi kendaraan dan penumpang di Terminal Kalideres saat ini, yaitu:

- Belum adanya pemisah antara jalur kedatangan dan jalur keberangkatan penumpang.
- Belum teraturnya area parkir untuk bus AKAP dan Angkot.
- Lebih banyaknya area digunakan untuk tempat parkir bus untuk beristirahat atau menginap, mencuci bus, dan memperbaiki bus.
- Aktivitas penumpang yang akan menuju area parkir AKDP harus melintasi jalur bus yang dapat membahayakan keselamatan penumpang.
- Area parkir angkot yang jauh dari tempat penurunan penumpang.

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis sirkulasi dan parkir diketahui dari luas total lahan parkir eksisting didapatkan 3.477,39 m² untuk luas lahan parkir dari 65% luas total lahan parkir eksisting dan 1.872,44 m² untuk sirkulasi kendaraan dari 35% luas total lahan parkir eksisting. Dilakukan pembagian untuk 3 (tiga) area parkir dari lahan parkir seluas 3.477,39 m² yang kemudian didapatkan luas lahan parkir untuk bus AKAP sebesar 2.086,43 m² dengan 49 SRP, untuk luas

lahan parkir area AKDP sebesar 1.043,22 m² dengan 91 SRP, dan luas lahan parkir area Pool AKAP sebesar 347,74 m² dengan 8 SRP.

Tabel 3.1 Hasil Pembagian Area Lahan Parkir dengan Sirkulasi

Area Parkir	Luas Lahan (m ²)	Persentase (%)	Hasil (m ²) (Luas lahan/persentase)	SRP (m)	Petak Parkir (Lot)
AKAP	3.477,39	60	2.086,43	12,5 m x 3,4 m	49
AKDP	3.477,39	30	1.043,22	5 m x 2,3 m	91
Pool AKAP	3.477,39	10	347,74	12,5 m x 3,4 m	8

Sumber: Hasil Olahan Penelitian

Hasil dari perhitungan karakteristik parkir dibutuhkan penambahan petak parkir sebanyak 4 SRP baru untuk parkir AKAP dengan luas lahan parkir sebesar 170 m² sehingga total lahan parkir AKAP akan seluas 4.137 m², sedangkan untuk AKDP dibutuhkan penambahan 35 SRP baru dengan luas lahan parkir sebesar 402,5 m² sehingga total lahan parkir seluas 1.147,99 m².

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Karakteristik Parkir Eksisting

Area Parkir	Jumlah Petak Parkir yang tersedia	Kebutuhan Petak Parkir (SRP)	Ketersediaan Lahan Parkir (m ²)	Kebutuhan Ruang Parkir (m ²)
AKAP	25	29	3.967	4.137
AKDP	19	54	742,49	1.147,99

Sumber: Hasil Olahan Penelitian

Hasil perhitungan dari kinerja operasional terminal dengan waktu tunggu AKAP sebesar 14,9 menit dan waktu tunggu AKDP sebesar 6 menit. Hasil untuk headway bus AKAP yang masuk ke terminal sebesar 15 menit dan headway AKDP yang masuk ke terminal sebesar 6 menit. load factor atau faktor muat dari AKAP senilai 25.02%, sedangkan untuk faktor muat dari AKDP senilai 29%. Frekuensi kendaraan yang masuk ke dalam terminal dalam kurun waktu 1 (satu) jam untuk kendaraan AKAP sebanyak 15 kendaraan dan untuk AKDP sebanyak 125 kendaraan.

4. KESIMPULAN

Sirkulasi bus AKAP dan AKDP harus dipisahkan dengan jalur angkot, selanjutnya

jalur keberangkatan diletakkan di pintu keluar penumpang bus. Didapatkan lahan parkir eksisting seluas 3.477,39 m² (65%) dengan sirkulasi kendaraan seluas 1.872,44 m² (35%) dengan parkir untuk bus AKAP sebesar 2.086,43 m² sebanyak 49 SRP dan parkir area AKDP sebesar 1.043,22 m² sebanyak 91 SRP. Lahan parkir dibutuhkan penambahan petak parkir sebanyak 4 SRP baru untuk parkir AKAP dengan luas lahan parkir sebesar 170 m² sehingga total lahan parkir AKAP akan seluas 4.137 m², sedangkan untuk AKDP dibutuhkan penambahan 35 SRP baru dengan luas lahan parkir sebesar 402,5 m² sehingga total lahan parkir seluas 1.147,99 m².

5. DAFTAR PUSTAKA

- Indonesia. Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- Indonesia. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 24 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Terminal Penumpang Angkutan Jalan. Menteri Perhubungan. Jakarta.
- Indonesia. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2019 Tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang Dengan Kendaraan Bermotor Umum Dalam Trayek. Menteri Perhubungan. Jakarta.
- Saputra, F. A. (2008). *Perencanaan Pengembangan Terminal Penumpang Bangsri Kecamatan Bangsri Kabupaten Jepara*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Wohl and Martin. (1967). *Traffic System Analysis for Engineers and Planners*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Iskandar, Abubakar Dkk (1995). *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib*. Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Darat.

EVALUASI PENYEBAB KETERLAMBATAN PEKERJAAN PROYEK PEMBANGUNAN PUSKESMAS CIJAYANTI KABUPATEN BOGOR - JAWA BARAT

Jujuk Kusumawati

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

Abstrak

Setiap proyek konstruksi memiliki rencana dan jadwal pelaksanaan tertentu, dimana kapan proyek tersebut akan dimulai dan kapan waktu pengerjaan berakhir. Setiap pelaksanaan proyek konstruksi, seluruh pihak mengharapkan berhasil dengan tepat waktu, tepat guna serta tepat mutu. Begitupun dengan proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti, Kabupaten Bogor - Jawa Barat ini mengalami keterlambatan dari schedule yang direncanakan yang sediakalanya selesai 23 Desember 2022, mengalami keterlambatan 24 hari yang diantaranya karena perubahan design, kekurangan tenaga kerja juga komunikasi yang terjalin antara stakeholder hanya berlangsung satu arah dikarenakan sulitnya komunikasi dengan pihak owner.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis lebih lanjut apa saja faktor-faktor penyebab keterlambatan pekerjaan Proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti selain yang telah disebutkan di awal. Untuk mencari faktor-faktor penyebab keterlambatan pekerjaan, data yang didapatkan dari responden lalu diolah dengan menggunakan metode berupa uji validitas, uji reliabilitas serta uji RII (Relative Importance Index) dengan menggunakan Microsoft Excel.

Dari hasil analisis data didapatkan 4 (empat) aspek dan 20 (dua puluh) variabel yang mempengaruhi keterlambatan pekerjaan Proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti, Kabupaten Bogor.

Kata Kunci : Keterlambatan, Proyek Pembangunan, Puskesmas.

1. PENDAHULUAN

Indonesia yang masuk ke dalam jajaran negara berkembang, dengan jumlah penduduk 278 juta jiwa pada tahun 2023, terus berbenah diri untuk bisa menjadi sama dengan negara-negara maju lainnya, khususnya yang berada di kawasan Asia dalam hal pelayanan kesehatan. Untuk memenuhi hal tersebut, maka proyek konstruksi harus diolah secara professional dengan manajemen yang baik, serta pengawasan dalam hal kualitas serta kuantitas dari bangunan yang dikerjakan.

Pada Pekerjaan Pembangunan Puskesmas Cijayanti Kabupaten Bogor, Jawa Barat dapat menjadi contoh bahwa pada pelaksanaan proyek ini tidak sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Salah satu penyebab utamanya ialah elevasi bangunan dari design awal, dirubah oleh pihak owner, sehingga pekerjaan untuk urugan tanah menjadi bertambah besar sehingga mengganggu pekerjaan lainnya yang seharusnya mulai dikerjakan.

Evaluasi pada setiap tahap proses pekerjaan perlu dilakukan guna mencegah terjadinya keterlambatan selama proses pembangunan.

Berdasarkan uraian yang disebutkan di atas, maka dirasa perlu dilakukan Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pekerjaan pada Proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti, Kabupaten Bogor – Jawa Barat, agar selama proses pembangunan tidak terjadi keterlambatan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Pada penelitian ini digunakan penelitian Evaluasi yaitu penelitian dengan menggunakan kajian terhadap hasil atau penyelesaian dari suatu masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan dan menimbulkan permasalahan, kemudian masalah tersebut memerlukan evaluasi.

Terdapat dua variabel dalam penelitian kali ini yaitu, keterlambatan waktu dan pengaruhnya terhadap kinerja kontraktor pada proyek pembangunan puskesmas.

2.2 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

Pada penelitian ini dimulai dengan dua butir rumusan masalah yang kemudian dilakukan proses pengumpulan data dan dilakukan analisis. Kemudian dari hasil analisis dilakukan pembahasan untuk mengetahui jawaban dari rumusan masalah yang ada.

Setelah pembahasan hasil analisis dilakukan, penelitian akan berujung pada sebuah kesimpulan.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Instrumen penelitian yang digunakan selama penelitian berlangsung, antara lain sebagai berikut: a) Kuesioner penelitian

Adapun rancangan kuesioner pada tahap pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- a. Kuesioner K1 (validasi pakar)
- b. Kuesioner K2

2.3.2 Metode Analisis Data

- a) Analisis penyebab keterlambatan pekerjaan pada proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti.
- b) Analisis faktor penyebab keterlambatan.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah pada tahap sebelumnya dilakukan analisis data, maka pada tahap pembahasan hasil analisis menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang antara lain sebagai berikut :

a) Pembahasan hasil evaluasi penyebab keterlambatan pekerjaan pada proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti.

Metode pembahasan hasil analisis menggunakan data hasil kuesioner K1 yang di diisi oleh seorang pakar yaitu Project Manajer, yang dipilih berdasarkan keahlian dan pengalaman pada proyek pembangunan Puskesmas Cijayanti. Maka dari hasil tersebut, akan menghasilkan sebuah kesimpulan yang bertujuan untuk menjawab dari rumusan masalah pertama yang ada pada penelitian ini.

b) Pembahasan hasil analisis faktor-faktor penyebab keterlambatan yang paling dominan berpengaruh terhadap kinerja kontraktor pada proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti.

Metode pembahasan hasil analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pembobotan atau scoring.

Dari hasil analisis diperoleh rata-rata bobot (%) dari masing-masing indikator.

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisis Data

3.1.1 Analisis Penyebab Keterlambatan pada Pekerjaan

Tabel 3. 1 Rekap Hasil Kuesioner Pakar / Project Manager (Kuesioner K1)

Kode Variabel	Jenis Variabel	Ya	Tidak
X1	Aspek Tenaga Kerja	1	
X2	Aspek Peralatan Kerja		0
X3	Aspek Material Kerja		0
X4	Aspek Keuangan	1	
X5	Aspek Manajerial		0
X6	Aspek Perencanaan dan Penjadwalan	1	
X7	Aspek Lingkungan / Lokasi Kegiatan	1	

Keterangan :

1 = Setuju

0 = Tidak Setuju

Berdasarkan data diatas, menurut pakar bahwa aspek yang menyebabkan keterlambatan adalah :

- a. Aspek Tenaga Kerja,
- b. Aspek Keuangan,
- c. Aspek Perencanaan dan Penjadwalan,
- d. Aspek Lingkungan / Lokasi Kegiatan.

Sementara aspek peralatan kerja, material kerja, serta aspek manajerial tidak menjadi penyebab keterlambatan.

3.1.2 Analisis Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan

a) Uji Validasi

Uji Validitas memiliki tujuan untuk mengetahui kevalidan dari angket kuesioner, data dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar dari r tabel (r hitung $>$ r tabel) atau Nilai Signifikansi 5% (0,05). Butir pertanyaan dalam kuesioner dinyatakan valid jika memiliki nilai r hitung $>$ 0,6. Hasil uji validitas pada penelitian kali ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 2 Hasil Analisis Validitas

Responden	XI. Tempa Kerja					XII. Keuangan					XIII. Perencanaan & Pengabdian					XIV. Lingkungan & Kesehatan					Total skor
	XI.1	XI.2	XI.3	XI.4	XI.5	XII.1	XII.2	XII.3	XII.4	XII.5	XIII.1	XIII.2	XIII.3	XIII.4	XIII.5	XIV.1	XIV.2	XIV.3	XIV.4	XIV.5	
1	3	3	1	3	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	3	2	2	2	2	2	48
2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	4	4	1	3	3	3	4	54
3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	3	4	4	3	4	4	2	3	3	66
4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	2	4	62
5	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	4	3	4	65
6	4	2	2	3	3	1	1	2	4	2	2	2	1	2	3	2	1	2	3	3	45
7	3	3	2	2	3	2	4	3	3	1	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	50
8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	41
9	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	3	1	2	2	2	2	1	21
10	2	3	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	30
Nilai koefisien r tabel	0,609	0,600	0,758	0,701	0,729	0,788	0,781	0,776	0,689	0,682	0,714	0,817	0,788	0,685	0,691	0,725	0,697	0,714	0,687	0,838	
r tabel	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	
Kesimpulan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	

$$r_{tt} = \frac{tt}{n-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_c^2} \right)$$

dengan:

- r_{tt} adalah koefisien reliabilitas
- n adalah banyaknya butir soal.
- s_i^2 adalah varians skor soal ke- i .
- s_c^2 adalah varians skor total.

Gambar 3. 2 rumus mencari nilai Cronbach's Alpha

Nilai r table didapatkan dengan menggunakan toleransi kesalahan pada penelitian sebesar 5%, dengan data 10 responden, maka didapatkan nilai 0,632.

N	The Level of Significance	
	5%	1%
3	0.997	0.999
4	0.95	0.99
5	0.878	0.959
6	0.811	0.917
7	0.754	0.874
8	0.707	0.834
9	0.666	0.798
10	0.632	0.765
11	0.602	0.735
12	0.576	0.708
13	0.553	0.684
14	0.532	0.661
15	0.514	0.641
16	0.497	0.623
17	0.482	0.606

Gambar 3. 1 nilai r table

b) Uji Reliabilitas

Uji Reliabilitas bertujuan untuk mengetahui tingkat konsistensi angket kuesioner, data dinyatakan Reliabel apabila nilai Cronbach's Alpha lebih besar dari 0,60 (Cronbach's Alpha > 0,60). Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 3.8. dengan menggunakan rumus :

Tabel 3. 3 Tahap Uji Reliabilitas

Responden	XI. Tempa Kerja					XII. Keuangan					XIII. Perencanaan & Pengabdian					XIV. Lingkungan & Kesehatan					Total skor
	XI.1	XI.2	XI.3	XI.4	XI.5	XII.1	XII.2	XII.3	XII.4	XII.5	XIII.1	XIII.2	XIII.3	XIII.4	XIII.5	XIV.1	XIV.2	XIV.3	XIV.4	XIV.5	
1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	2	1	4	3	2	2	2	2	2	2	48	
2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	4	4	1	3	3	3	4	54	
3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	3	4	4	3	4	4	2	3	66	
4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	2	4	62	
5	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	2	4	3	4	65	
6	4	2	2	3	3	1	1	2	4	2	2	2	1	2	3	2	1	2	3	45	
7	3	3	2	2	3	2	4	3	3	1	3	3	2	3	2	2	2	2	3	50	
8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	41	
9	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	2	2	1	21	
10	2	3	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	30	
Nilai koefisien r tabel	0,609	0,600	0,758	0,701	0,729	0,788	0,781	0,776	0,689	0,682	0,714	0,817	0,788	0,685	0,691	0,725	0,697	0,714	0,687	0,838	
r tabel	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	0,632	
Kesimpulan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	

Tabel 3. 4 Hasil Uji Reliabilitas

PENGUJIAN		
Nilai Acuan	Nilai Cronbach's Alpha	Kesimpulan
0,60	0,951	Reliabel

c) RII (Relative Importance Index)

Metode Relative Importance Index (RII) merupakan metode dalam menganalisis faktor-faktor yang paling berpengaruh dalam objek penelitian. Data dan hasil dari pengujian dengan metode Relative Importance Index (RII) dapat dilihat pada halaman berikut (Tabel 3.5).

Tabel 3. 5 Hasil Perhitungan RII

Responden	XI. Tempa Kerja					XII. Keuangan					XIII. Perencanaan & Pengabdian					XIV. Lingkungan & Kesehatan					
	XI.1	XI.2	XI.3	XI.4	XI.5	XII.1	XII.2	XII.3	XII.4	XII.5	XIII.1	XIII.2	XIII.3	XIII.4	XIII.5	XIV.1	XIV.2	XIV.3	XIV.4	XIV.5	
1	3	3	1	3	3	1	2	3	3	3	3	2	1	4	3	2	2	2	2	48	
2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	4	4	1	3	3	3	4	54
3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	2	3	4	4	3	4	4	2	3	3	66
4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	2	4	62
5	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	4	3	4	65
6	4	2	2	3	3	1	1	2	4	2	2	2	1	2	3	2	1	2	3	45	
7	3	3	2	2	3	2	4	3	3	1	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	50
8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	41
9	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	3	1	2	2	2	2	1	2	21
10	2	3	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	30
ΣX	29	24	21	26	25	23	24	29	22	22	24	22	31	26	23	22	23	23	23	28	
Nilai Mean (M)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
SD = √(Σ(Xi - M)² / (n - 1))	72,50	60,00	55,00	65,00	62,50	57,50	57,50	60,00	72,50	55,00	55,00	60,00	57,50	77,50	65,00	57,50	55,00	57,50	57,50	70,00	
Max	77,50																				
Min	55,00																				

Berdasarkan hasil dari Tabel 3.5, dapat diketahui :

Nilai maksimal = 77,50

Nilai minimal = 55,00

Sehingga berdasarkan hasil uji analisis, didapatkan nilai minimal 55,00. Maka variabel X1.3, X2.5, X3.1, X4.2 tidak digunakan.

3.3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.3.1 Pembahasan Hasil Analisis Penyebab Keterlambatan Pekerjaan

Berdasarkan hasil analisis Kuesioner K1 ada 4 (empat) variable yang menyebabkan keterlambatan, yaitu:

- (X1) Aspek Tenaga Kerja
- (X4) Aspek Keuangan
- (X6) Aspek Perencanaan dan Penjadwalan
- (X7) Aspek Lingkungan/Lokasi Kegiatan

3.3.2 Pembahasan Hasil Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan

Berdasarkan hasil uji dengan menggunakan metode *Relative Importance Index (RII)*, berikut faktor-faktor penyebab keterlambatan pada Proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti Kabupaten Bogor :

1. (X3.4) Rencana kerja owner yang sering berubah-ubah (77,50%)
2. (X1.1) Kurangnya skill tenaga kerja dilapangan (72,50%)
3. (X2.4) Keterlambatan pihak kontraktor melakukan pembayaran kepada Sub-kontraktor (72,50%)
4. (X4.5) Kondisi disekitar proyek (70,00%)
5. (X1.4) Kelalaian/keterlambatan pekerjaan oleh Sub-kontraktor (65,00%)
6. (X3.5) Metode konstruksi/pelaksanaan kerja yang salah (65,00%)
7. (X1.5) Kurangnya pengawasan di lapangan (62,50%)
8. (X1.2) Kurangnya jumlah tenaga kerja dilapangan (60,00%)
9. (X2.3) Kenaikan harga bahan/material (60,00%)
10. (X3.2) Rencana urutan kerja yang tidak tersusun dengan baik/ terpadu (60,00%)
11. (X2.1) Keterlambatan pembiayaan oleh owner (57,50%)

12. (X2.2) Keterbatasan dana kontraktor (57,50%)

13. (X3.3) Penentuan durasi waktu kerja yang tidak seksama/ buru-buru (57,50%)

14. (X4.1) Cuaca (57,50%)

15. (X4.3) Akses menuju lokasi pekerjaan (57,50%)

16. (X4.4) Keterbatasan lokasi pekerjaan (57,50%)

4. KESIMPULAN

1. Dari hasil Evaluasi, didapatkan beberapa aspek penyebab keterlambatan pekerjaan Proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti Kabupaten Bogor antara lain :
 - 1) Aspek Perencanaan dan Penjadwalan (X6)
 - 2) Aspek Tenaga Kerja (X1)
 - 3) Aspek Keuangan (X4)
 - 4) Aspek Lingkungan / Lokasi Kegiatan (X7)
2. Faktor-faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pekerjaan pada Proyek Pembangunan Puskesmas Cijayanti Kabupaten Bogor meliputi :
 1. (X3.4) Rencana kerja owner yang sering berubah-ubah (77,50%)
 2. (X1.1) Kurangnya skill tenaga kerja dilapangan (72,50%)
 3. (X2.4) Keterlambatan pihak kontraktor melakukan pembayaran kepada Sub-kontraktor (72,50%)
 4. (X4.5) Kondisi disekitar proyek (70,00%)
 5. (X1.4) Kelalaian/keterlambatan pekerjaan oleh Sub-kontraktor (65,00%)
 6. (X3.5) Metode konstruksi/pelaksanaan kerja yang salah (65,00%)
 7. (X1.5) Kurangnya pengawasan di lapangan (62,50%)
 8. (X1.2) Kurangnya jumlah tenaga kerja dilapangan (60,00%)
 9. (X2.3) Kenaikan harga bahan/material (60,00%)
 10. (X3.2) Rencana urutan kerja yang tidak tersusun dengan baik/ terpadu (60,00%)

11. (X2.1) Keterlambatan pembiayaan oleh owner (57,50%)
12. (X2.2) Keterbatasan dana kontraktor (57,50%)
13. (X3.3) Penentuan durasi waktu kerja yang tidak seksama/ buru-buru (57,50%)
14. (X4.1) Cuaca (57,50%)
15. (X4.3) Akses menuju lokasi pekerjaan (57,50%)
16. (X4.4) Keterbatasan lokasi pekerjaan (57,50%)

5. DAFTAR PUSTAKA

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017. “*Tentang Jasa Konstruksi*”.
- A. Hutahaean, A. Setiawan, and B. Nugroho, “Faktor – faktor keterlambatan proyek konstruksi di Papua,” vol. 27, no. 01, pp. 1–11, 2022.
- M. Buya, H. Ashad, and Watono, “Analisis Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Pada Pembangunan Kantor Bupati Pulau Taliabu Dengan Metode Analytic Hierarchy Process,” *J. Konstr. Tek. infraSTRUKtur, dan SaIns*, vol. 1, no. 1, pp. 44–53, 2022.
- Kusjadmikahadi, R. A. (1999). Studi Keterlambatan Kontraktor Dalam Melaksanakan Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Universitas Gajah Mada, Yogyakarta*
- W. Boy, R. Erlindo, and R. A. Fitrah, “Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Gedung Kuliah Pada Masa Pandemi Covid 19,” *J. Rivet*, vol. 1, no. 01, pp. 57–64, 2021, doi: 10.47233/rivet.v1i01.231.

EVALUASI FASILITAS PELAYANAN PEJALAN KAKI DI TERMINAL KALIDERES JAKARTA BARAT

Yudi Setiawan

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

Abstrak

Terminal merupakan salah satu bagian sistem transportasi yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang. Kenyamanan dan kecepatan pergerakan penumpang sangat menentukan kapasitas sebuah terminal. Terminal Kalideres merupakan Terminal Tipe A yang melayani angkutan umum AKAP, AKDP, Bus Tansjakarta dan Angkot. Kondisi terminal saat ini dengan area menaikkan dan menurunkan penumpang dilakukan di tempat yang sama membuat sirkulasi/alur pergerakan bus terjadi konflik dan menimbulkan kurangnya kenyamanan dan keamanan penumpang, belum teraturnya zona pelayanan yang menjadi keluhan penumpang dan Kapasitas parkir di dalam Terminal Kalideres juga masih diperlukan penataan kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui evaluasi sirkulasi dan parkir serta alternatif penataan parkir Terminal Kalideres.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode evaluasi sirkulasi dan parkir. Pengumpulan data primer dengan melakukan observasi di lapangan dan survey volume kendaraan keluar-masuk terminal serta durasi parkir kendaraan. Pengumpulan data sekunder berupa data operasional penumpang selama 2 tahun terakhir, data keluar-masuk kendaraan selama 2 tahun terakhir, data trayek BUS AKAP-AKDP dan Flow Kendaraan Eksisting Terminal Kalideres. Metode analisis data menggunakan perhitungan karakteristik parkir dan perhitungan kebutuhan ruang parkir.

Hasil penelitian dibutuhkan penambahan petak parkir sebanyak 4 SRP baru untuk parkir AKAP dengan luas lahan parkir sebesar 170 m² sehingga total lahan parkir AKAP akan seluas 4.137 m², sedangkan untuk AKDP dibutuhkan penambahan 35 SRP baru dengan luas lahan parkir sebesar 402,5 m² sehingga total lahan parkir seluas 1.147,99 m² dengan alternatif pembaharuan layout Terminal Kalideres dengan memisahkan antara area kedatangan penumpang, kendaraan penjemput dan angkot berada di zona terbuka (A), sedangkan area keberangkatan penumpang dan jalur keluar bus berada di zona tertutup (B).

Kata kunci: fasilitas, pejalan kaki, kalideres

1. PENDAHULUAN

Terminal merupakan salah satu bagian sistem transportasi yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang. Kondisi saat ini pada Terminal Kalideres disusun menyesuaikan daerah tujuan keberangkatan yang dibagi menjadi Lintas Jawa-Sumatera, Lintas Banten, dan Lintas Bogor-Sukabumi.

Dimana kondisi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dilakukan di tempat yang sama membuat sirkulasi/alur pergerakan bus terjadi konflik dan menimbulkan kurangnya kenyamanan dan keamanan penumpang. Begitupun dengan pihak pengelola terminal menjadi kesulitan dalam melakukan pengawasan kepada penumpang yang naik ataupun turun dari bus. Kondisi

manajemen parkir pada Terminal Kalideres juga belum memudahkan masyarakat dalam

kegiatan perpindahan orang dan/atau barang ke moda transportasi yang akan digunakan.

Belum maksimalnya fasilitas pejalan kaki jika ingin menyeberang dari satu tempat ke tempat lain harus sangat berhati-hati, karena tidak ada area khusus yang dapat digunakan untuk menyeberang dan banyak kendaraan yang melaju dengan cepat pada saat melintas. Ketika musim mudik tiba, yaitu pada saat libur lebaran dan libur tahun baru mengakibatkan meningkatnya jumlah penumpang yang memakai moda transportasi bus. Dengan meningkatnya jumlah penumpang, membuat bus mengantri dan memerlukan waktu lebih untuk sekedar menaikkan atau menurunkan penumpang.

Agar terwujud fungsi Terminal yang diharapkan dapat menunjang kebutuhan masyarakat akan transportasi serta dilengkapi dengan fasilitas terminal yang meliputi fasilitas

utama dan fasilitas penunjang yang memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan, maka Terminal Kalideres dalam penyelenggaraannya perlu dilakukan Evaluasi Fasilitas Pelayanan Terminal Kalideres Jakarta Barat Terhadap Sirkulasi dan Parkir.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian evaluasi. Penelitian ini selain bersifat evaluasi terhadap kondisi yang sudah ada juga menghasilkan besaran-besaran dalam bentuk angka yang bersifat kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan

Pada tahapan metodologi ini diperoleh variabel yang menjadi fokus analisis permasalahan yaitu penelitian alternatif penataan parkir di Terminal Kalideres. Setelah mengetahui jenis penelitian ini, maka metodologi yang digunakan dengan melakukan observasi di Terminal Kalideres kemudian menghitung karakteristik parkir dan kebutuhan ruang parkir di Terminal Kalideres.

2.2. Metode Analisis Data

Metode analisis data merupakan tahapan proses penelitian dimana data yang telah diperoleh dan dikumpulkan akan diolah dengan melakukan kajian dengan teori dan peraturan yang ada guna menjawab rumusan masalah. Adapun metode analisis berdasarkan peraturan sebagai berikut:

Metode Analisis Alternatif Penataan Parkir.

Membuat 2 (dua) alternatif penataan parkir yang kemudian akan dipilih satu alternatif yang akan dipakai sebagai alternatif yang lebih memungkinkan untuk dilaksanakan dalam waktu dekat.

Setelah melakukan pengamatan secara langsung, maka akan mendapatkan alternatif penyelesaiannya. Alternatif tersebut berupa alternatif disiplin antrian FIFO dan alternatif perubahan layout terminal sesuai dengan Peraturan Menteri Nomor 24 Tahun 20212 tentang Penyelenggaraan Terminal Penumpang Angkutan Jalan.

2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Hasil dari analisis alternatif penataan parkir adalah memilih salah satu alternatif terpilih dari 2 alternatif yang sudah di analisis. Pemutusan alternatif yang telah dipilih dapat mengatasi konflik antar kendaraan maupun antara kendaraan dengan penumpang di Terminal Kalideres agar terciptanya kondisi sirkulasi terminal yang aman dan nyaman baik untuk kendaraan maupun untuk penumpang yang ada di dalam terminal.

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

Analisis Alternatif PejalaKkaki

a. Alternatif 1

Melakukan disiplin antrian yang mana mendahulukan kendaraan yang sudah datang lebih awal akan keluar terminal lebih dulu atau mendahulukan kendaraan yang lebih penting untuk didahulukan. Dalam analisa berikut dilakukan dengan pendekatan system FIFO (First In First Out). Dengan metode FIFO ini akan dicari berapa jumlah lajur trayek yang dibutuhkan, jumlah kendaraan dalam sistim dan jumlah kendaraan dalam antrian.

Pada tabel 4.2 dengan rata-rata kedatangan AKAP = 4 menit/kendaraan, sehingga diperoleh tingkat kedatangan (λ) = $60/4 = 15$ kendaraan/jam dan diperoleh waktu pelayanan keberangkatan 14,9 menit sehingga tingkat pelayanan (μ) = $60 / 14,9 = 4$ kendaraan/jam. Menghitung kebutuhan jumlah lajur trayek (N) dengan memperhatikan nilai $\rho = \lambda/\mu$ apabila $\rho > 1$ maka akan terjadinya antrian. Nilai $\rho = \lambda/\mu = 15 / 4 = 3,8$ dengan hasil tersebut diketahui $3,8 > 1$, berarti jumlah lajur trayek minimal ada 4 lajur.

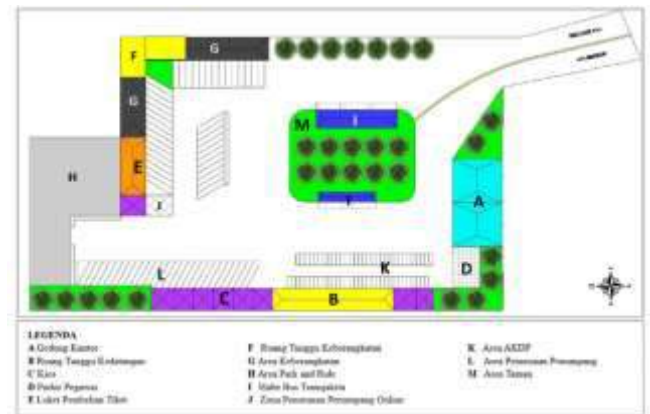
Jumlah kendaraan dalam sistem (n) = $\lambda / (\mu - \lambda)$, maka $\lambda/N = \lambda'$ menjadi $15/4 = 3,8$ atau 4 kendaraan. Jadi $n = \lambda' / (\mu - \lambda') = 4 / (4-4) = 4$ kendaraan/jam. Menentukan banyaknya kendaraan dalam antrian menggunakan rumus $q = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda) = 42 / 4 (4-4) = 16$ kendaraan/jam. Dapat disimpulkan dengan 4 lajur antrian dengan masing-masing 16 kendaraan/jam didalam antrian dengan total 64 kendaraan.

Dari lampiran 1 dengan rata-rata kedatangan AKDP = 0,48 menit per kendaraan, sehingga diperoleh tingkat kedatangan (λ) = $60 / 0,48 = 125$ kendaraan/jam dan diperoleh waktu pelayanan keberangkatan 6 menit sehingga tingkat pelayanan (μ) = $60 / 6 = 10$ kendaraan/jam. Menghitung kebutuhan Jumlah lajur trayek (N) dengan memperhatikan nilai $\rho = \lambda/\mu$ apabila $\rho > 1$ maka akan terjadinya antrian. Nilai $\rho = \lambda/\mu = 125 / 10 = 12,5$ dengan hasil tersebut diketahui $12,5 > 1$, berarti jumlah lajur trayek minimal ada 13 lajur.

Jumlah kendaraan dalam sistem (n) = $\lambda / (\mu - \lambda)$, maka $\lambda/N = \lambda'$ menjadi $125/13 = 9,6$ atau 10 kendaraan. Jadi $n = \lambda' / (\mu - \lambda') = 10 / (13-10) = 3,3$ atau 4 kendaraan/jam. Menentukan banyaknya kendaraan dalam antrian menggunakan rumus $q = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda) = 102 / 13 (13-10) = 2,6$ atau 3 kendaraan/jam. Dapat disimpulkan dengan 13 lajur antrian dengan masing-masing 3 kendaraan/jam didalam antrian dengan total 39 kendaraan.

b. Alternatif 2

Melakukan perubahan layout parkir Terminal Kalideres agar terciptanya sirkulasi parkir yang teratur. Dilakukan penataan untuk memisahkan antara area keberangkatan dan area kedatangan bus. Pada area lintas Jawa-Sumatera dijadikan area untuk parkir AKDP dan disebelah kirinya akan dijadikan area kedatangan penumpang yang telah melakukan perjalanan, sedangkan area keberangkatan diletakkan di area Bandung-Sukabumi dikarenakan posisi tersebut lebih dekat dengan pintu keluar terminal. Area AKDP yang lama akan dikosongkan dan digunakan menjadi jalan keluar kendaraan yang lebih luas. Perubahan layout Terminal Kalideres dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3.1 Layout Baru Terminal Kalideres



Gambar 3.2 Sirkulasi Layout Baru Terminal Kalideres

Sirkulasi baru Terminal Kalideres dibuat untuk mendekatkan penumpang yang turun di area kedatangan agar lebih dekat dan lebih mudah menuju moda selanjutnya. Penumpang dapat menuju ke ruang tunggu untuk menunggu jemputan atau dapat langsung menuju area park and ride atau area pickup ojek online yang telah disediakan. Area keberangkatan Terminal Kalideres diletakkan dekat dengan pintu keluar, yang dibagi dengan lintas Jawa, lintas Sumatera dan lintas Banten-Bogor-Sukabumi.

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

Analisis yang dilakukan menggunakan 2 alternatif, selanjutnya dipilih alternatif ke 2 (dua) yaitu dilakukan pemisahan antara area kedatangan penumpang, kendaraan penjemput dan angkot berada di zona terbuka (A), sedangkan area keberangkatan penumpang dan jalur keluar bus berada di zona tertutup (B). Alternatif ini akan mengurangi adanya konflik

antara kendaraan dengan penumpang, sehingga membuat penumpang merasa aman dan nyaman saat berada di area terminal seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 Alternatif ke 2 (dua) Layout Baru Terminal Kalideres

4. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan di Terminal Kalideres dengan mengobservasi secara langsung ke lapangan selanjutnya dilakukan analisis, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Sirkulasi bus AKAP dan AKDP harus dipisahkan dengan jalur angkot, selanjutnya jalur keberangkatan diletakkan di pintu keluar penumpang bus. Didapatkan lahan parkir eksisting seluas 3.477,39 m² (65%) dengan sirkulasi kendaraan seluas 1.872,44 m² (35%) dengan parkir untuk bus AKAP sebesar 2.086,43 m² sebanyak 49 SRP dan parkir area AKDP sebesar 1.043,22 m² sebanyak 91 SRP. Lahan parkir dibutuhkan penambahan petak parkir sebanyak 4 SRP baru untuk parkir AKAP dengan luas lahan parkir sebesar 170 m² sehingga total lahan parkir AKAP akan seluas 4.137 m², sedangkan untuk AKDP dibutuhkan penambahan 35 SRP baru dengan luas lahan parkir sebesar 402,5 m² sehingga total lahan parkir seluas 1.147,99 m². Kinerja operasional terminal menunjukkan bahwa load factor belum memenuhi standar pelayanan dengan nilai 25.02% untuk AKAP dan 29% untuk AKDP, sedangkan untuk frekuensi kendaraan yang masuk ke dalam terminal dalam kurun waktu 1 (satu) jam untuk kendaraan AKAP sebanyak 15

kendaraan dan untuk AKDP sebanyak 125 kendaraan.

2. Pada Terminal Kalideres perlu dilakukan pemisahan antara area kedatangan penumpang, kendaraan penjemput dan angkot berada di zona terbuka (A), sedangkan area keberangkatan penumpang dan jalur keluar bus berada di zona tertutup (B). Alternatif ini akan mengurangi adanya konflik antara kendaraan dengan penumpang, sehingga membuat penumpang merasa aman dan nyaman saat berada di area terminal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Iskandar, Abubakar Dkk (1995). Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib. Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Darat.
- Morlok, K.Edward. (1984). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi dan Komunikasi. Jakarta: Erlangga.
- Wohl and Martin. (1967). Traffic System Analysis for Engineers and Planners. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Hobbs, F.D. (1995). Traffic and Engineering, second edition. Terjemahan oleh Suprpto TM dan Waldijono. Yogyakarta: Gajah Mada Press.
- Pignataro, L. J. (1973). Traffic Engineering Theory and Practice. Englewood: Prentice Hall.
- Fauzi, A. (2022). Evaluasi Sirkulasi Dan Lapangan Parkir Pada Pelabuhan Penyebrangan Rasau Jaya Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat. Jakarta: ITBU.

KAJIAN KINERJA TURBIN AIR KAPASITAS 10 KW UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DAERAH BEROD PUNCAK GUNUNG CIREMAI DENGAN PIPA 6 INC, 8 INC DAN 10 INC

Srihanto.

Prodi Teknik Mesin , FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
srihanto58@gmail.com

Abstrak

Untuk mengurangi beban listrik nasional dan karena pasokan listrik yang belum mampu menjangkau daerah-daerah terpencil, dibangunlah turbin mikrohidro untuk memenuhi kebutuhan listrik di pos 1 Berod akses menuju puncak gunung ciremai. Dengan dibangunnya turbin mikrohidro, maka dibutuhkan analisa perhitungan untuk mengetahui kemampuan serta kapasitas maksimal turbin dalam memasok tenaga listrik. Turbin pelton adalah salah satu dari jenis turbin air yang paling efisien. Turbin Pelton terdiri dari satu set sudu jalan yang diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih alat yang disebut nosel. Tujuan penelitian untuk mengetahui kinerja atau kemampuan turbin yang terpasang tersebut. Metode penelitian dilakukan langsung ke lokasi daerah Berod guna mendapatkan data awal untuk kemudian dilakukan dengan analisa perhitungan dengan rumus-rumus kinerja turbin pelton dari buku referensi dan aplikasi web. Setelah dilakukan analisa perhitungan dari diameter pipa sebesar 6 inch dengan kecepatan turbin sebesar 340 rpm, didapat hasil Analisa laju aliran $Q = 0,195 \text{ m}^3/\text{s}$, daya $N = 11,466 \text{ kW}$, kecepatan spesifik $N_s = 65 \text{ rpm}$, Efisiensi Turbin = 29 %. Sedangkan untuk pipa berdiameter 8 inch dengan kecepatan turbin sebesar 388 rpm didapat hasil Q (debit air) = $0.346 \text{ m}^3/\text{s}$, daya $N = 20,345 \text{ kW}$, kecepatan $N_s = 84.7 \text{ rpm}$, Efisiensi Turbin = 20.6 %. Dan untuk pipa diameter 10 inch dengan kecepatan turbin sebesar 436 rpm didapat hasil laju aliran $Q = 0.541 \text{ m}^3/\text{s}$, daya turbin $N = 31.81 \text{ kW}$, kecepatan spesifik $N_s = 97,5 \text{ rpm}$, Efisiensi turbin Pelton = 13.8 %.

Kata kunci : turbin pelton, kinerja diameter efisiensi

1. PENDAHULUAN.

Salah satunya pembangkit listrik tenaga air yang terletak di kaki gunung ciremai merupakan hasil dari swadaya masyarakat untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik daerah. Pasokan listrik yang ada saat ini, hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan beberapa wilayah di pos 1 berod. Namun, berdasarkan pada Rencana Ketenagalistrikan Nasional (RKN) yang mengedepankan pada prinsip efisiensi dan efektifitas nasional, maka pembangkit listrik yang ada saat ini sebaiknya digunakan pula untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik wiayah-wilayah disekitar pos 1 berod. Pemerintah daerah memberikan perhatian lebih untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di pulau-pulau terluar melalui implementasi natasehinggaseluruh lapisan masyarakat mendapat akses listrik (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2015)

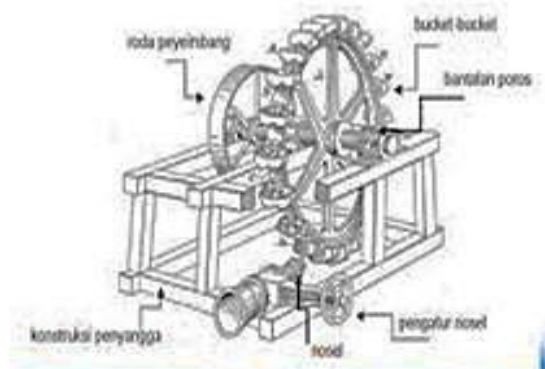
Pasokan listrik yang ada belum tentu memenuhi kebutuhan listrik untuk wilayah sekitarnya, hal itu dipengaruhi oleh banyaknya jumlah penduduk yang ada di wilayah tersebut dan luasnya daerah yang

akan dialiri listrik. Maka, untuk memastikan kebutuhan listrik di wilayah pos 1 Berod, dibutuhkan perhitungan dengan estimasi-estimasi yang cukup luas, sehingga pasokan pembangkit listrik yang ada mampu memenuhi kebutuhan listrik di pos 1 berod. Selain itu, efisiensi dan kecepatan spesifik turbin juga mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh turbin, sehingga pasokan listrik untuk daerah dapat ditentukan pula oleh efisiensi dan kecepatan spesifik turbin. Oleh karena itu, diperlukan analisa serta perhitungan yang lebih jelas untuk mengetahui daya maksimal turbin, yang dapat menghasilkan pasokan listrik untuk digunakan sebagai penerangan di wilayah pos 1 berod. Untuk menentukan kinerja Turbin tersebut penelitian dilakukan dengan menggunakan pipa pesat 6 inc, 8 inc dan 10 inc.

1.1.Pengertian Turbin

Turbin adalah mesin penggerak, dimana energi fluida kerja dipergunakan langsung untuk memutar roda turbin. Bagian turbin yang berputar dinamai rotor atau roda turbin., sedangkan bagian yang tidak berputar dinamai

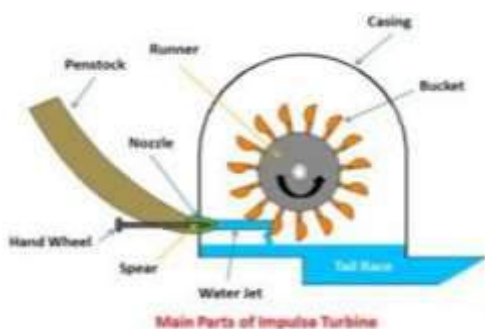
stator atau rumah turbin. Roda turbin terletak di dalam rumah turbin memutar poros daya yang menggerakkan atau memutar bebannya (generator listrik, pompa, kompresor, baling-baling atau mesin lainnya). Di dalam turbin fluida kerja mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan, dan mengalir secara kontinu. Fluida kerjanya dapat berupa air, uap air, atau gas (Arismunandar, Wiranto. 2004).



Gambar 1. Turbin air. (<https://www.slideshare.net/slideshow/turbin-air-diunduh-11-6-24>)

1.2. Prinsip Kerja Turbin

Pada roda turbin terdapat sudu dan fluida kerja mengalir melalui ruang diantara sudu tersebut. Apabila kemudian ternyata bahwa roda turbin dapat berputar, maka tentu ada gaya yang bekerja pada sudu. Gaya tersebut timbul karena terjadinya perubahan momentum dari fluida kerja yang mengalir diantara sudu. Jadi, sudu haruslah dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat terjadi perubahan momentum pada fluida kerja tersebut. (, Arismunandar, Wiranto. 2004).



Gambar 2. Instalasi Turbin.

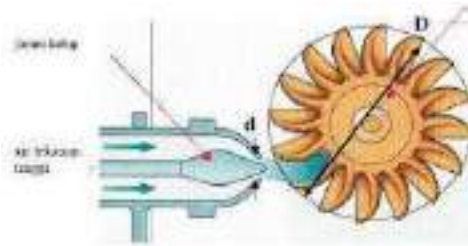
(<https://zonaebt.com/hidro/inilah-jenis-jenis-turbin-air-11-6-24>)

1.3. Komponen turbin air terdiri dari bagian **rotor dan stator**. Rotor adalah bagian pada sistem turbin air yang berputar dan stator adalah bagian pada sistem turbin air yang tidak bergerak atau statis. fluida menjadi energi mekanik putaran. Bagian yang berputar adalah poros, sudu-sudu dan bagian stator adalah sudu tetap, *Nozzel*, pipa *penstock*, *casing* turbin.

Sudu-sudu Turbin *Sudu* yang berada di sekeliling runner memiliki fungsi untuk menangkap energi kinetik yang dihasilkan dari jatuhnya *air* di *sudu* sehingga berubah menjadi energi mekanis (putar). Pada permukaan roda turbin dipasang sudu-sudu, sudu tersebut bergerak bersama-sama dengan roda turbin, maka sudu tersebut dinamai sudu gerak. Turbin dengan satu baris sudu gerak saja dinamai turbin bertingkat tunggal. Sedangkan turbin dengan beberapa baris sudu gerak dinamai turbin bertingkat ganda. Dalam hal tersebut terakhir fluida kerja mengalir melalui baris sudu yang pertama, kemudian baris kedua, ketiga dan seterusnya. Tetapi sebelum mengalir ke setiap baris sudu berikutnya, fluida kerja melalui baris sudu yang bersatu dengan rumah turbin. Oleh karena sudu tersebut terakhir tidak bergerak berputar, sudu tersebut dinamai sudu tetap. Sudu tetap berfungsi mengarahkan aliran fluida kerja masuk kedalam sudu gerak berikutnya, tetapi juga dapat berfungsi sebagai nosel (Arismunandar, Wiranto. 2004).

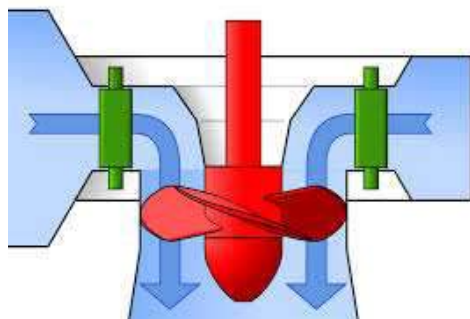
1.4. Jenis-jenis Turbin air adalah turbin impuls dan turbin reaksi

Turbin Impuls adalah Yang dimaksud dengan turbin impuls adalah turbin air yang cara bekerjanya dengan merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial + tekanan + kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi puntir. Jenis dari turbin impuls adalah turbin Pelton, turbin Turgo dan turbin *Crossflow* (Arismunandar, Wiranto. 2004).



Gambar 3 Turbin Impuls (Sumber , <https://repository.uir.ac.id/4867/3/Bab%20II.pdf>, diunduh 11-6-24)

Sedang turbin reaksi adalah Turbin reaksi adalah turbin yang memanfaatkan energi potensial untuk menghasilkan energi gerak. Sudu pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Yang termasuk turbin reaksi adalah Turbin Francis, turbin Propeller. (Arismunandar, Wiranto 2004).



Gambar 4. turbin Propeler (Sumber :

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Propeller_Turbine_2.svg,11-6-24)

1.5. Pembangkit Listrik tenaga Air (PLTA) adalah pembangkit yang mengandalkan energi potensial dan kinetik dari air untuk menghasilkan energi listrik. Cara kerja PLTA adalah Sistem kerjanya adalah dengan memanfaatkan arus aliran air dari sungai kemudian di tampung pada sebuah dam (bendungan) dengan ketinggian tertentu, yang kemudian dialirkan pada suatu rangkaian pipa menuju turbin sehingga dapat memutar turbin agar energi potensial air dapat diubah menjadi energi kinetik atau tenaga putar, sehingga dapat memutar generator dan menghasilkan listrik. Klasifikasi PLTA : (sumbar : <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=jenis+PLTA>,11-6-24)

- 1) PLTA Mikro, kapasitas listrik yang dihasilkan < 100 kW,
- 2) PLTA Mini, kapasitas listrik yang dihasilkan 100-999 kW,
- 3) PLTA Kecil, kapasitas listrik yang dihasilkan 1000-10.000 kW,
- 4) PLTA Besar, kapasitas listrik yang dihasilkan > 10.000 kW.

1.6 Dasar Perhitungan Turbin Air.

1). Energi yang paling banyak digunakan adalah energi potensial air, yaitu energi yang dimiliki air ketika air dialirkan dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah, (Arismunandar, Wiranto. 2004).

$$E_p = \rho \cdot x \cdot g \cdot h \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- Ep = Energi potensial air (kJ)
- ρ = massa jenis air (kg/m³)
- g = Percepatan gravitasi bumi(m/dt²)
- h = Tinggi relatif terhadap permukaan bumi (m)

2) Daya Turbin adalah daya yang dihasilkan dari turbin (P):

$$P = g \cdot Q \cdot h \dots\dots\dots(2)$$

Jika dihubungkan dengan efisiensi, maka :

$$P = \eta \cdot g \cdot Q \cdot h \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

- P = Daya (kW)
- η = Efisiensi (%)
- g = Percepatan gravitasi (m/dt²)
- Q = Debit air (m³/dt)
- H = Tinggi relative (m)

3).Hukum Bernoulli adalah jumlah tekanan, energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume memiliki nilai yang sama di setiap titik aliran fluida ideal. Dengan persamaan.(Arismunandar, (Wiranto 2004)

$$P + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{konstan} \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

- P = Tekanan (Pascal)
- v = kecepatan (m/s)
- ρ = massa jenis fluida (kg/m³)
- h = ketinggian (m)
- g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

4) Debit aliran air

Debit aliran melalui satu satuan homolog dapat dihubungkan dengan dengan tinggi tekan h

dan luas penampang A sebagai berikut ,
(Ediwan, 2017))

$$Q = Cd.A. \sqrt{2.g.h} \dots \dots \dots (5)$$

dimana

- Q = debit air
- A = luas penampang
- g = percepatan grafitasi
- h = tinggi tekan air
- Cd = koefisien debit yang bervariasi terhadap bilangan Reynold

5). Bilangan Reynolds (Re) adalah nilai tak berdimensi yang digunakan untuk menentukan apakah fluida mengalami aliran laminar (R kurang dari 2300) atau aliran turbulen (R lebih besar dari 4000). Besar Bilangan Reynolds adalah :

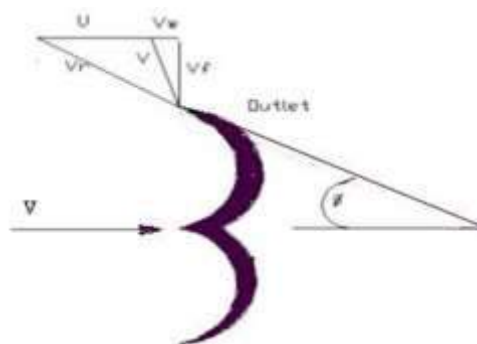
$$Re = \frac{vdp}{\mu}$$

atau $Re = \frac{vd}{\nu} \dots \dots \dots (6)$

dimana :

- V = Kcepatan aliran (m/dt)
- Dp = diameter dalam pipa (m)
- ν = Viscositas kenematis .(m²/s)

6).Segitiga Kcepatan . yaitu dasar kinematika dari aliran fluida yang menumbuk sudu turbin. Dengan pemahaman segitiga kecepatan akan sangat membantu dalam pemahaman proses konversi enegi pada sudu sudu turbin air.



Gambar 5 Segitiga Kcepatan
(Sumber : Aris mnandar, Wiranto 2004)

$$V = Vr + U , Vw = V \text{ dan } Vf = 0$$

Keterangan :

- U = kecepatan tangensial sudu
- D = Diameter roda Pelton

- V = kecepatan jet dari nosel (inlet)
 - θ = sudut sudu pada ujung outlet. sudut belok atau bias atau sudut deviasi = (180 - θ)
 - Vw = Kcepatan relative
 - Vr = Kcepatan absolut
 - Cd = koefisien debit yang bervariasi terhadap bilangan Reynold (1-4%)
- Kecepatan Jet adalah :

$$V = Cd. \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (7)$$

6).Menentukan Debet Aliran (Q)
(Ediwan 2017):

$$Q = A.V \dots \dots \dots (8)$$

dimana :

- A = penampang permukaan = (1/4 πD^2) (m²)
- D = diameter pipa (m)

7).Kecepatan tangensial =

$$U = \frac{\pi.d.n}{60} \dots \dots \dots (9)$$

dimana

- d = diameter pipa (m)
- n = putaran turbin (rpm)

8).Dengan memperhitungkan kecepatan tangensial maka dapat diketahui daya turbin sebagai berikut :

$$P = \frac{U(V-U)(1+\cos Q)}{g} \dots \dots (10)$$

Dimana :

- U = keepatan tangensial.(m/dt)
- V = kecepatan nozzle.(m/dt)
- Cos Q = Sudut kemiringan sudu.

9). Menentukan daya Air (Aris Munandar, Wiranto 2004)

$$N = g.Q.H \dots \dots \dots (11)$$

dimana :

- Q = kapasitas aliran (m³/dt)
- H = ketinggian air (m)
- g = grafitasi (m/dt²)

10). Efisiensi Turbin Pelton (Wiranto Aris munandar. 2004)

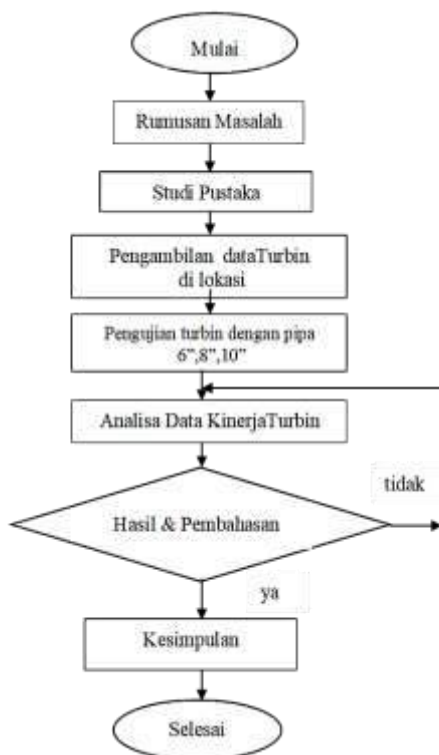
$$\eta = \frac{P}{N} \times 100\% \dots \dots \dots (12)$$

dimana :

- P = daya turbin (kW)
- N = daya air (kW)

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian Kajian Kinerja Turbin air ini di tuangkan bentuk kerangka pemikiran yang sistematis dalam bentuk diagram alir penelitian sebagai mana berikut :



Gambar 6. Diagram alir (flow diagram)
Kajian Kinerja Turbin Air.
Sumber : Penelitian Mandiri

2.2 Data hasil peninjauan langsung ke lokasi bangunan turbin adalah sebagai berikut :

- Kapasitas Generator: 10 kW, 230 Volt
- Panjang pipa : 33,5 m
- Diameter pipa : 6 inch
- Jumlah baling-baling turbin : 24 buah
- Tinggi kolam penenang : 6 m
- Daya yang dihasilkan : 300 Watt – 400 Watt
- Bahan pipa PVC: 6”, 8” dan 10”
- Jenis Turbin :Kaplan.

Spesifikasi Generator Type 10 Merk X.

- Daya maximum : 110 kW
- Tegangan : 230 V
- Arus : 4,3 A
- Frequensi : 50 HZ
- Putaran : 1500 rpm
- CosQ : 1,0
- Phase : 1.

3. . HASIL DAN PEMBAHASAN.

Untuk menentukan kinerja turbin dengan pipa pesat 6”, 8”, dan 10 ‘ maka perlu dilakukan dengan menguji turbin di lokasi. Hasil pengujian di lokasi didapatkan data sebagaimana tertulis di table 3.1 yaitu :

Tabel 1 Hasil Percobaan Turbin air dengan pipa 6”,8” dan 10” terhadap putaran turbin.

No	Diameter pipa (inc)	Putaran Turbin (rpm)
1	6	340
2	8	388
3	10	436

(Sumber hasil pengamatan)

3.1. Analisa kinerja Turbin pelton dengan pipa pesat 6 inc.:

1).Menentukan energi potensial (.E) :

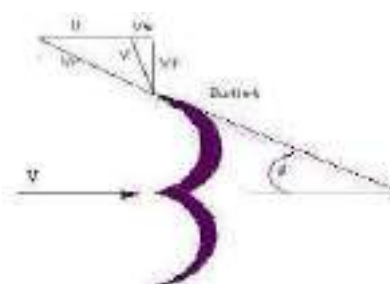
Energi potensial yaitu enegi yang dihasilkan dari aliran air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, ditentukan dengan (persamaan 1):

$$\begin{aligned}
 E &= \rho .g.h \\
 &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 6 \text{ m} \\
 &= 58800 \text{ Nm atau } 58,8 \text{ kJ.}
 \end{aligned}$$

2).Menentukan kecepatan aliran air menuju Nozzel (V) (persamaan 7):

$$\begin{aligned}
 V &= C_v \sqrt{2gh} \\
 \text{dimana:} \\
 C_v &= 0.985 \\
 V &= 0.985 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times 6} \\
 V &= 10,68 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

3).Segitiga Kecepatan Turbin Pelton :



Gambar 7. Segitiga kecepatan aliran fluida masuk utrbin .
(Sumber : Aris munandar, Wiranto 2004)

**4).Menentukan Debit Aliran (Q)
(persamaan 8):**

$$Q = A \cdot V$$

dimana:

$$Q = (1/4 \pi D^2) \times V$$

$$D = 6 \text{ inc atau } = 0,1524 \text{ m}$$

$$Q = (1/4 \times 3,14 \times (0,1524)^2 \times 10,681$$

$$= 0,195 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

**5).Menentukan Kecepatan tangensial (U
(persamaan 9)):**

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}$$

dimana :

D = diameter diameter pipa masuk.(0,1524)

n = putaran turbin (340 rpm)

$$U = \frac{3,14 \cdot (0,1524) \times 340}{60}$$

$$= 2,71 \text{ rad/dt}$$

**6).Mnentukan daya turbin teoritis
sebagai berikut (persamaan 10):**

$$P = \frac{(U)(V-U)(1+\cos Q)}{g}$$

Dimana:

sudut Cos Q = 45⁰

$$P = \frac{(2,71)(10,68-2,71)(1+\cos 45)}{9,8}$$

$$P = 3,36 \text{ kW}$$

7).Menentkan daya Air (persamaan 11)

$$N = g \cdot Q \cdot H.$$

$$= 9,8 \times 0,195 \times 6$$

$$N = 11,47 \text{ kW}$$

**8).Efisiensi Turbin Pelton
(persamaan 12)**

$$\eta = \frac{P}{N}$$

$$= \frac{3,361}{11,466} \times 100\%$$

$$\eta = 29 \%$$

**9).Menentukan Kecepatan Spesifik
(Kusnandar. Achmad. (2008).**

Menurut data diatas maka kecepatan spesifik turbin Pelton dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$N_s = \frac{n \sqrt{P}}{h^{5/4}}$$

$$= \frac{340 \sqrt{3,361}}{6^{5/4}}$$

$$N_s = 65 \text{ rpm}$$

3.2. Dengan menganalisa kinerja turbin seperti cara yyang sama pada sub bab 3.1. namun dengan diameter pipa masuk 8 inc dan 10 inc, maka didapat hasil analisa seperti yang ditampilkan pada table 3.2 dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Analisa kinerja turbin dengan diameter pipa 6 inc, 8inc dan 10 inc.

No	Komponen	Pipa 6 inc	Pipa 8 inc	Pipa 10 inc.
1	Putaran Turbin n (rpm)	340	388	436
2	Energi Potensia E (kJ)	58,8	58,8	58,8
	Kecepatan aliran V (m/dt)	10,68	10,68	10,68
3	Debit aliran Q (m ³ /dt)	0,195	0,346	0,541
4	Kecepatan tangensial U (rad/dt)	2,71	4,13	5,80
5	Daya teoritis turbin P (kW)	3,36	4,21	4,41
6	Daya Air masuk Turbin N (kW)	11,47	20,35	31,81
7	Kecepatan spesifik Ns (rpm)	65	20,6	97,5
8	Efisiensi η (%)	29	20,6	13,8

(Sumber hasil analisa mandiri)

3.3. Pembahasan :

1) Dari hasil Analisa putaran turbin diperoleh hasil bahwa dengan aliran pipa

masuk berukuran 6 inc menghasilkan putaran 340 rpm, sedang pada ukuran pipa 8 inc 388 rpm dan pada pipa 10 inc menghasilkan putaran 436 rpm . dengan ukuran pipa masuk yang berbeda menghasilkan putaran yang berbeda pula.

- 2) Dari hasil Analisa kapasitas aliran diperoleh hasil bahwa dengan aliran pipa masuk berukuran 6 inc menghasilkan debit air 0,195 m³/dt, , sedang pada ukuran pipa 8 inc 0,346 m/dt sedang pada pipa 10 inc menghasilkan debit aliran 0,541 m³/dt. dengan ukuran pipa masuk yang berbeda menghasilkan maka menghasilkan debit air yang berbeda.
- 3) Dari hasil Analisa daya teoritis turbin diperoleh hasil bahwa dengan aliran pipa masuk berukuran 6 inc menghasilkan daya turbin 3,36 kW , sedang pada ukuran pipa 8 inc 4,21kW, sedang pada pipa 10 inc menghasilkan daya teoritis turbin 4,41 kW. dengan ukuran pipa masuk yang berbeda menghasilkan maka menghasilkan daya turbin yang berbeda.
- 4) Dari hasil Analisa daya air masuk diperoleh hasil bahwa dengan aliran pipa masuk berukuran 6 inc menghasilkan daya air 11,47 kW , sedang pada ukuran pipa 8 inc 20,35kW, sedang pada pipa 10 inc menghasilkan daya air 31,81 kW. dengan ukuran pipa masuk yang berbeda menghasilkan maka menghasilkan daya air yang berbeda.
- 5) Dari hasil Analisa efisiensi turbin diperoleh hasil bahwa dengan aliran pipa masuk berukuran 6 inc menghasilkan efisiensi 29 %, sedang pada ukuran pipa 8 inc 20,6 %, sedang pada pipa 10 inc menghasilkan efisiensi 13,8%. dengan ukuran pipa masuk yang berbeda menghasilkan maka menghasilkan daya efisiensi yang berbeda.

4. KESIMPULAN .

Dari hasil analisa kinerja turbin dengan variasi pipa masuk yang berbeda yaitu pipa 6inc, 8inc,dan 10 inc. dapat di simpulkan sebagai berikut

- 1). Hasil Analisa daya turbin diperoleh hasil masuk berukuran 6 inc menghasilkan daya turbin 3,36 kW , pipa 8 inc : 4,21kW dan pipa 10 inc menghasilkan daya turbin 4,41 kW. Maka dapat disimpulkan makin besar pipa masuk makin besar pula daya torbin yang di hasilkan.

2) Hasil Analisa daya air hasil pipa masuk 6 inc menghasilkan daya air 11,47 kW , sedang pada pipa 8 inc 20,3 5kW, sedang pada pipa 10 inc menghasilkan daya air 31,81 kW. Maka dapat di simpulkan bahwa makin besar pipa masuk makin besar pula daya air.

3) Hasil Analisa efisiensi turbin pipa masuk 6 inc menghasilkan efisiensi 29 %, pipa 8 inc 20,6 %, dan pipa 10 inc menghasilkan efisiensi 13,8%. Maka dapat disimpulkan makin besar ukuran pipa masuk makin kecil efisiensinya .

5. DAFTAR PUSTAKA ;

- Arismunandar, Wiranto. 2004, Penggerak Mula Turbin. Bandung : ITB (Institut Teknologi Bandung)
- Ediwan, 2017, Modul Kuliah .Mekanika Fluida ,Teknik Mesin ITBU Jakarta
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2015). Rencana Ketenagalistrikan Nasional. RUKN 2015-2034. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kusnandar. Achmad. (2008). Pengkajian Sumber Tenaga Listrik Alternatif. Bandung. CV Arvino Raya.
- PLTA, 2022.
<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=PLTA+adalah,11-6-24>
- Slide share Net.2002.
(<https://www.slideshare.net/slideshow/turbin-air-diunduh-11-6-24>)
- UIR.Repositori 2022.
(<https://repository.uir.ac.id/4867/3/Bab%20II.pdf>, diunduh 11-6-24)
- Wiki Media, 2022.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Propeller_Turbine_2.svg,11-6-24

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI *INVENTORY* DEPARTEMEN *IT SUPPORT* DI PT THE MASTER STEEL MANUFACTORY

Aji Nurrohman

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

Abstrak

Teknologi telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai aspek perkembangan bisnis, termasuk teknologi informasi. Manajemen inventaris dalam suatu perusahaan sangat penting untuk pengelolaan inventaris dan manajemen transaksi yang efisien. Persediaan, atau inventaris, mengacu pada barang fisik atau material yang digunakan dalam waktu atau tempat tertentu. PT The Master Steel Manufactory memiliki departemen IT Support yang menangani segala permasalahan teknologi informasi di dalam perusahaan. Departemen IT *Support* menggunakan metode penelitian kualitatif untuk memahami isu-isu sosial dan menganalisis data yang dikumpulkan dari lokasi penelitian. Sistem diimplementasikan sebagai suatu program atau unit program, dengan menggunakan Apache sebagai web server dan MySQL sebagai database. Perangkat lunak ini dirancang agar mudah digunakan serta memungkinkan kinerja dan efisiensi yang lebih baik. Sistem juga dirancang dengan bahasa pemrograman berbasis web yaitu PHP sehingga memudahkan dalam pengaksesan dari berbagai platform.

.Kata kunci: analisis, perancangan sistem, sistem informasi, *inventory*, *it support*

1. PENDAHULUAN

Penerapan *inventory* pada perusahaan berkaitan erat dengan kegiatan pengumpulan data tentang *aktivitas* serta transaksi masuk keluarnya barang atau produk dari suatu perusahaan atau pelaku usaha. Sehingga, peranan *inventory* sangat dibutuhkan untuk memudahkan pencatatan dan pengelolaan transaksi daripada pencatatan dengan cara manual. *Inventory* atau biasa disebut dengan persediaan adalah simpanan barang atau produk mentah, material atau barang jadi yang disimpan untuk digunakan dalam masa mendatang atau dalam kurun waktu tertentu.

PT The Master Steel Manufactory merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang produksi baja. Di dalam PT The Master Steel Manufactory terdapat departemen *IT Support* yang bertanggung jawab untuk menangani semua masalah teknologi informasi di perusahaan. Salah satu tugas utama departemen ini adalah untuk memastikan bahwa semua perangkat yang berada di perusahaan berjalan dengan lancar dan efisien. Untuk persediaan barang pada bagian ini masih menggunakan metode manual sehingga rentan terhadap kesalahan.

2. METODOLOGI

2.1 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dilakukan agar mendapatkan proses pengarahan sehingga pemikiran menjadi terstruktur dan dapat bekerja dengan baik. kerangka penelitian yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif, dimana metode ini merupakan bagian dari pemecahan masalah dengan memberikan jawaban atas suatu permasalahan dan memperoleh informasi yang lebih luas.

Adapun diagram alir, bagan alir, atau bagan arus yang merupakan sebuah jenis diagram yang mewakili algoritma, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol-simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah. Diagram ini mewakili ilustrasi atau penggambaran penyelesaian masalah.



Gambar 1 : Model Waterfall
Sumber : Hasil Penelitian

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem penelitian ini adalah SDLC (*Software Development Life Cycle*) dengan model Waterfall. SDLC adalah kependekan dari *Systems development life cycle* atau dalam Bahasa Indonesia disebut siklus hidup pengembangan sistem. SDLC

adalah siklus yang digunakan dalam pembuatan atau pengembangan sistem informasi yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah secara efektif. SDLC menjadi kerangka yang berisi langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memproses pengembangan suatu perangkat lunak. Sistem ini berisi rencana lengkap untuk mengembangkan, memelihara, dan menggantikan perangkat lunak tertentu. SDLC juga berfungsi membagi peranan dan tanggung jawab yang jelas antara pengembang, desainer, analis bisnis, dan manajer proyek. Selain itu, SDLC juga dapat memberikan gambaran input dan output yang jelas dari satu tahap menuju tahap selanjutnya. Salah satu SDLC yang paling sering digunakan dalam pengembangan sistem yaitu SDLC Waterfall. Model waterfall disebut juga model klasik, memiliki beberapa tahap utama, yaitu analisis dan rekayasa sistem, perancangan, penulisan program, pengujian, dan pemeliharaan.



Gambar 2 : Metode Waterfall
Sumber : Hasil Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Sistem Berjalan

Berdasarkan dari hasil analisis/pengamatan dan observasi yang telah dilakukan pada divisi IT *support* di PT The Master Steel Manufactory, berikut merupakan sistem keluar masuk barang sehingga pembuatan laporan mengenai barang keluar masuk dan pelaporan persediaan barang menggunakan aplikasi *inventory* :



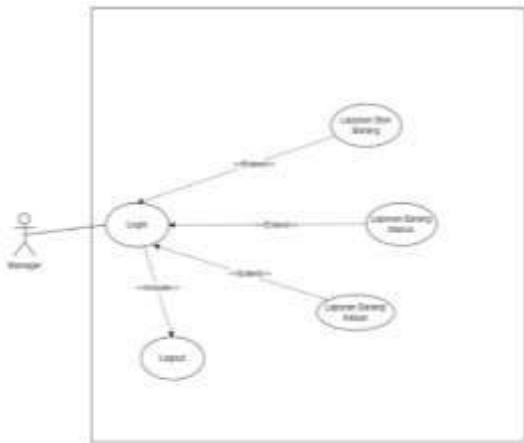
Gambar 3 : Analisis Sistem Berjalan
Sumber: hasil penelitian

3.2 Usecase Diagram

Diagram yang menjelaskan aktivitas sistem yang akan di bangun dan berinteraksi. Dimana dalam merancang *Use Case* diagram dibutuhkan beberapa tahap yaitu identifikasi aktor, identifikasi *Use Case*, pemodelan *Use Case*, dan narasi *Use Case*.

Adapun langkah-langkah dalam membuat *Use Case* diagram sebagai berikut:

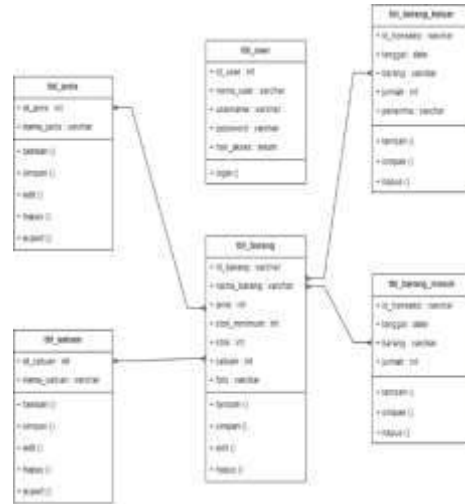
1. Identifikasi Aktor
2. Identifikasi *Use Case Diagram*
3. *Use Case Diagram*
4. *Use Case Scenario*



Gambar 4 : Usecase Diagram
Sumber : Hasil Penelitian

3.3 Class Diagram

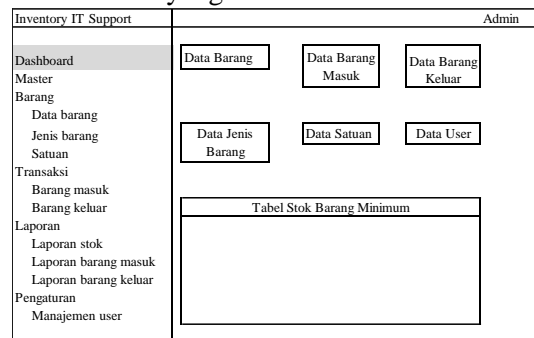
Tahapan awal dalam menyusun desain yaitu dengan menggunakan class diagram. Dimana class diagram menggambarkan tentang struktur objek dari sebuah sistem, berikut merupakan diagram class dari sistem informasi *inventory* barang pada *IT Support* di PT The Master Steel Manufactory:



Gambar 5 : Class Diagram
Sumber : Hasil Penelitian

3.4 Perancangan Interface

Perancangan interface merupakan tampilan antarmuka yang kan dibuat sebagai acuan dalam membangun website sistem informasi *inventory* barang *IT Support* di PT The Master Steel Manufactory. Sebelum masuk ke dalam sistem, desain awal yaitu tampilan login, berikut desain yang telah dibuat :



Gambar 6 : Desain Tampilan Admin
Sumber : Hasil Penelitian

3.5 Implementasi

Dalam mengimplementasikan sistem *inventory* barang peneliti menggunakan PHP versi 8.1.23 dan menggunakan PHPmyAdmin sebagai database sistem.

Tampilan akhir dari sistem *inventory* barang yang sudah selesai dibangun dengan berbasis *website* yang dibagi menjadi tiga yaitu untuk admin, manager dan user. Berikut merupakan spesifikasi kebutuhan dari sistem *inventory* :



Gambar 6 : Tampilan Halaman Admin
Sumber : Hasil Penelitian

Tangerang, “Analisis Bahan Ajar,” *J. Pendidik. dan Ilmu Sos.*, vol. 2, no. 2, pp. 311–326, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>

Z. Nawawi and C. Shafira Ulfa, *Sistem Informasi Manajemen*. Jawa Tengah: Lakeisha, 2022. [Onlin

4. KESIMPULAN

1. Sistem informasi *inventory* barang yang telah dibangun dapat membantu IT *Support* pada PT The Master Steel Manufactory dalam memantau sistem persediaan barang dengan lebih efektif dengan menunjang aktivitas penyimpanan, memudahkan dalam proses pencatatan, pengelolaan stok barang dan dapat menghemat waktu dan tenaga sehingga meminimalisir kelebihan dan kekurangan stok barang dengan adanya sistem yang baru.
2. Sistem informasi *inventory* barang dibangun dengan basis web menggunakan bahasa pemrograman PHPmyAdmin sebagai database sistem agar lebih mudah diakses dari berbagai macam *platform* yang hanya membutuhkan browser.

5. DAFTAR PUSTAKA

- L. A. Abdillah *et al.*, *Aplikasi Teknologi Informasi: Konsep Dan Penerapan*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020. [Online]. Available:
- E. Mufida, E. Rahmawati, and H. Hertiana, “Rancang Bangun Sistem Informasi *Inventory* Pada Salon Kecantikan,” *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 3, pp. 99–102, 2019.
- S. Aji and D. Pratmanto, “Sistem Informasi *Inventory* Barang Menggunakan Metode Waterfall,” *Indones. J. Softw. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 93–99, 2021, doi: 10.31294/ijse.v7i1.10601.
- I. Magdalena, T. Sundari, S. Nurkamilah, D. Ayu Amalia, and U. Muhammadiyah

REVIEW TEBAL PERKERASAN KAKU PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CIMANGGIS – CIBITUNG SEKSI 2 STA. 47+719 – STA. 50+084 DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017 DAN AASHTO 1993

Ike Oktaviani

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

Abstrak

Didalam suatu perencanaan perkerasan jalan memiliki standar yang sudah ditentukan yaitu dimana lapisan memiliki syarat kekuatan, ketebalan, kestabilan dan kekakuan yang berfungsi untuk menyalurkan beban lalu lintas yang berada diatas perkerasan jalan sampai menuju ke tanah dasar dengan aman. Sehingga diperlukan penelitian tentang *Review* Tebal Perkerasan Kaku pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Cimanggis – Cibitung Seksi 2 Sta. 47-719 – Sta. 50-084 dengan Metode Bina Marga Model Desain Perkerasan Jalan 2017 dan AASHTO 1993. Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan analisis tebal perkerasan kaku pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung seksi 2 sta. 47+719 – sta. 50+084, maka dapatkan kesimpulan sebagai berikut : Hasil dari perhitungan analisis tebal perkerasan kaku pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung seksi 2 sta. 47+719 – sta. 50+084 : Metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 didapat sebesar 30 cm, tebal lapis pondasi atas berupa beton kurus sebesar 10 cm, dan tebal lapis pondasi bawah berupa aggregate kelas A sebesar 15 cm. Dari hasil tebal perkerasan yang didapat, ruji dowel yang digunakan berdiameter 38 mm dengan panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm. Serta tulangan pengikat menggunakan diameter 1/2 in dengan panjang 650 mm dan jarak antar tulangan 650 mm. Metode AASHTO 1993 didapat sebesar 32 cm, tebal lapis fondasi atas berupa beton kurus sebesar 10 cm, dan tebal lapis bawah berupa aggregate kelas A sebesar 15 cm. Dari hasil tebal perkerasan yang didapat, ruji dowel (konstraction joint) yang digunakan berdiameter 38 mm dengan panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm. Serta tulangan pengikat menggunakan diameter 1/2 in dengan panjang 650 mm dan jarak antar tulangan 650 mm. Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan yang sudah dilakukan menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu dengan perhitungan metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 tebal pelat beton yang didapat sebesar 30 cm, sedangkan pada perhitungan metode AASHTO 1993 tebal pelat beton yang didapat sebesar 32 cm. Maka untuk perkerasan kaku rencana Jalan Tol Cimanggis – Cibitung Sta. 47+719 – Sta.50+084 menggunakan tebal 32 cm dengan mempertimbangkan kondisi paling ekstrim

Kata kunci : Jalan Tol , Perkerasan Jalan, Metode AASHTO.

1. PENDAHULUAN

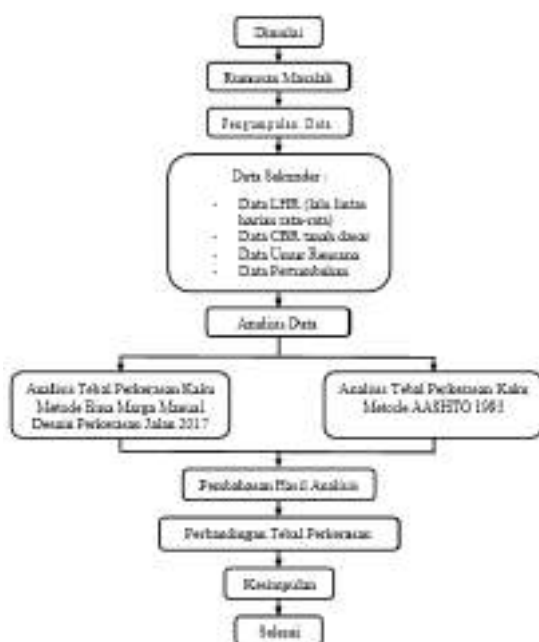
Jalan tol merupakan salah satu pilihan untuk mengatasi kemacetan yang semakin meningkat di Indonesia. Proyek pembangunan jalan tol semakin ditingkatkan, bertujuan untuk mengimbangi pergerakan masyarakat yang selalu mengalami perpindahan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Langkah yang dilakukan pemerintah saat ini adalah dengan menjalankan program pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung. Jalan tol Cimanggis – Cibitung nantinya akan menghubungkan Kota Jakarta, Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bogor, dan Kota Depok. Seiring dengan pertumbuhan penduduk di wilayah Jabodetabek yang semakin meningkat, hal ini menyebabkan beban dan volume arus lalu

lintas pada akses jalan tol Cibitung menuju Jakarta maupun arah sebaliknya telah melebihi rencana kapasitas jalan tersebut. Untuk itu perlu adanya pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung guna mengurangi kemacetan yang ada di wilayah Jabodetabek serta kerusakan pada jalan tol Jakarta – Cikampek akibat beban lalu lintas yang melebihi batas. Pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung diharapkan mampu mempersingkat waktu tempuh dan memperlancar kegiatan perpindahan barang dan jasa ke suatu tempat yang dituju. Pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Perkerasan kaku jalan merupakan campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani

beban lalu lintas yang berat. Lapisan perkerasan menerima dan mendistribusikan beban lalu lintas tanpa menyebabkan kerusakan besar pada struktur jalan. Sehingga memberikan kenyamanan kepada pengguna jalan selama pelayanan jalan tersebut. Dalam perencanaan perkerasan jalan memiliki standar yang sudah ditentukan yaitu dimana lapisan memiliki syarat kekuatan, ketebalan, kestabilan dan kekakuan yang berfungsi untuk menyalurkan beban lalu lintas yang berada diatas perkerasan jalan sampai menuju ke tanah dasar dengan aman (Nopriyus, 2022).

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian *Review*. Pengertian dari penelitian *review* yaitu merupakan penelitian dengan kondisi objek sedang berjalan. proses kritis dalam mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai sumber literatur yang relevan dengan topik penelitian. Dengan melakukan *literature review*, peneliti dapat memperoleh pemahaman mendalam tentang perkembangan penelitian terkini dan mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang ada. Adapun kerangka pemikiran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Pemikiran
Sumber : Analisis Mandiri (2023)

Metode Pengumpulan Data Metode pengumpulan data yang digunakan pada

penelitian ini dalah Dokumen, pengambilan data dalam bentuk tertulis kemudian di input menjadi data elektronik setelah koordinasi dari pihak pemilik (perwakilan lapangan) data serta pengamatan objek lapangan secara langsung. Beberapa data pengamatan yang diambil dilapangan yaitu: 1) Data pengukuran, penulis mengolah data ukur menjadi rekap perhitungan volume timbunan 2) Data ritasi dumptruck, untuk dapat mengetahui nilai rata-rata waktu berangkat dan waktu kembali. 3) Timesheet semua alat berat yang sedang di tinjau untuk mengetahui jam kerja alat Penyusunan dokumen ini dilakukan untuk mempermudah peneliti serta teratur dalam melakukan penelitian. Sehingga pelaksanaan penelitian bisa terarah dengan baik dan tidak terlalu menyimpang dari tujuan peneliti. Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu: A. Data Primer Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber asli. Data primer yang digunakan penelitian ini ialah Observasi (pengamatan lapangan), dalam Observasi ini banyak menggunakan beberapa dari panca indra yaitu penglihatan serta pendengaran. Pencatatan dapat menggunakan alat bantu elektronik. B. Data sekunder Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi yang bersangkutan atau dari pihak lain seperti: Gambar kerja, Data Volume Timbunan Rencana, data hasil laboratorium/tes/uji dan lain-lain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Metode Analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (Bina Marga, 2017).

Untuk merencanakan tebal perkerasan jalan dengan cara sebagai berikut :

1. Menentukan umur rencana (UR)
2. Menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas yang berkaitan dengan umur rencana. Untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$(1 + 0,01 i)UR - 1$$

$$R = 0,01 i$$

Dimana :

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
 i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahunan)

3. Menentukan lalu lintas lajur rencana, yaitu faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL).

4. Menentukan nilai VDF (Vehicle Damage Factor) yang meliputi angka yang digunakan untuk mengkonversikan beban lalu lintas beban standar (ESA). Pada setiap jenis kendaraan berbeda-beda angka VDF nya.

5. Menghitung Lalu lintas ($ESA5$).

Perencanaan tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, data lalu lintas harus diubah ke angka beban standar (ESA). Setelah angka ESA didapat untuk selanjutnya ditentukan nilai $ESA5$ (Equivalent Single Axle) untuk kebutuhan desain tebal perkerasan dengan menggunakan bagan desain. Untuk mendapatkan nilai $ESA5$ dapat menggunakan rumus berikut ini :

$$ESA5 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Berikut ini tabel perhitungan untuk menentukan $ESA5$:

Tabel 1. Perhitungan $ESA5$

Jenis Kendaraan	LHR	LHR	LHR	VDF 5	VDF 5	ESA 5	ESA 5
	2023	2024	2025	Faktua	Norma	2023 - 2024	2025 - 2044
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Sedan, jeep, dan pick up	36.167	36.202	36.237	-	-	-	-
Bus Kecil / (5B)	2.128	2.130	2.132	1	1	233.242,49	4.474.934,82
Bus Besar / (6A)	1.472	1.473	1.475	0,5	0,5	80.670,34	1.547.721,82
Truk 2 sumbu 4 Roda (6B)	664	665	665	9,2	5,1	669.563,78	7.121.202,66
Truk 2 sumbu 6 Roda (6B)	836	837	838	9,2	5,1	843.005,01	8.965.851,55
Truk 3 sumbu / (7A1)	420	420	421	14,4	6,4	662.899,71	5.652.549,24
Truk Gandengan (7B2)	132	132	132	21,8	17,8	315.403,47	4.940.933,67
Truk trailer / (7C3)	129	129	129	34,4	7,7	486.389,51	2.088.793,59
Jumlah $ESA5$						3.291.174,32	34.791.987,35
CESA 5						38.083.161,66	

Sumber : Penelitian Mandiri, 2023

6. Menentukan Bagan Desain merupakan tabel yang digunakan untuk menentukan tebal masing-masing lapis permukaan berdasarkan hasil perhitungan yang sesuai dengan parameter.

7. Menentukan Dowel Tie bar.

Berdasarkan metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 pada Bagan 4 dengan lalu lintas berat, analisis tebal perkerasan kaku untuk total lalu lintas harian rata-rata dalam kurun waktu saat ini (2023 – 2024) dan rencana (2025 – 2044) dengan total 20 tahun sebesar 38.083.161,66, maka didapat tebal pelat beton sebesar 29,5 cm dibulatkan menjadi 30 cm.

Selanjutnya tebal lapis pondasi atas berupa beton kurus sebesar 10 cm, dan tebal lapis pondasi bawah berupa aggregate kelas A sebesar 15 cm. Dari hasil tebal perkerasan kaku yang didapat, maka ruji dowel (konstraction joint) yang digunakan berdiameter 38 mm dengan panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm. Serta tulangan pengikat menggunakan diameter ½ in dengan panjang 650 mm dan jarak antar tulangan 650 mm.

b. Metode AASHTO 1993

Metode Analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode AASHTO 1993 untuk merencanakan tebal perkerasan jalan dengan cara sebagai berikut : (AASHTO, 1993)

1. Analisis lalu lintas (traffic design)

-Menentukan umur rencana (UR)

-Menentukan Nilai VDF (Vehicle Damage Factor)

-Menghitung Equivalent Single Axle Load ($ESAL$)

Dalam menghitung Equivalent Single Axle Load ($ESAL$) pada volume lalu lintas selama umur rencana, secara umum dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$W18 = \sum N_n LHR \times VDF_j \times DD \times DL \times 365$$

Dimana :

$W18$ = Traffic design pada lajur lalu lintas.

LHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata-rata dua arah untuk jenis kendaraan j .

VDF_j = Vehicle Damage Factor untuk jenis kendaraan j .
 DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi lajur.

$N1$ = Lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka.
 Nn = Lalu lintas pada akhir umur rencana.

2. Material konstruksi perkerasan

3. Menentukan nilai reliability

4. Menentukan nilai serviceability

5. Menghitung Modulus reaksi tanah dasar
6. Menghitung Modulus elastisitas pada beton
Perhitungan modulus elastisitas beton merupakan upaya untuk mendapatkan hasil perhitungan kekuatan pada beton yang berguna untuk mengetahui ketahanan beton terhadap beban yang melintas. Standar rumus pada perkerasan kaku yang digunakan untuk mengetahui nilai modulus elastisitas beton adalah sebagai berikut :

$$E_c = 57.000 \sqrt{f_c'}$$

$$f_c' = 450 \times 14,22$$

$$= 6399 \text{ psi}$$

$$E_c = 57.000 \sqrt{f_c'}$$

$$= 57.000 \sqrt{6399}$$

$$= 4559643,74 \text{ psi}$$

Dimana :

$$E_c = \text{modulus elastisitas beton (psi)}$$

$$f_c' = \text{kuat tekan beton, silinder (psi)}$$

7. Menentukan flexural strength
8. Menentukan koefisien drainase (drainage coefficient)
9. Menentukan nilai koefisien penyaluran beban (load transfer coefficient)
10. Menghitung tebal perkerasan kaku
11. Menentukan dowel tie bar.

Berdasarkan hasil dari perhitungan persamaan tebal perkerasan dengan menggunakan metode AASHTO 1993, untuk perhitungan trial and error dengan formulasi diperkirakan dibutuhkan ketebalan perkerasan kaku (D) sebesar 12,60 inches = 32 cm.

Selanjutnya tebal lapis pondasi atas berupa beton kurus sebesar 10 cm, dan tebal lapis pondasi bawah berupa aggregate kelas A sebesar 15 cm. Dari hasil tebal perkerasan kaku yang didapat, maka ruji dowel (konstraction joint) yang digunakan berdiameter 38 mm dengan panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm. Serta tulangan pengikat menggunakan diameter 1/2 in dengan panjang 650 mm dan jarak antar tulangan 650 mm.

Perbandingan Tebal Perkerasan Kaku

Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan yang sudah dilakukan menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu dengan perhitungan metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 tebal pelat beton yang didapat sebesar 30 cm, sedangkan pada perhitungan metode AASHTO 1993 tebal pelat beton yang didapat sebesar 32 cm. Perhitungan dari kedua metode ini, mempunyai selisih 2 cm tebal pelat beton dikarenakan adanya perbedaan perhitungan dari kedua metode.

Tabel 1. Tabel 4. 25 Perbandingan tebal perkerasan kaku

Metode	Struktur lapis perkerasan		
	Pelat beton (cm)	Lean concrete (cm)	Aggregate kelas A (cm)
Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	30	10	15
AASHTO 1993	32	10	15

Sumber: Olahan Penelitian Mandiri 2023

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan analisis tebal perkerasan kaku pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung seksi 2 sta. 47+719 – sta. 50+084, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari perhitungan analisis tebal perkerasan kaku pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung seksi 2 sta. 47+719 – sta. 50+084 :

a. Metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 didapat sebesar 30 cm, tebal lapis pondasi atas berupa beton kurus sebesar 10 cm, dan tebal lapis pondasi bawah berupa aggregate kelas A sebesar 15 cm. Dari hasil tebal perkerasan yang didapat, ruji dowel yang digunakan berdiameter 38 mm dengan panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm. Serta tulangan pengikat menggunakan diameter 1/2 in dengan panjang 650 mm dan jarak antar tulangan 650 mm.

b. Metode AASHTO 1993 didapat sebesar 32 cm, tebal lapis fondasi atas berupa beton kurus sebesar 10 cm, dan tebal lapis bawah berupa aggregate kelas A sebesar 15 cm. Dari hasil tebal perkerasan yang didapat, ruji dowel (konstraction joint) yang digunakan berdiameter 38 mm dengan panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm. Serta tulangan pengikat menggunakan diameter 1/2 in dengan panjang 650 mmdan jarak antar tulangan 650 mm yang sudah dilakukan menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu dengan perhitungan metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 tebal pelat beton yang didapat sebesar 30 cm, sedangkan pada perhitungan metode AASHTO 1993 tebal pelat beton yang didapat sebesar 32 cm. Maka untuk perkerasan kaku rencana Jalan Tol Cimanggis – Cibitung Sta. 47+719 – Sta.50+084 menggunakan tebal 32 cm dengan mempertimbangkan kondisi paling ekstrim.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017. Jakarta. 2017.*
- (AASHTO) American Association of State Highway Officials, Guide For Design of Pavement Structures. Washington DC. 1993.*
- Nopriyus, J., Gusmulyani, Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017 (Studi Kasus Pada Ruas Jalan Pendidikan Simpang Tiga Kebun Nenas). Universitas Islam Kuantan Singingi Teluk Kuantan, 2022.*

ANALISA KINERJA MESIN ROBOTIK *FILLING UP BOTTLE* DENGAN MENGGUNAKAN METODA PENGUKURAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PT.MI.TBK

Indra Widarmadi

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
iwidarmadi@yahoo.com

Abstrak

Mesin Robotik *Filling Up Bottle* adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mengisi botol dengan produk cair atau *liquid*. Mesin Robotik ini memiliki fungsi untuk mensterilkan botol yang akan diisi dan setelah terisi botol akan ditutup rapat dengan tutup yang sudah disiapkan. Proses ini disebut dengan nama proses *capping*. Mesin ini juga bisa digunakan untuk mengemas sekaligus menyegelnya. Adapun fungsi lain mesin Robotik *Filling Up Bottle* juga bisa membersihkan galon atau botol secara otomatis. Mesin tersebut mempunyai tingkat akurasi pengisian yang sangat tinggi, yakni 99 % dan tingkat kemelesetan ± 1 %. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecepatan produksi (kinerja) Mesin Robotik *Filling Up Bottle* dan untuk mengetahui kerugian apakah yang terjadi berdasarkan *six big losses* pada Mesin kemudian menghitung nilai efektivitas kinerja Mesin Robotik *Filling Up Bottle* berdasarkan *Overall Equipment Effectiveness*. Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa Kecepatan produksi (kinerja) Mesin Robotik tertinggi terjadi pada bulan Juli, dengan tingkat kinerja sebesar 103,36% dan berdasarkan *six big losses* pada Mesin Robotik kerugian terbesar adalah *yield losses* dengan nilai 71,24% dan *idling minor losses* dengan nilai 23,72%. Efektivitas kinerja Mesin Robotik berdasarkan perhitungan OEE tertinggi adalah sebesar 99,38%.

Kata kunci : robotik, *filling up bottle*, oee, *six big losses*, *yield losses*, *idling minor*

1. PENDAHULUAN

Mesin Robotik *Filling Up Bottle* adalah sebuah mesin yang berfungsi untuk mengisi botol dengan produk cair atau *liquid*. Mesin Robotik *Filling Up Bottle* juga memiliki fungsi untuk mensterilkan botol yang akan diisi, setelah botol terisi, botol akan ditutup dengan rapat dengan tutup yang ada atau disebut juga dengan proses *capping*. Selain mengisi produk, mesin ini juga bisa digunakan untuk mengemas sekaligus menyegelnya. Tak hanya itu, Mesin Robotik *Filling Up Bottle* juga bisa membersihkan galon atau botol secara otomatis. Mesin tersebut mempunyai tingkat akurasi pengisian yang sangat tinggi, yakni 99 % dan tingkat kemelesetan ± 1 %. Dengan begitu, proses pengisian produk yang berupa cairan ke botol akan lebih efektif dan efisien.

OEE adalah keseluruhan efektivitas peralatan dalam hal kinerja dan ketergantungan. OEE dihitung dengan membagi enam kerugian signifikan menjadi tiga kategori: ketersediaan, kinerja, dan kualitas. *Availability* adalah suatu rasio terkait ketersediaan waktu yang dimiliki mesin untuk melakukan produksi, sedangkan

rasio kinerja adalah suatu penilaian untuk melihat kinerja dari mesin untuk produksi produk. Kualitas adalah rasio yang menggambarkan kemampuan suatu mesin untuk membuat produk. Berdasarkan uraian tersebut, laporan penelitian ini menerapkan teknik OEE, yaitu pengukuran dengan memperhitungkan efektivitas kerja suatu mesin dan peralatannya. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dihitung menggunakan tiga komponen utama: tingkat ketersediaan, tingkat kinerja, dan tingkat biaya. Menggambar diagram tulang ikan untuk mengidentifikasi penyebab masalah, menjalankan analisis 5W+1H, membuat keputusan yang benar, dan mengatasi masalah. Dalam OEE terdapat beberapa faktor yang dapat menurunkan produktivitas mesin yakni terbuangnya waktu sia-sia (*downtime*), waktu ketika terhentinya produksi (*breakdown*), dan pemasangan peralatan (*setup dan adjustment*), sehingga menurunkan produktivitas. OEE suatu perusahaan dikategorikan baik jika memenuhi persyaratan JIMP kelas dunia dimana untuk indeks TPM yang ideal adalah

sebagai berikut: waktu aktif 90%, kinerja 95%, dan kualitas 95% (Chuluk, 2021)¹.



Gambar 1. Jalur produksi Mesin Robotik Filling up Botol

Sumber : Penelitian Mandiri



Gambar 2. Hasil proses pengisian botol

Sumber : Penelitian Mandiri

OEE dihitung dengan mengambil ketersediaan mesin, efisiensi kinerja proses, dan tingkat kualitas produk dan mengalikannya dengan rumus berikut : (Ramadhan et al, 2022)².

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Yield \dots\dots\dots(1.1)$$

a. Tingkat ketersediaan (*Availability*): Rasio dari ketersediaan waktu yang digunakan untuk proses produksi dari mesin dimana dipengaruhi oleh dua komponen yaitu kegagalan dari mesin dan pengaturan dari mesin. Tingkat ketersediaan (*Availability*) dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Availability = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots(1.2)$$

b. Kinerja Fasilitas (*Performance*): Penilaian terhadap bagaimana kemampuan dari peralatan yang digunakan untuk menjalankan fungsinya dalam menghasilkan produk. Faktor yang dipertimbangkan adalah *speed loss* seperti terjadinya penghentian sementara,

adanya *idle time* dan menurunnya kecepatan. Berikut rumus performance ratio :

$$Performance\ ratio = \frac{output}{capacity\ machine} \times 100\% \dots\dots\dots(1.3)$$

c. *Quality rate*: Nilai yang menggambarkan produk telah memenuhi standar sehingga dapat diterima. Dengan mendapatkan nilai *quality yield*, kualitas dari produk dapat dikategorikan baik atau cacat dengan kualitas idealnya adalah 99%. *Quality rate* dapat dihitung sebagai berikut :

$$Quality\ rate = \frac{output - reject}{output} \times 100\% \dots\dots\dots(1.4)$$

Six Big Losses

Six Big Losses terutama *speed losses*, sering dikategorikan ke dalam tiga kelas utama berdasarkan sifat kerugiannya yaitu: Kehilangan kecepatan, kerugian cacat *downtime* dan kematian. *Downtime* dibagi menjadi dua kategori: *breakdown* dan *setup dan adjustment*. Cacat terdiri dari dua macam kerugian: kegagalan proses dan pengerjaan ulang.(Puspita dan Widjajati, 2021)³.

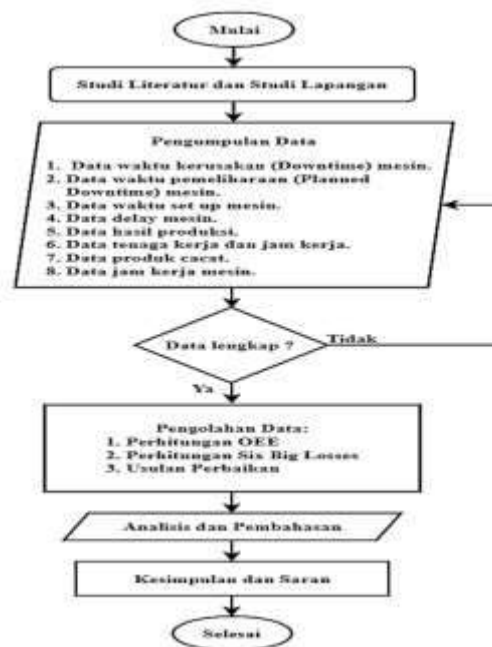
Downtime losses terdiri dari: (Chuluk, 2021)¹

1. *Breakdown losses*, kerugian ini terjadi karena peralatan telah rusak dan tidak dapat digunakan lagi, sehingga memerlukan perbaikan atau penggantian. Kerugian ini diukur dengan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan dan memperbaiki kerusakan.
2. *Set up and adjustment time*, kerugian tersebut disebabkan oleh perubahan kondisi operasional, seperti dimulainya produksi atau dimulainya shift baru, perubahan produk, dan perubahan kondisi operasi. Perubahan peralatan, cetakan, dan jig adalah beberapa contohnya. *Speed Declines*, *Speed loss* terjadi ketika output lebih kecil dari output pada kecepatan referensi. *Output* yang memenuhi kriteria kualitas tidak memperhitungkan kerugian kecepatan.

3. *Idling and minor stoppages losses*, adalah kerugian yang disebabkan oleh kegagalan peralatan yang disebabkan oleh masalah sesaat termasuk penghentian mesin, kemacetan, dan pemalasan mesin.
4. *Reduce speed losses*, yaitu penurunan kecepatan produksi dibandingkan dengan kecepatan desain mesin. Kerugian ini dihitung dengan membandingkan kapasitas ideal dengan beban kerja aktual. Kesalahan atau penurunan kualitas. Ketika hasil produksi tidak memenuhi persyaratan kualitas yang diperlukan, terjadi kerugian kualitas.
5. *Rework and quality defect*, cacat produk selama produksi harus disalahkan atas kerugian ini. Produk yang tidak memenuhi persyaratan harus dimodifikasi atau dihapus. Prosedur pengerjaan ulang membutuhkan tenaga kerja, dan perusahaan juga kehilangan uang ketika bahan diubah menjadi barang bekas.
6. *Yield losses*, timbul sebagai akibat dari limbah bahan baku. Kerugian ini dibagi menjadi dua kategori: kehilangan bahan baku sebagai akibat dari desain produk dan teknik manufaktur, dan kerugian penyesuaian sebagai akibat dari kekurangan kualitas produk pada awal proses produksi dan selama perubahan.

2. METODOLOGI

Berikut adalah diagram alir proses pengujian :



Gambar 3. Diagram alir penelitian
Sumber : Penelitian Mandiri

Running time merupakan jumlah total waktu yang dihabiskan untuk mengerjakan suatu proyek. PT. MI Tbk hanya memiliki 5 hari kerja dalam seminggu beroperasi.

Tabel 1. *Running Time* Mesin Robotik *Filling Up Bottle*

Bulan	Jumlah Hari	Jam Kerja Mesin Perbulan (menit)	Jam Efektif Kerja Mesin Perbulan (menit)
Juli	22	9460	6600
Agustus	22	9530	6600
September	22	9735	6600
Oktober	22	9710	6600
November	22	9925	6600
Desember	22	9965	6600

Sumber : Penelitian Mandiri

Untuk dapat menghitung efisiensi dan ekektivitas kerja mesin maka diperlukan data downtime aktual yang terjadi selama periode tertentu masa produksi.

Tabel 2. Data Downtime Mesin Robotik *Filling Up Bottle*

Bulan	Jumlah Hari	Jam Kerja (menit)	Planned Downtime Cleaning		Downtime
			Cleaning (menit)	Pengecekan (menit)	
Juli	22	9460	570	90	6,98%
Agustus	22	9530	530	60	6,18%
September	22	9735	310	75	3,95%
Oktober	22	9710	350	60	4,22%
November	22	9925	135	60	1,96%
Desember	22	9790	270	60	3,37%

Sumber : Penelitian Mandiri

Tabel 3. Data Produksi Mesin Robotik *Filling Up Bottle*

Bulan	Total Produk	Produk Baik	Produk Cacat	Produk Baik (%)	Target (%)
Juli	89870	84994	4876	94,57%	98%
Agustus	90535	86670	3865	95,73%	98%
September	92482	90379	2103	97,73%	98%
Oktober	92245	90170	2075	97,75%	98%
November	94287	91483	2804	97,03%	98%
Desember	94667	92017	2650	97,20%	98%

Sumber : Penelitian Mandiri

Tabel 4. Data Breakdown Mesin Robotik *Filling Up Bottle*

Bulan	Setup And Adjusment	Failure And Repair
	Penggantian Punches & Dies	Breakdown Mesin
Juli	150	143
Agustus	98	130
September	95	128
Oktober	110	150
November	107	135
Desember	100	147

Sumber : Penelitian Mandiri

Dengan menggunakan rumus rumus yang sudah disebutkan pada bagian awal, maka didapat hasil availability mesin untuk periode Juli sampai Desember 2023 sebagai berikut :

Tabel 5. Data hasil perhitungan availability mesin

Bulan	Loading Time	Downtime	Operation Time (menit)	Availability
Juli	8800	143	8657	98,38%
Agustus	8940	130	8810	98,55%
September	9350	128	9222	98,63%
Oktober	9300	150	9150	98,39%
November	9730	135	9595	98,61%
Desember	9635	147	9488	98,47%

Sumber : Penelitian Mandiri

Pembacaan terendah adalah pada bulan Juli dan Oktober, masing-masing sebesar

98,38% dan 98,39%. Oktober memiliki waktu *downtime* paling banyak (150 menit). Namun mengingat angka *availability* nya lebih besar dari 95% selama 6 bulan ini, maka dapat dikatakan masih dalam kategori baik.

Kemampuan peralatan yang digunakan untuk melaksanakan tugasnya dalam produksi produk dievaluasi. Faktor kehilangan kecepatan yang perlu dipertimbangkan termasuk penghentian singkat, waktu *idle*, dan penurunan kecepatan. Rumus rasio kinerja adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Data Perhitungan *Performance Rate* mesin

Bulan	Total Produk	Operation Time (menit)	Waktu Siklus Ideal	Performance Rate
Juli	89870	8657	0,10	103,36%
Agustus	90535	8810	0,10	103,00%
September	92482	9222	0,10	102,82%
Oktober	92245	9150	0,10	103,33%
November	94287	9595	0,10	102,85%
Desember	94667	9488	0,10	103,15%

Sumber : Penelitian Mandiri

Performance rate memperhitungkan faktor-faktor yang menyebabkan kecepatan produksi menyimpang dari kecepatan sebenarnya yang dapat dicapai oleh Mesin Robotik *Filling Up Bottle*. Nilai *performance rate* ditetapkan sebesar 95%. Tingkat kinerja memperhitungkan faktor-faktor yang menyebabkan kecepatan produksi menyimpang dari kecepatan sebenarnya yang dapat dicapai oleh Mesin Robotik *Filling Up Bottle*. Berdasarkan tabel di atas, *performance rate* tertinggi terjadi pada bulan Juli, dengan tingkat kinerja sebesar 103,36%. Hasil ini terjadi karena kecepatan produksi bulan Juli lebih cepat dari perkiraan. Angka terendah terjadi pada bulan September dengan tingkat kinerja sebesar 102,82%. Nilai yang rendah ini terjadi karena jumlah produksi yang sedikit pada bulan September sementara masih ada waktu untuk menghasilkan lebih banyak. Namun, kecepatan produksi pada bulan tersebut lebih cepat dari yang diharapkan karena *performance rate* melebihi kriteria standart 95%.

Tabel 7. Data Perhitungan *Quality Rate* mesin

Bulan	Total Produk	Produk Cacat	Produk Baik	Quality Rate
Juli	89870	4876	84994	94,57%
Agustus	90535	3865	86670	95,73%
September	92482	2103	90379	97,73%
Oktober	92245	2075	90170	97,75%
November	94287	2804	91483	97,03%
December	94667	2650	92017	97,20%

Sumber : Penelitian Mandiri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan OEE dilakukan setelah memperoleh nilai availability, performance rate dan quality rate. OEE adalah keseluruhan efektivitas peralatan dalam hal kinerja dan ketergantungan. OEE dihitung dengan membagi enam kerugian signifikan menjadi tiga kategori: ketersediaan, kinerja, dan kualitas. Berikut adalah hasil perhitungan dari data data yang sudah didapat pada pengamatan penelitian.

Tabel 8. Perhitungan OEE Mesin Robotik *Filling Up Bottle*

Bulan	Performance Rate	Quality Rate	Availability	OEE
Juli	1,03	0,95	0,98	96,16%
Agustus	1,03	0,96	0,99	97,16%
September	1,03	0,98	0,99	99,10%
Oktober	1,03	0,98	0,98	99,38%
November	1,03	0,97	0,99	98,41%
December	1,03	0,97	0,98	98,73%

Sumber : Penelitian Mandiri

OEE mempertimbangkan waktu, kualitas, dan kinerja lini produksi. OEE digunakan untuk menentukan efisiensi mesin atau jalur produksi. Berdasarkan table diatas, nilai OEE yang tertinggi adalah bulan Oktober dengan nilai 99,38%. Standar nilai JIPM *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yaitu sebesar 85%, maka pada bulan Oktober memenuhi standar. Bahkan nilai OEE terendah yang terjadi pada bulan Juli dengan nilai 96,16% juga telah memenuhi standar 85% dan target yang telah ditetapkan.

Dari tabel 9 di bawah ini, *losses* terbesar adalah *yield losses* dengan nilai 71,24% dan *idling minor losses* dengan nilai 23,72%. *Yield lossess* dapat terjadi karena limbah bahan baku ataupun kekurangan kualitas produk pada awal proses produksi dan selama perubahan. Sedangkan *Idling and minor stoppages losses*, akibat *failure* yang

disebabkan oleh masalah sesaat termasuk penghentian mesin, kemacetan, dan pemalasan mesin. Analisis *six big losses* dilakukan agar perusahaan dapat menentukan mana dari 6 variabel kerugian besar yang paling berkontribusi terhadap inefisiensi mesin.

Tabel 9. Perhitungan persentase *Six Big Losses* Mesin Robotik *Filling Up Bottle*

Jenis Losses	Total Time Losses	Persentase	Kumulatif
Yield Losses	1,0000	71,24%	71,24%
Idling Minor Losses	0,3329	23,72%	94,96%
Defect Losses	0,0284	2,03%	96,99%
Reduced Speed Losses	0,0154	1,10%	98,09%
Breakdown Losses	0,0150	1,07%	99,15%
Setup and Adjustment Losses	0,0119	0,85%	100%
Total	1,4036	100,00%	

Sumber : Penelitian Mandiri

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan produksi (kinerja) Mesin Robotik *Filling Up Bottle* tertinggi terjadi pada bulan Juli, dengan tingkat kinerja sebesar 103,36%. Hasil ini terjadi karena kecepatan produksi bulan Juli lebih cepat dari perkiraan. Angka terendah terjadi pada bulan September dengan tingkat kinerja sebesar 102,82%.
2. Berdasarkan *six big losses* pada Mesin Robotik *Filling Up Bottle*, kerugian terbesar adalah *yield losses* dengan nilai 71,24% dan *idling minor losses* dengan nilai 23,72%. *Yield lossess* dapat terjadi karena limbah bahan baku ataupun kekurangan kualitas produk pada awal proses produksi dan selama perubahan. Sedangkan *Idling and minor stoppages losses*, akibat *failure* yang disebabkan oleh masalah sesaat termasuk penghentian mesin, kemacetan, dan pemanasan mesin.
3. Efektivitas kinerja Mesin Robotik *Filling Up Bottle* berdasarkan OEE yaitu Angka OEE tertinggi, 99,38%,

tercatat pada bulan Oktober. Nilai standar Overall Equipment Effectiveness (OEE) JIPM adalah 85%, sehingga memenuhi kriteria pada bulan Oktober. Bahkan angka OEE terendah, 96,16% pada bulan Juli, sesuai dengan kriteria 85% dan tujuan yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Chuluk, M. C. (2021). Analisis Pengukuran Efektivitas Mesin dengan Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Shrink label (Studi Kasus Perusahaan Minuman di Jemundo, Sidoarjo) (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

MENELUSURI TATARAN RIWAYAT DALAM NOVEL *IQ84* KARANGAN HARUKI MURAKAMI : KAJIAN NARATOLOGI

Rendy Pribadi

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

Abstrak

Abstrak: Salah satu cabang ilmu linguistik yang membicarakan permasalahan alur dalam bercerita, yakni naratologi, belum banyak diperbincangkan dan dikaji dalam dunia akademik. Kajian dalam bercerita ini khususnya naratologi belum memiliki model yang baik dalam mengkaji karya fiksi cerpen terutama dalam karya fiksi berbahasa Jepang. Penelitian ini bertujuan untuk menawarkan dan menegosiasikan kemampuan mengkaji karya fiksi menggunakan analisis naratologi melalui penerapan model naratologi tataran kejadian dan riwayat. Model Rimmon-Kenan, Shlomith inilah yang digunakan untuk menganalisis riwayat dari setiap karya fiksi. Penelitian ini merupakan penelitian analisis isi yang menganalisis dan menginterpretasi novel berjudul *IQ84*. Jenis penelitian ini adalah kualitatif. Teori yang digunakan pada penelitian ini adalah teori riwayat, yang ditawarkan oleh Rimmon-Kenan & Shlomith. Hasil penelitian dalam tataran riwayat menunjukkan dampak ketidakseimbangan sebagai rumusan umum yang bisa digunakan dalam menentukan titik konflik yang terjadi dalam sebuah cerita, seperti penggunaan tataran kejadian dan riwayat yang bertemu pada suatu pembahasan, yakni aliran Sakigeki dan tataran riwayat dalam novel ini menunjukkan keadaan seimbang baru dari masing-masing tokohnya, yakni Aomame dan Tango. Implikasi pada pengajaran sastra sebagai tawaran dalam menentukan bentuk kaidah progresif atau flashback sehingga dapat digunakan dalam penentuan ideologi.

Kata Kunci: model tataran riwayat; naratologi; novel

1. PENDAHULUAN

Mata kuliah sastra merupakan mata kuliah yang diberikan di program studi S-1 Sastra Jepang STBA JIA saat menempuh semester 6. Mata kuliah ini meliputi teori sastra dan apresiasi sastra sebagai konten utama dari mata kuliah sastra yang mencapai 4 SKS. Menyoal apresiasi sastra, perlu beberapa alternatif pembaharu dalam subkonten yang memacu mahasiswa untuk lebih bersifat apresiasi dengan menambahkan pembelajaran naratologi dengan subkonsep tataran riwayat.

Pemahaman mendalam tentang struktur naratif: Matakuliah naratologi memberikan mahasiswa pemahaman yang mendalam tentang struktur naratif dalam berbagai bentuk sastra, film, dan karya seni lainnya. Hal ini membantu mereka mengenali elemen-elemen penting dalam sebuah narasi, seperti karakter, plot, pengaturan, dan tema. Pemahaman ini dapat diterapkan dalam analisis kritis karya-karya naratif dan memperkaya kemampuan mahasiswa dalam

membaca, menulis, dan memahami karya-karya sastra.

Melalui matakuliah naratologi, mahasiswa belajar mengembangkan keterampilan analisis dan interpretasi yang kuat terhadap narasi. Mereka dapat memecah sebuah karya menjadi unsur-unsur naratifnya dan memahami bagaimana elemen-elemen tersebut saling terhubung dan berinteraksi untuk menciptakan pengalaman membaca yang kaya. Kemampuan ini tidak hanya berlaku untuk sastra, tetapi juga dapat diterapkan pada film, cerita rakyat, dan berbagai bentuk karya naratif lainnya.

Peningkatan kreativitas dan penulisan: Matakuliah naratologi dapat memberikan dorongan bagi mahasiswa untuk meningkatkan kreativitas mereka dalam menulis dan menciptakan karya naratif sendiri. Dengan mempelajari berbagai penelitian naratif dan memahami bagaimana cerita dapat dikonstruksi dengan efektif, mahasiswa dapat mengasah kemampuan

mereka dalam menulis cerita, novel, atau karya-karya naratif lainnya.

Penerapan naratologi dalam bidang-bidang lain: Pemahaman naratologi tidak hanya berguna dalam studi sastra, tetapi juga dapat diterapkan dalam berbagai bidang lain. Misalnya, dalam bidang komunikasi, pemasaran, atau ilmu sosial, pemahaman tentang narasi dapat membantu dalam analisis pesan media, penulisan iklan, atau penyampaian cerita dalam penelitian kualitatif. Matakuliah naratologi memberikan landasan yang kuat untuk menerapkan konsep-konsep tersebut dalam penerapannya sesuai kebutuhan pada mata kuliah yang diajarkan.

Dengan mempelajari naratologi, mahasiswa dapat mengembangkan pemahaman mendalam tentang struktur dan elemen naratif, meningkatkan keterampilan analisis dan interpretasi, dan mengaplikasikan pemahaman narasi dalam bidang-bidang lain. Ini membuka peluang untuk pengalaman membaca dan menulis yang lebih kaya serta penerapan pemahaman narasi dalam berbagai konteks.

Naratologi merupakan salah satu konsep keilmuan dalam subgenre sastra yang mengkaji bentuk atau teknik penceritaan. Hal ini juga yang memacu perdebatan tentang sejauh mana perkembangan ilmu naratologi dengan ilmu lainnya

Perkembangan studi sastra rupanya lebih terlihat maju pesat dalam studi cerita. Pada tahun 1966, beberapa tokoh penting strukturalisme Prancis, yaitu Barthes, Greimas, Bremond, Eco, Genette, dan Todorov mengemukakan pandangan mereka dalam salah satu jurnal terkemuka, *Communication*, tentang studi cerita secara komprehensif Menurut (Vervaeck, 2019), itulah momen yang secara resmi dapat dipandang sebagai titik awal pembentukan bidang keilmuan yang kemudian disebut "naratologi" oleh Todorov. Sampai akhir era '70-an, naratologi menjadi tumpuan pengembangan teori naratif dalam studi sastra. Pada era '80-an, muncul beberapa ahli naratologi lain yang melanjutkan dan menyempurnakan kajian yang sudah dirintis oleh tokoh naratologi. Di antaranya adalah

Mieke Bal dari Belanda, Gerald Prince dari Seymour Chatman dari Amerika Serikat, Shlomith Rimmon-Kenan dari Israel, dan Monika Fludernik dari Jerman.

Pengaruh naratologi kemudian meluas ke berbagai disiplin ilmu di luar studi sastra, seperti psikologi, hukum, politik, ekonomi, filsafat, bahkan juga studi musik dan seni rupa. Pengaruh inilah yang kemudian disebut sebagai *narrative turn* dalam humaniora (Rani et al., n.d.)

Paradigma kemudian bergeser dari *narrative turn* yang awalnya membahas dari segi struktural Ferdinand de Saussure (Herman, 2018) kemudian menjadi sebuah kajian yang lebih luas naratologi psikoanalitik, naratologi feminis, studi cerita yang berorientasi *cultural studies*, dan studi cerita pascakolonial (Ridho). Hal ini karena struktural memandang perlunya kajian eksternal dalam setiap analisisnya bisa merespons pertanyaan subdisiplin postruktural dan posmodernisme hingga *culture studies*. Hal ini didasarkan perkembangan ini mengarah pada "reorientation and diversification of narrative theories, producing a series of subdisciplines that arose in reaction to post-structuralism and the paradigm shift to cultural studies." (Fludernik, 2009)

Dalam penelitian naratologi, sebuah tataran penceritaan dibagi menjadi tiga, yakni riwayat (*story*), teks (*text*), dan penceritaan (*narration*) (Rimmon- Kenan, 2002). Ketiga tataran yang berbeda cara analisis dan interpretasi ini secara keseluruhan menjadi pembeda dalam tahapan analisis dalam keilmuan naratologi. Adapun *story* itu sendiri didefinisikan (Rimmon- Kenan, 2002) sebagai "the narrated events, abstracted from their disposition in the text and reconstructed in their chronological order, together with the participants in these events."

Dalam tataran ini, yang dipersoalkan adalah bagaimana menentukan unsur terkecil cerita dan membangun kaidah kombinasi dan permutasinya. Penelitian ini lebih menjelaskan tentang kajian riwayat (*story*) dengan subfokus mengkaji unsur kejadian dan riwayat. Kedua hal ini merupakan cara awal agar para mahasiswa-mahasiswi bisa melihat

cerita mulai berubah dari unsur kejadian dan riwayat.

Konsep kejadian (event) dan peran tokoh menjadi sangat menentukan dalam hal ini, kemudian berbagai pendekatan diajukan oleh para naratolog awal ini untuk menjawab persoalan tersebut, seperti fungsi, kalimat naratif, cardinal function, catalyzer, sphere of action, dan aktan. Dalam konteks pencarian tata cerita di tataran story itulah narativitas pada mulanya dipahami.

Pada perkembangan selanjutnya, penelitian dalam naratologi bergeser dari perhatian terhadap tataran story (riwayat) ke tataran text (teks), yaitu yang mempertanyakan bagaimana kombinasi (urutan kronologis) kejadian dalam story mengalami perubahan dalam tataran teks. Dalam rumusan (Rimmon-Kenan, 2002) tataran ini diartikan sebagai "...what we read. In it, the events don't necessarily appear in order, the characteristics of the participants is dispersed throughout, and all the items of narrative content are filtered through some prism or perspective ('focalizer')." Dengan kata lain, jika riwayat adalah hasil abstraksi, maka teks adalah sumber abstraksi itu. Jika dikemukakan dalam istilah Saussure tentang pembedaan penanda dan petanda, maka teks adalah penanda sedangkan riwayat adalah petandanya (Intan, 2020)

Meskipun urutan kronologis biasanya dianggap sebagai urutan yang normal dan alamiah, para naratolog memandangnya sebagai semata-mata sebuah konvensi tentang waktu karena pada dasarnya waktu juga bergerak secara serempak dan banyak-arah. Karena itu, mereka membuat dikotomi penting yang khas, yaitu waktu riwayat (story time) dan waktu teks (text time).

Dalam tataran teks, kejadian-kejadian tidak mesti berurutan secara kronologis atau mengikuti waktu riwayat, tetapi berada dalam apa yang disebut sebagai waktu teks. Penyimpangan dari urutan kronologis ini diistilahkan sebagai anakroni (Bal, 2017) Jadi, pada dasarnya fenomena anakronilah yang diteliti dalam tataran teks itu. Dalam konteks ini, studi (Vervaeck, 2019) yang ekstensif dalam tataran teks memberi arah yang inspiratif dalam pengembangan naratologi.

Konsep-konsep penting, seperti durasi, order, frekuensi, dan tataran riwayat kemudian menjadi topik studi yang subur bagi peneliti naratologi selanjutnya. Konsep tataran riwayat —yang menggantikan konsep lama seperti point of view dan perspektif—memicu perdebatan, tetapi juga memberi jalan pada pendekatan naratologi kognitif akhir-akhir ini (lihat, misalnya, Hühn, Schmid, dan Schönert).

Aspek lain yang juga penting dalam tataran teks cerita adalah karakterisasi. Pada umumnya, naratolog memandang tokoh atau karakter cerita bukanlah sebagai individu. Karena itu, "...they are not open to direct perception by us, and can be known only through textual descriptions or inferences based on those descriptions. In fact, they are these complexes of descriptions, not having any independent worldly existence." Margolin, dalam (Herman, 2018). (Barthes) dalam Susan Sontag (Barthes, 1983), menjelaskan sebuah kompleks of descriptions itu diacu dengan istilah indeks (indexes), yakni suatu kode atau pola pencerian tokoh. Salah satu metode untuk menemukan pola tersebut adalah sumbu semantic (semantic axes) yang menuntut kita untuk memilih pasangan-pasangan makna yang bertentangan (oposisi-biner) dari ciri-ciri tokoh yang hendak dibandingkan (Bal, 2017)

Pada tataran ketiga, yaitu tataran penceritaan (narration), para naratolog mulai lebih banyak mempertimbangkan teori dalam ilmu bahasa/komunikasi. Menganalisis cerita dari tataran ini berarti berupaya melihat bahwa kejadian dan tokoh dalam cerita tidaklah dengan sendirinya hadir di sana, tetapi diceritakan oleh pencerita (narrator) kepada pecerita (narratee). Oleh karena itu, bagaimana keadaan tokohnya dan peristiwa apa yang dialaminya tidak dapat kita pandang sebagai realitas yang netral, melainkan selalu dilihat dan ditampilkan melalui perspektif pencerita dalam konteks kepentingan komunikasinya dengan pecerita. Pembaca awam biasanya cenderung mengabaikan aspek komunikasi di dalam dimensi internal cerita itu sendiri, yaitu tataran penceritaan, sehingga begitu saja mencampuradukkan antara pengarang cerita dengan cerita. Di

samping itu, mereka juga cenderung tidak menyadari bagaimana diri mereka turut diposisikan sedemikian rupa melalui proses dan sifat komunikasi antara dan narratee itu. Dalam penelitian ini hanya membahas satu tataran saja, yakni riwayat.

Naratologi pedagogis berangkat dari asumsi dasar bahwa praktik naratologi sebagai metode pembelajaran bahasa, terutama bahasa asing. Bukan sekadar transfer makna dari satu bahasa ke bahasa lainnya, melainkan suatu cara untuk memperkaya kompetensi mahasiswa. Melalui tugas naratologi, keterampilan membaca, memahami, dan interpretasi dalam tahapan riwayat dapat ditingkatkan.

Pengajaran naratologi menempatkan mahasiswa seorang yang ahli dalam melihat bagaimana cerita “bergerak” yang disebabkan oleh hubungan kausal dari parafrasa. Lantas bagaimana parafrasa “bergerak”, dalam cerita digunakan dalam menganalisis sebuah cerita? Berikut penjelasan dalam bentuk tabel berdasarkan teori Rimmon-Kenan.

Penelitian Relevan

Beberapa artikel relevan dalam pembahasan ini yang bertumpu pada konsep tataran riwayat sudah cukup masif dilakukan. Pembahasan tataran riwayat umumnya berkenaan dengan fungsi awal sebagai gambaran umum dalam analisis ideologi maupun narasi dengan pendekatan kultur.

Beberapa penelitian relevan mengenai analisis tataran riwayat dan kejadian yakni bagaimana menganalisis dua kepribadian dari binatang kucing dan anjing dalam cerpen “Anjing” karya Kuntowijoyo yang dihadapkan pada situasi sehari-hari menggunakan naratologi Tzevetan Todorov (Triadnyani, 2021). Hasil penelitian ini menunjukkan hidup sebagai tetangga mengajarkan penghormatan terhadap hak-hak orang lain berdasarkan tataran kejadian, alur, dan tokoh.

Artikel selanjutnya membahas analisis adegan yang menggambarkan bagaimana budaya patriarki mengekang kehidupan Perempuan dalam naratologi Tzevetan Todorov di film Kartini (2017) (Sari

& Haryono, 2018). Hasil penelitian artikel ini menunjukkan bahwa narasi yang memuat alur dan tokoh dalam film Kartini mengabadikan budaya patriarki dalam sepuluh scene yang menggunakan tataran sekuen (riwayat) dengan interpretasi oposisi biner. Sepuluh scene ini mempunyai muatan ideologi patriarki dengan penjelasan sintaktif, semantic, dan verba.

Penelitian naratologi yang mengkaji aspek linguistik, tepatnya interseksi, dikaji oleh (Hidayatullah, 2017) dengan obyek penelitian cerpen Robohnya Surau Kami karya A.A. Navis. Artikel ini menganalisis kontestasi maskulinitas dalam karakter Ajo Sidi sebagai hegemonik dan Oldman sebagai non-hegemonik. Hasil penelitian ini menunjukkan maskulinitas Oldman termasuk dalam maskulinitas non-hegemonik. Kontestasi maskulinitas mewakili oposisi biner antara maskulinitas aktif dan pasif.

Metode naratologi digunakan untuk menjelaskan unsur feminisme dalam perspektif agama Islam dari penelitian (Mubarokati, 2022) Potret Perjuangan Perempuan Oleh Isra Hadid Dan Deya Ra'ad dalam *A Woman Is No Man* Karya Etaf Rum. Metode Naratologi untuk mengungkapkan perjuangan dua karakter perempuan dengan membaca kembali teks-teks agama dan mereproduksi makna melalui feminisme Islam Amina Wadud. Metode ini membantu dalam menganalisis penggambaran perjuangan perempuan dalam novel *A Woman Is No Man* Karya Etaf Rum.

Penelitian relevan yang terakhir yakni masih seputar kekuatan cerita dalam teks novel yakni, menganalisis konfigurasi ulang Sun Wukong dalam trilogi film *Monkey King* (*Monkey King 1* (2014), *Monkey King 2* (2016), and *Monkey King 3* (2018) (Wulandari) konsep konfigurasi dalam tataran naratif *monomyth* Joseph Campbell.

Tataran *monomyth* yang terdiri atas departure, initiation, dan return dari hasil penelitian ini menggambarkan perubahan efek visualisasi dan hibriditas (Wulandari). Efek visualisasi didapat dari CGI dalam film SWK (*Sun Wukong*) dan hibriditas yang muncul yakni, perubahan monyet-manusia namun ego lebih besar mengarah kepada

monyet, perubahan 72 wujud, dan kemampuannya menjadi gorila raksasa. Film yang sangat merepresentasikan negara pembuatnya yakni RRT (Republik Rakyat Tiongkok) dengan menekankan kepada semangat *Twelve Core Values of Chinese Socialism*, yakni semangat dalam mengubah wajah tradisional negara Tiongkok menjadi modern.

2. METODOLOGI

Fokus penelitian yakni menganalisis naratologi dengan sub fokus analisis tataran kejadian dan riwayat. Instrumen yang digunakan yakni data primer berupa percakapan atau monolog dari narator dalam teks yang kemudian dianalisis menggunakan teori kejadian dan riwayat. Metode penelitian dalam artikel ini menggunakan metode deskriptif-kualitatif (Dinihari et al., 2021), yakni menuliskan bentuk-bentuk cerita yang memuat hubungan kausal (kejadian) dan tataran riwayat, kemudian menginterpretasikannya dan mengujinya dalam teori naratif Rimmon-Kenan, Shlomith (Rimmon- Kenan, 2002). Teknik analisis data berupa kejadian yang menganalisis hubungan kausal sebuah cerita sehingga diperoleh proses alur sebab-akibat dalam setiap tokoh. Riwayat melihat cerita sebagai sebuah ceita dari proses keadaan seimbang kemudian tindakan perubahan, dan keadaan tidak seimbang sehingga menjadi keadaan seimbang baru. Keabsahan data dalam tataran kejadian, mengambil teori dari Rimmon- Kenan bahwa kejadian-kejadian dalam riwayat berkombinasi satu sama lain menurut kaidah urutan temporal (*temporal succession*) dan hubungan kausal (*causality*) (Rimmon-Kenan, 2002). Tataran riwayat mengambil dari teori Todorov dengan sebuah cerita ideal dimulai dari suatu keadaan seimbang yang diganggu oleh suatu kekuatan tertentu. Akibatnya, terjadilah keadaan tak seimbang; berkat kekuatan dari arah yang berlawanan, keadaan seimbang tercipta kembali; ke adaan seimbang yang kedua ini memang mirip keadaan awal, tetapi keduanya tak pemah sama. Dengan demikian, ada dua macam episode dalam cerita: yang menggambarkan keadaan tertentu (seimbang atau tidak) dan yang menggambarkan perubahan dari suatu

keadaan menuju keadaan lainnya (Todorov, 1968).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. 1 Hasil

Hasil analisis tataran riwayat dari novel *IQ84* karangan Haruki Murakami menggunakan versi Rimmon-Kenan menunjukkan temuan yang cukup berbeda dari analisis sebelumnya. Tataran riwayat yang menelusuri situasi alur berdasarkan riwayat (sekuen) (Triadnyani, 2021) dari sebuah novel. Melalui proses parafrasa dari kalimat dalam novel yang meunjukkan keadaan seimbang awal-tindakan gangguan-keseimbangan baru (Sari & Haryono, 2018). Maka diperoleh hasil berupa tabel sebagai berikut,

Tabel 1. Kajian Novel *IQ84* dalam Tataran Riwayat

No	Fungsi	Model Riwayat
1.	Cerita dimulai dengan Aomame, seorang pembunuh bayaran yang bekerja untuk sebuah organisasi rahasia yang menghukum para pemerkosa.	Keadaan seimbang awal
2.	Dia menemukan sebuah tangga darurat	Tindakan menuju perubahan
3.	Tangga tersebut yang mengantarnya ke dunia paralel yang disebut " <i>IQ84</i> ," mirip dengan tahun 1984 tetapi dengan perbedaan-perbedaan kecil yang aneh.	Keadaan tidak seimbang
4.	Sementara itu, Tengo, seorang penulis dan guru matematika, menerima tawaran untuk mengedit sebuah novel misterius yang ditulis oleh seorang gadis muda bernama Fuka-Eri. Novel tersebut berjudul " <i>Kepompong Udara</i> " dan menjadi sangat populer.	Keadaan seimbang
5.	Fuka Eri menawarkan Tango untuk mengikuti sayembara novel.	Keadaan tidak seimbang
6.	Tango berkali-kali mengedit novel " <i>Kepompong Udara</i> " untuk diikutsertakan dalam sayembara novel.	Tindakan perubahan
7.	Tengo bertemu dengan Aomame, dan keduanya mulai terlibat dalam hubungan yang terlarang.	Keadaan tidak seimbang
8.	Mereka berdua merasa bahwa takdir mereka terkait dengan <i>IQ84</i>	Keadaan seimbang baru
9.	peristiwa-peristiwa misterius yang terjadi di sana.	Tindakan tidak seimbang

10	Aomame dan Tengo menyadari bahwa <i>IQ84</i> dikuasai oleh kekuatan gelap yang kuat yang ingin mengendalikan takdir manusia.	Keadaan tidak seimbang
11	Mereka memutuskan untuk berjuang melawan kekuatan ini, meskipun tindakan mereka membawa risiko besar	Tindakan perubahan
12	Aomame dan Tengo memiliki pertemuan kunci yang akan memengaruhi nasib mereka dan nasib <i>IQ84</i>	Tindakan perubahan
13	Mereka harus menghadapi pilihan sulit yang dapat mengubah dunia di sekitar mereka.	Tindakan perubahan
14	Sementara berusaha untuk mengubah dunia mereka, Aomame dan Tengo juga mencari identitas dan kebenaran masing-masing.	Keadaan seimbang baru

Sumber : Hasil Olah Penelitian

3.2 Pembahasan

Novel *IQ84* adalah sebuah novel epik karya Haruki Murakami yang terdiri dari tiga jilid. Cerita ini berlatar di Tokyo pada tahun 1984, namun segera kita menyadari bahwa dunia dalam novel ini berbeda dari kenyataan yang kita kenal. Bulan terlihat memiliki dua satelit, dan berbagai peristiwa supernatural dan misterius terjadi.

Dua karakter utama dalam novel ini adalah Aomame dan Tengo. Aomame adalah seorang pembunuh bayaran yang bekerja untuk sebuah organisasi rahasia yang menghilangkan individu yang melakukan kejahatan besar dan tidak bisa dihukum oleh hukum. Sementara itu, Tengo adalah seorang guru matematika dan penulis amatir yang dipekerjakan untuk mengedit sebuah novel misterius yang ditulis oleh seorang gadis muda bernama Fuka-Eri.

Cerita ini menggambarkan perjalanan Aomame dan Tengo melalui realitas alternatif yang disebut "*IQ84* ." Mereka menyadari bahwa mereka telah terperangkap dalam dunia ini dan bahwa perubahan signifikan telah terjadi. Ini termasuk perubahan kecil seperti marka jalan yang berbeda hingga perubahan besar seperti keberadaan sebuah agama baru yang disebut "Sakigake" yang memiliki pengikut fanatik.

Kisah Aomame:

Aomame mendapatkan tugas untuk membunuh individu-individu yang melakukan kejahatan serius. Seiring berjalannya cerita, kita menyaksikan sejumlah pembunuhan yang dia lakukan. Namun, saat dia berusaha untuk kembali ke dunia asalnya, dia semakin menyadari betapa anehnya dunia *IQ84* ini. Dia juga mulai mengenang masa kecilnya dan hubungannya dengan Tengo.

Kisah Tengo:

Tengo terlibat dalam perubahan besar dalam hidupnya ketika dia setuju untuk mengedit novel misterius "Air Chrysalis" yang ditulis oleh Fuka-Eri. Novel ini memiliki tema-tema aneh yang berkaitan dengan realitas alternatif. Tengo merasa terpanggil untuk memberikan penyempurnaan pada novel tersebut, dan ketika novel ini mulai menjadi populer, dia terlibat dalam konriwayatsi yang rumit.

Aomame dan Tengo memiliki hubungan yang kompleks. Mereka telah mengenal satu sama lain sejak masa kecil mereka, dan ketika mereka bertemu kembali dalam dunia *IQ84*, hubungan mereka semakin dekat. Mereka menyadari bahwa mereka adalah satu-satunya yang bisa membantu satu sama lain untuk keluar dari realitas alternatif ini.

Selama perjalanan mereka, Aomame dan Tengo berhadapan dengan misteri yang tak terhitung jumlahnya. Mereka mencoba memahami bagaimana dunia *IQ84* ini, berfungsi, mengapa ada perubahan dramatis dalam dunia mereka, dan apa yang mendorong organisasi Sakigake. Mereka juga terus dikejar oleh agen-agen Sakigake yang ingin mengendalikan mereka.

IQ84 adalah novel yang penuh dengan tema-tema mendalam. Ini mencakup tema-tema seperti realitas, identitas, cinta, kebenaran, dan pengaruh tak terlihat yang mengendalikan dunia. Novel ini mengajukan banyak pertanyaan filosofis dan menantang pembaca untuk merenungkan makna di balik cerita yang rumit.

Novel epik yang menggabungkan elemen-elemen fiksi ilmiah, misteri, dan romansa dalam sebuah kisah yang kompleks. Meskipun cerita ini sangat rumit dan penuh dengan misteri, itu juga mengeksplorasi tema-tema yang mendalam dan memikat. Haruki Murakami menciptakan dunia yang aneh dan misterius dalam novel ini, dan pembaca diundang untuk menjelajahnya bersama karakter-karakter yang kompleks seperti Aomame dan Tengo. Novel yang ambisius dan menghadirkan pengalaman membaca yang mendalam dan memikat. Namun, pembaca yang terbiasa dengan akhir cerita yang gembira atau sedih akan sedikit tidak terbiasa dengan akhir cerita yang menggantung dan boleh jadi tidak memberikan arah secara tegas karena ciri khas pengarang Haruki Murakami

4. KESIMPULAN

Tataran kejadian dan riwayat merupakan salah satu pembacaan jarak dekat dari konsep naratologi. Kedua hal ini berfungsi menyampaikan bagaimana cerita berkembang dari cara memulai cerita hingga kemungkinan memberikan petunjuk membaca secara jauh yang melibatkan kontekstual berdasarkan unsur di luar teks seperti, ideologi, gender, dan feminisme.

Tataran naratologi memiliki beberapa jenis yang beragam fungsinya. Tataran kejadian dan riwayat boleh jadi sebuah awal dalam memahami cerita dari segi teknik bercerita berdasarkan hubungan kausal dan bingkai dalam sebuah cerita. Sebuah cerita sangat berpotensi mempunyai sebuah kausal walaupun tidak secara tegas, namun bisa diwujudkan dalam sebab-akibat seminim apapun gejalanya. Gejala sebab-akibat digunakan dalam merampungkan sebuah riwayat pun bisa menentukan alur dari sebuah cerita.

Dalam tataran riwayat pun sebuah cerita dianalogikan sebagai bingkai yang mempunyai banyak bentuk. Sebuah cerita ada yang berbentuk lingkaran, segi empat, dan segi lainnya yang menceritakan kisah tokoh-tokohnya sampai akhir. Alur dalam riwayat berupa parafrasa yang memuat konsep keseimbangan awal-gangguan/tindakan perubahan-keseimbangan baru menentukan

sebuah riwayat bagaimana cerita akan beranjak.

Bagian rekomendasi dari penelitian ini yakni tahap pertama ketika menganalisis tataran riwayat/sekuen hendaknya menganalisis kejadian terlebih dahulu untuk memperoleh hubungan kausal dari sebuah cerita. Tataran riwayat kemudian dianalisis setelah tataran kejadian diperoleh sebagai penjabar dari struktur logis dalam cerita. Kedua tataran kejadian dan riwayat memungkinkan untuk proses lebih lanjut dalam abstraksi sebuah cerita seperti ideologi, bentuk genre, dan budaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bal, M. (2017). Narratology: Introduction to the Theory of Texts. In *Poetics Today* (Vol. 7, Issue 3).
<https://doi.org/10.2307/1772523>
- Barthes, R. (1983). *edited and with an introduction by Susan Sontag*. 251–252.
- Dinihari, Y., Zuriyati, Z., & Lustyantje, N. (2021). Javanese Cultural Values of the Yogyakarta Palace in the Film ‘Marak: Mresani Panji Sekar.’ *Hortatori : Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 5(2), 178–187.
<https://doi.org/10.30998/jh.v5i2.776>
- Fludernik, M. (2009). An Introduction to Narratology,. In *Language and Literature* (Vol. 1).
- Herman, D. (2018). The cambridge companion to narrative theory. In *The Cambridge Companion to Narrative Theory*.
<https://doi.org/10.1017/9781108639149>
- Hidayatullah, D. (2017). Interseksi Maskulinitas Dan Agama Dalam Cerpen Robohnya Surau Kami Karya a. a. Navis. *Adabiyāt: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 1(2), 139.
<https://doi.org/10.14421/ajbs.2017.01201>
- Intan, T. (2020). KOMPLEKSITAS Struktur Naratif Dalam Novel La Dentellière Karya PASCAL LAINÉ. *JURNAL ILMU BUDAYA*.
<https://journal.unhas.ac.id/index.php/jib/article/view/11049>
- Mubarokati, R. 'Aisyil. (2022). Potret Perjuangan Perempuan Oleh Isra Hadid Dan Deya Ra'Ad Dalam a Woman Is No Man Karya Etaf Rum. *Adabiyāt: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 6(1), 19.
<https://doi.org/10.14421/ajbs.2022.06102>
- Rimmon- Kenan, S. (2002). *Narrative Fiction: Contemporary Poetics, 2nd Edition*.
- Sari, K. W., & Haryono, C. G. (2018). Hegemoni Budaya Patriarki Pada Film (Analisis Naratif Tzvetan Todorov Terhadap Film Kartini 2017). *Semiotika*, 12(1), 36.
<http://dx.doi.org/10.30813/s:jk.v12i1.1542>
- Todorov, T. (1968). *tata sastra*.
- Triadnyani, I. G. A. A. M. (2021). Peran Gagasan dalam Cerpen “Anjing” Karya Kuntowijoyo: Analisis Todorov. *Stilistika : Journal of Indonesian Language and Literature*, 1(1), 36.
<https://doi.org/10.24843/stil.2021.v01.i01.p03>
- Vervaeck, L. H. and B. (2019). *Handbook of Narrative Analysis*.

KAJIAN PERANCANGAN BEJANA TEKAN SEBAGAI BLOW DOWN KETEL UAP BERTEKANAN 8 BAR DI HOTEL XYZ

Hariyanto

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

Abstrak

Dalam dunia teknik istilah bejana tekan sudah sering kita dengarkan dan umum digunakan. Bejana tekan merupakan suatu tempat untuk menyimpan atau menampung fluida baik cair maupun gas bertekanan, dengan aman. Kebutuhan bejana tekan pada sistem Pembangkit uap adalah sangat di butuhkan khususnya untuk membuang air didalam ketel uap (*blowdown*). Ketel uap adalah pesawat energi yang berfungsi untuk memanaskan air sehingga menjadi uap bertekanan. Dalam prosesnya uap air yang digunakan untuk keperluan industri seperti pengering pakaian, industri makanan, oven dan lainya. Setelah uap air di gunakan maka kemudian di dinginkan di kondensat dan di gunakan kembali untuk air pengisi ketel, karena berulang ulang di gunakan sebagai air pengisi ketel sehingga air tersebut menjadi kotor. Karena air dalam ketel uap tersebut bertekanan 8 bar, sangat berbahaya bila di buang ke lingkungan sehingga perlu alat bejana tekan (*blowdown tank*) untuk menetralsir tekanan air sebelum di buang ke lingkungan. Bejana tekan *blowdown* di Hotel XYZ tersebut telah beroperasi dua puluhan tahun, maka perlu dilakukan kajian perancangan. Tujuan menganalisa *blowdown tank* tersebut adalah untuk menentukan apakah konstruksi *blowdown tank* tersebut masih aman dan layak digunakan. Metodologi kajian perencanaan bejana tekan tersebut dimulai dari survai kelapangan untuk mendapatkan data bejana tekan kemudian dilakukan analisa kajian perancangan konstruksi, dimensi dan material bejana tekan. Dari hasil kajian perancangan bejana tekan tersebut diperoleh dimensi diameter dalam 1000 mm, tebal dinding bejana 8 mm (1/3,2 inc), tekanan *design* 8,8 Bar, tinggi kaki bejana 1600 mm, tekanan maximum 1,2 N/mm², bahan pelat dinding terbuat dari baja 304 mm, tegangan ijin bahan 123 N/mm², pemeriksaan tegangan dinding bejana 55 kg/mm².

Kata kunci : bejana, tekan, *blowdown*, tank, ketel.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketel uap adalah salah satu mesin penghasil uap bertekanan tinggi dengan cara memanaskan air dalam ketel sehingga menjadi uap bertekanan atau bejana tekan (*pressure vessel*) (Aznam barun, Fitroh Malik, 2013). Setelah uap tersebut digunakan untuk keperluan pengering, pemanas, oven di industri, proses perminyakan dan lainya, uap tersebut menjadi air dan kembali di masukan ke dalam ketel melalui pompa. Mengingat air ketel tersebut bersirkulasi terus menerus sehingga air ketel menjadi kotor dan sebagian perlu di buang, maka dibutuhkan bejana tekan yang disebut tangki *blowdown*.

Permasalahan di air ketel uap yang kotor tersebut di buang ke tangki *blowdown* karena tekanan air dan suhu air masih tinggi, sehingga berbahaya terhadap lingkungan. Di dalam tangki *blowdown* tersebut air ketel menjadi bertekanan rendah, sehingga aman bila di buang ke lingkungan. Disamping itu

air yang di buang dari boiler untuk menghindari konsentrasi pengotor penggunaan uap selama boiler beroperasi, atau penggunaan yang berkelanjutan. Air di hembuskan keluar dari boiler bertekanan dari *steam* dalam boiler. (Darsono, 2021)

Mengingat pentingnya tangki (bejana tekan) *blowdown* tersebut untuk keselamatan kerja, dan menurunkan tekanan air buangan, maka penelitian ini di lakukan. Penelitian ini mengambil judul Kajian perancangan bejana tekan *blowdown* untuk ketel uap bertekanan 8 bar. Dalam penyelesaian penelitian ini penulis melakukan survai ke salah satu hotel XYZ yang mengoperasikan ketel uap.

Sebagai perhitungan dasar analisa kajian perancangan bejana tekan tersebut dengan Standar ASME (*American Society of Mechanical Engineering*) section VIII Divisi I (ASME Code Section VIII, 1992) dan buku referensi lainya yang berkaitan dengan perhitungan mekanikal bejana tekan.

1.2. Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahannya adalah bagaimana mengkaji dan menganalisa kekuatan tangki *blowdown* terhadap beban air bertekanan dari ketel uap agar aman dioperasikan pada tekanan tertentu.

1.3. Identifikasi Masalah

Dalam mengkaji masalah tersebut di atas dapat disimpulkan dari permasalahan di atas yaitu:

1. Mengkaji perancangan bejana tekan atau tangki *blowdown* apakah kekuatannya masih mampu menerima beban dari ketel uap.
2. Mengkaji pemilihan material yang digunakan apakah sesuai dengan fungsinya yaitu bekerja dengantekanan tinggi dan suhu tinggi.
3. Mengkaji perancangan kekuatan komponen bejana tekan apakah aman dioperasikan.
4. Kajian Perancangan bejana tekan sesuai dengan rumusan standar ASME section VIII Divisi I.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menyelesaikan kajian perancangan bejana tekan *blowdown* perlu dibatasi pada hal-hal berikut :

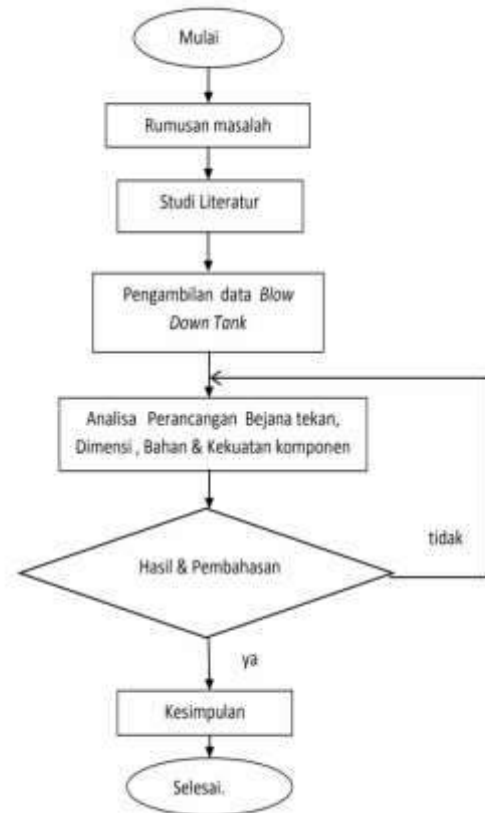
1. Kajian Perancangan berdasarkan tekanan kerja ketel uap yaitu 8 bar.
2. Material bejana tekan *blow down* bekerja pada suhu operasional air dan uap ketel uap
3. Standar yang digunakan dalam pemilihan material dan desain adalah standar ASME section VIII Divisi 1.
4. Kajian perancangan sebatas bejana tekan *blowdown* dan komponen bejana tekan dan tidak termasuk sistim pemipaan

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahannya adalah bagaimana mengkaji dan menganalisa kekuatan tangki *blowdown* terhadap beban air bertekanan dari ketel uap agar aman dioperasikan pada tekanan tertentu.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Flow Diagram Kajian Perencanaan Bejana tekan.

Flow diagram merupakan urutan pelaksanaan penelitian secara sistematis yang berbentuk diagram alir, sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Kajian Perancangan Bejana Tekan.

Sumber : Hasil Olah Penelitian

2.2. Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan, yang dimaksud adalah dalam bentuk menyeleksi permasalahan dalam kajian perancangan kemudian mengidentifikasi masalah-masalah tersebut menjadi beberapa permasalahan, kemudian untuk memberikan ruang batas penelitian yang di tuju agar terfocus, perlu batasan masalah atau ruang lingkup. Selanjutnya memberikan penekanan tujuan penelitian dalam beberapa rumusan masalah untuk di capai pada pelaksanaan dan penyelesaian penelitian. Diantaranya menentukan dimensi bejana, menentukan bahan yang dipilih sesuai dengan tekanan kerja bejana, analisa perancangan kekuatan komponen bejana tekan *Blowdown* tank.

2.3. Landasan teori atau Studi Literatur.

Landasan teori adalah alur logika atau penalaran yang merupakan seperangkat konsep, definisi, dan proporsi yang disusun secara sistematis. Suatu penelitian baru tidak bisa terlepas dari penelitian yang terlebih dahulu sudah dilakukan oleh peneliti yang lain.

Landasan teori ini berisi tentang teori-teori dasar tentang perancangan bejana tekan, yang di peroleh dari Studi literatur dari : buku referensi yang berkaitan dengan bejana tekan, Jurnal ilmiah terdahulu, Web Internet yang berkaitan dengan perancangan bejana tekan, dan sumber teori tersebut tertulis di daftar referensi.

2.4. Pengumpulan Data

Tahap berikutnya adalah melakukan pengumpulan data bejana tekan *blowdown* tank. Data ini merupakan data yang berkaitan dengan penelitian yaitu tekanan kerja dan suhu kerja, kapasitas aliran ke dalam bejana atau volume, dimensi bejana, Bahan yang digunakan:

Data Kajian Perancangan Bejana tekan tersebut adalah :

1. Tekanan kerja Ketel uap 8 Bar
2. Diameter direncanakan diameter dalam 1000 mm.
3. Tinggi direncanakan 1600 mm.
4. Diameter pipa air masuk Bejana 2 inc atau 50,8 mm.
5. Diameter pipa air keluar bejana 3 inci atau 76,2 mm.
6. Type bejana tekan vertikal.
7. Bahan bejana tekan direncanakan dari material AS 516 grade 70).
8. Safety factor =3.

Pengambilan data Boiler atau ketel Uap sebagai berikut :

1. Uap boiler digunakan untuk: Memasak, membuat air panas, mengeringkan pakaian, handuk dan sprei.
2. Jumlah kamar 970 kamar, terdiri dari 19 lantai, kamar dimulai dari lantai 5 ke atas.
3. Lantai 1 sampai 4 digunakan sebagai kantor, restoran, tempat pertemuan, dapur dan tempat laundry.
4. Accupansi / isi 70%.

5. Kapasitas uap boiler 8 ton/jam, tekanan 8 Bar. Uap untuk laundry 70%, yang 30% digunakan untuk membuat air panas dan memasak.
6. Diameter boiler kira-kira 2000mm dan panjang 5m.

2.5 Analisa Kajian Perancangan Bejana Tekan.

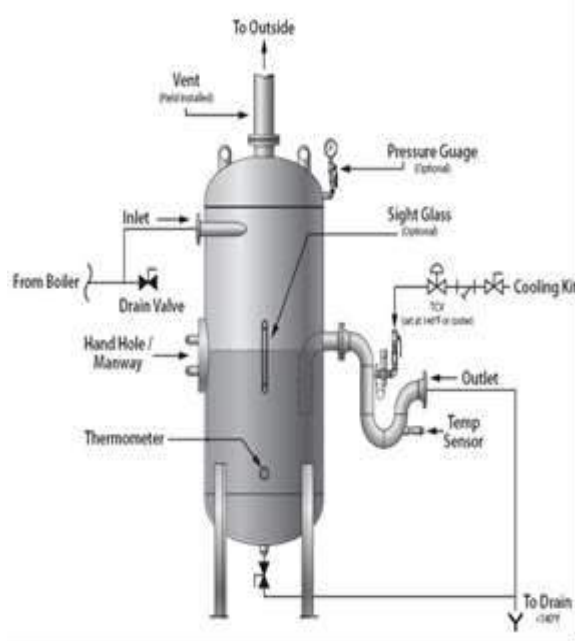
Dalam kajian perancangan perancangan *blowdown* tank yaitu melakukan analisa sebagai berikut:

1. Menentukan klasifikasi Volume Bejana tekan yang di rencanakan, meliputi dimensi tutup bejana dan dimensi shell atau badan bejana.
2. Menentukan tekanan kerja, tekanan design dan tekanan maksimal. Besaran tekanan tersebut di atas digunakan untk Analisa komponen *blowdown* tank.
3. Menentukan perhitungan perancangan dinding (*Shell*), tutup (*Cap*), kedudukan dan nozel komponen lainnya.
4. Menentukan dimensi dan bahan/material yang di gunakan dalam kajian perancangan bejana tekan.
5. Menentukan berat bejana tekan secara keseluruhan.

2.6. Hasil Analisa & Pembahasan

Melakukan kajian apakah perancangan bejana tekan sesuai dengan standart perancangan dari dasar- dasar perancangan buku referensi seperti dimensi, tekanan maksimal dan kekuatan dinding maupun lainnya. Bila hasil perhitungan perancangan tidak sesuai dengan standar maka analisa perhitungan perancangan di lakukan perhitungan ulang.

2.7 Berikut gambar konsep design Beejana tekan type blow down tank yang akan di kaji perancangannya :



Gambar 2. Bejana tekan vertical untuk *Blow down tank*. (Sumber Pt. Indira Mitra Boiler, <https://Idmboiler.Co.Id/IDM-Boiler/Blowdown-Boiler/IDM-BOILER.Html>)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN PERANCANGAN BEJANA TEKAN

3.1. Perhitungan Bejana Tekan

Di sini akan diuraikan perhitungan dinding bejana, tutup bejana, tebal nosel, tebal penyangga dan pemilihan flanges. Sebagai perhitungan dasar analisa kajian perancangan Bejana tekan tersebut dengan Standar ASME (*American Society of Mechanical Engineering*) section VIII Divisi I dan buku referensi lainnya yang berkaitan dengan mekanikal Bejana Tekan.

Data Kajian perancangan bejana tekan tersebut adalah:

1. Tekanan kerja ketel uap ,8 Bar
2. Diameter direncanakan diameter dalam 1000 mm
3. Volume bejana 1,4 m³.
4. Diameter pipa air masuk bejana 2 inc atau 50,8 mm
5. Diameter pipa air keluar bejana 3 inci atai 76,2 mm
6. Type Bejana tekan Vertikal
7. Bahan bejana tekan direncanakan dari material AS 516 grade 70.
8. Suhu pengoperasian = 100⁰C. = 212⁰F.

Perhitungan tinggi bejana:

$$V = \left(\frac{\pi.D^2}{4} \right) L + \frac{\pi.D^3}{24}$$

$$1,4 \text{ M}^3 = \left(\frac{3,14.(1,00)^2}{4} \right) L + \frac{3,14.(1,00)^3}{24}$$

$$1,4 \text{ M}^3 = 0,785 + 0,131$$

$$\text{Maka Tinggi Bejana } L = \frac{1,4-0,131}{0,785} = 1,6 \text{ m.}$$

Menentukan Ketebalan Dinding Bejana :

Dinding bejana yang mengalami tekanan internal sehingga tidak boleh lebih tipis dari nilai yang dihitung. Untuk menentukan ketebalan dinding bejana dipergunakan rumus (Eugene F. Megyesy, 2004):

$$t = \frac{P . r . i .}{S a . E - 0,6 P .} + C a$$

Dimana :

P d = Tekanan Design (N/mm²)

Pd = 1,1, Po = 1,1, x 8 = 8,8 bar.= 0, 88 N/mm²

E = faktor sambungan = 1

Ca = faktor korosi = 3 mm

R = D/2 = 1000/2 = 500 mm.

Sa = Tegangan ijin bahan = σ_y / F .

Yang mana σ_y = tegangan luluh bahan .

dimana bahan direncanakan dari baja pelat type SA 516 Gd 70 pada suhu 1000C. kekuatan tarik (tabel 2.1.) $\sigma_y = 17500 \text{ psi.} = 123,01 \text{ N/mm}^2$.

F = faktor safety di tentukan = 3 (Eugene F. Megyesy, 2004):

Sehingga Tegangan ijin (Sa) :

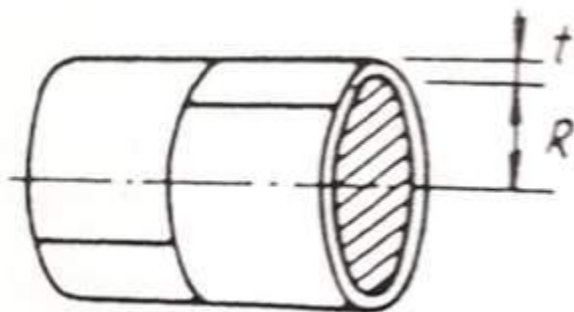
Sa = 123,01/3 = 41 N/mm²

Maka tebal dinding bejana adalah :

$$t = \frac{0,88.(500)}{123,01.1.-0,6(0,88)} + 3 = \frac{440}{122,48} + 3 \text{ mm.}$$

$$t = 6,6 \text{ mm}$$

Sesuai dengan standard ketebalan pelat bahwa dengan ketebalan pelat hasil perhitungan yaitu 6,6 mm tidak tersedia di pasaran maka dinding bejana tekan menggunakan pelat standart ketebalan 5/16 inci atau 8 mm sesuai dengan material yang tersedia dipasaran.



Gambar 3. Dinding Bejana tekan
(Sumber: Eugene F. Megyesy.2004):

Analisa Tekanan Maksimum Dalam Bejana.
Dihitung dari tebal pelat yang ada dipasaran.
Maka tekanan kerja maksimum adalah
(Eugene F. Megyesy.2004):

$$P_{max} = \frac{\sigma_h(E)(ta - Ca)}{R + 0,6(ta - Ca)}$$

Dimana :

ta = tebal dinding = 8 mm.

σ_h = tegangan bahan (123,01 N/mm²)

Ca = faktor korosi (3 mm)

R = Jari-jari bejana (500 mm)

Maka diperoleh :

$$P_m = \frac{123, (1)(8 - 3)}{500 + 0,6(8 - 3)} = \frac{615,05}{503}$$

PM = 1.2 N/mm².

Dinding bejana mampu menahan tekanan = 1,2 N/mm². Maka tekanan maksimum dinding bejana =: 1,2 N/mm². Atau Pmax = 12 Bar. Sedang tekanan design (Pd) : 8,8 bar. Atau 0,88 N/mm². Sehingga bahan dinding bejana aman terhadap tekanan dalam atau Pd < Pmax. dinding bejana aman.



Gambar 4. Tangki Blowdown
(Sumber:Indiamark,<https://www.indiamart.com/pr odetail/blowdown-tank-21271338697.html>, 8-6-23)

Analisa Ketebalan Tutup Bejana (*Head Pressure Vessel Thighness*) .

Dalam perencanaan ini menggunakan jenis tutup bejana *Torispherical* (*Torispherical Head Pressure Vessel*)

Adapun persamaan yang digunakan adalah rumus sbb :

$$t = \frac{Pd.D.}{2.S.E+0,2 Pd.} + Ca.$$

Dimana :

P = Tekanan perencanaan (design) = 0,88 N/mm².

D = Diameter dalam bejana.= 1000 mm

E = Efisien sambungan (las). = 1

S = Tegangan tarik ijin material pada kondisi kerja.

Direncanakan bahan tutup bejana diambil dari bahan A 516 – Grade 70. (Erlianty, 2023) σ_h = 123,01 N/mm².

Ca = faktor korosi = 3 mm

F = Faktor keamanan di rencanakan = 3.

T = suhu kerja 100 OC.

Maka ketebalan tutup bejana diperoleh :

$$t = \frac{(0,88).1000}{2.(123,01).1-0,2 (0,88)} + 3 \text{ mm.}$$

$$t = \frac{880}{245,8} + 3 \text{ mm} = 6,6 \text{ mm.}$$

Hasil perhitungan tebal pelat tutup bejana blowdown adalah 6,6 mm. Sesuai dengan data pelat pada lambiran 1 bahwa tebal pelat yang ada di pasaran adalah 8 mm. Sehingga pelat yang digunakan untuk tutup bejana tekan tersebut adalah disesuaikan dengan tebal pelat yang ada di pasar yaitu (tt) 8 mm.

Adapun tekanan maksimum yang harus mampu ditahan oleh tutup bejana adalah (Pa.):

$$P_a = \frac{2.S.E.(tt - Ca)}{D + 1,8 (tt - Ca)}$$

Dimana :

tt = tebal pelat tutup bejana = 8 mm.

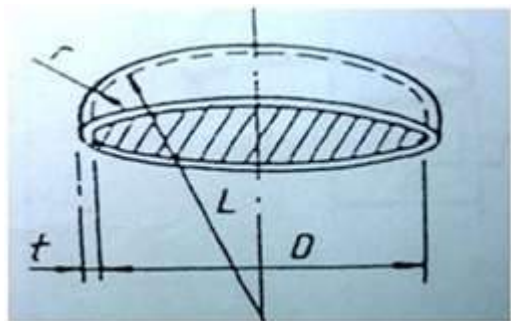
D = Diameter dalam bejana (1000 mm)

Maka tekanan Maximum yang bekerja di tutup bejana adalah :

$$P_{mak} = \frac{2.(123,01).1.(8-3)}{1000-1,8(8-3)} = \frac{1230,1}{991}$$

$$= 1,24 \text{ N/mm}^2$$

Sehingga tekanan maksimum yang bekerja pada tutup bejana tekan adalah :
 $P_{mak} = P_a \times F = 1,24 \times 3 = 3,72 \text{ N/mm}^2$
 Tekanan tutup bejana aman dari tekanan design yaitu $P_d = 0,88 \text{ N/mm}^2$. Atau $P_d < P_{max}$.



Gambar 5.. Tutup bejana jenis Torispherical Head
Sumber : (Erlianty, 2023)

Analisa Perhitungan Ketebalan dinding Nozel.

Pada bejana tekan blowdown ada 2 nozel yaitu nozel masuk dan nozel keluar. Nozel tersebut digunakan untuk mengalirkan fluida masuk dan keluar dari bejana tekan. Dalam konstruksi Nozel bejana tekan biasanya digunakan bahan dari pipa yang memenuhi spesifikasi sesuai yang di butuhkan. Nozel masuk dipasang di sisi samping tengah pada bejana tekan dan nozel keluar dipasang disisi samping bawah bejana *blowdown* (lihat gambar 4). Dalam memasang nozel di bejana biasanya dinding bejana di lobangi kemudian nozel disambung dengan dilas antara dinding bejana dan nozel dan sisi lainnya di pasangi flanges.

Besar ukuran nozel ditentukan oleh jumlah aliran fluida pada bejana blowdown atau keluaran pipa dari ketel uap. Adapun yang perlu di perhitungkan adalah ketebalan

Nozel. Diameter nozel yang direncanakan adalah :

Nozel sisi masuk = 2 inc.

Nozel sisi keluar = 4 inc.

Perancangan Dinding Nozel sisi masuk diameter 2 inchi.

Bahan yang digunakan adalah dipilih dari bahan pipa standart SA 106 grade B (ASME) Yield strength 35000 psi = 2460,98 kg/cm² [1]

$$t_n = \frac{P_d \cdot r_n}{\sigma_n \cdot E - 0,6 P} + C_a$$

Dimana :

t_n = tebal material dinding nozel.(mm)

P_d = tekanan design nozel.(N/mm²) = 0,88 N/mm²

d_n = diameter nozel sisi masuk = 2 inchi. (50,8 mm)

r_n = jari-jari nozel. (25,4 mm)

Nozel diambil dari ukuran diameter dalam 2 inc.

F = safety factor.=3

σ_n = tegangan tarik ijin material leher nozel pada kondisi kerja. (N/mm²)

$$\begin{aligned} \text{Tegangan ijin: } \sigma_n &= \sigma_y / f \\ &= 2460,98 / 3 = 820,33 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 82,03 \text{ N/mm}^2. \end{aligned}$$

E_n = factor sambungan.(1)

C_a = factor korosi (3 mm)

a). Maka tebal dinding Nozel sisi masuk dapat dihitung :

$$\begin{aligned} t_{n1} &= \frac{(0,88) \cdot 25,4}{82,03 \cdot (1) - 0,6 (0,88)} + 3. \\ &= \frac{22,35}{81,45} + 3 \\ &= 3,28 \text{ mm.} \end{aligned}$$

b). Sedangkan tebal pipa diameter 2 inc menurut ANSI dengan schedule std pada table pipa (lampiran 2.) tebal dinding pipa untk nozel diambil Pipa 2 inc. scedhule 40s dengan ketebalan : 5,54 mm.

Perhitungan Perencanaan Dinding Lobang lalu orang. sisi samping bejana diameter 10 inchi dengan perhitungn adalah (Eugene F. Megyesy, 2004):

$$t_{n2} = \frac{P \cdot r_n}{\sigma_n \cdot E - 0,6 P} + C_a.$$

Dimana :

t_n = tebal material dinding nozel.(mm)

P = tekanan design nozel.(N/mm²) = 0,88 N/mm²

D_n = diameter dalam nozel sisi keluar = 10 inci.

r_n = jari-jari nozel. (mm) Nosel diambil dari ukuran diameter dalam 10 inc. (table pipa lampiran 2) = 127 mm

F = safety factor.=3

σ_n = tegangan tarik material leher nosel pada kondisi kerja. (N/mm²) = dipilih dari bahan pipa standart SA 106 grade B (ASME) Yield strength 35000 psi = 2460,98 kg/cm²

Tegangan ijin : $\sigma_n = \sigma_y/f = 2460,98/3 = 820,33 \text{ kg/cm}^2 = 82,03 \text{ N/mm}^2$.

E_n = factor sambungan.(1)

C_a = factor korosi (3 mm)

a) Maka tebal dinding lalu orang (t_{n2}) :

$$\begin{aligned} t_{n2} &= \frac{(0,88).127.}{82,03.(1)- 0,6 (0,88)} + 3. \\ &= \frac{111,76}{81,45} + 3 \\ &= 4,37 \text{ mm.} \end{aligned}$$

b) Sedangkan tebal pipa diameter 10 inc menurut ANSI dengan schedule std pada table pipa (lampiran 2.) tebal dinding pipa untuk nozel diambil Pipa 10 inc. scedhule standart dengan ketebalan : 9,27 mm (Eugene F. Megyesy, 2004):



Gambar 6. Man hole (Lobang lalu orang) diameter 10 inc.

(Sumber : <https://www.tradekey.com/product-free/Manhole-Flange-9192868.html>, 9-6-23)

Perhitungan Berat Bejana.

Berat bejana perlu di analisa guna untuk menentukan kekuatan kaki dan penggantung bejana tekan maka perlu menghitung berat bejana. Berat bejana kategorikan menjadi tiga yaitu :

a) Berat bejana saat kondisi kosong,

- b) Berat bejana saat kondisi dioperasikan serta.
- c) Berat bejana saat kondisi dilakukan test/ pengujian.

Bagian yang diperhitungkan pada berat bejana tega, yaitu :

1. Tabung bejana (shell).
2. Tutup bejana (head).
3. Plat untuk pekerja (internal plat work).
4. Nozel dan Flange
5. Plat pengangkat.(anchor lag)
6. Dan lainnya
7. Jumlah berat dari urutan 1 sampai dengan 6 di tambah 6 % . sebagai tambahan hasil pengelasan.

Perhitungan berat bejana dapat digunakan rumus sebagai berikut (Eugene F. Megyesy, 2004):

$$W_e = V. \rho.$$

Dimana:

W_e = berat bejana (kg)

ρ = berat jenis bahan baja (7850 kg/m³.)

V = volume bahan bejana mm³.

3.2. Pembahasan

Dari hasil analisa perhitungan bejana tekan *blow down* tekanan 8 Bar Volume 1,4 m³ diperoleh hasil akhir:

A) Hasil Perhitungan Perancangan Dimensi Bejan Tekan :

- o Diameter dalam = 1000 mm
- o Tinggi bejana = 1600 mm
- o Tekanan Operasional = 8 Bar.
- o Tekanan design = 8,8 Bar.
- o Type Bejana Vertikal.
- o Tebal dinding bejana = 8 mm
- o Type tutup bejana Pherispherical head
- o Tebal tutup bejana = 8 mm

Bahan Dinding (*Shell*) dan tutup (*head*) bejana ASTM SA 516 Grade 70 Tegangan Yield (σ_y) 260 N/mm².

B) Hasil Analisa Pipa Nozel :

- Bahan ASTM SA 516 grade 70. Pipa
- o Schedule XX STD.
- o Tegangan yeald 261,82 N/mm².
- o Tebal Nozel 8 mm
- o Nozel terdiri dari 4 :
 1. Nozel pipa masuk 2 inc.
 2. Nozel keluar diameter 4 inc.

3. Nozel uap keluar 6 inc.
 4. Nozel lubang lalu orang (menhole) = 10 inc.
- C) Hasil Perancangan Flange : yaitu untuk menyambung Nozel ke sistim pemipaan : ada 4 flange yaitu :
- o Flange pipa sisi masuk \varnothing 2 inc.
 - o Flange pipa sisi keluar \varnothing 4 inc.
 - o Flange uap keluar = 6 inc
 - o Flange Man hole = 10 inc.
- D) Analisa Perhitungan Berat Bejana Dan Komponenya :
- o Berat bejana $W_b = 571$ kg
 - o Berat operasional berisi air 50 % .
 $W_o = 1271$ kg
 - o Berat saat pengujian = $W_p = 1971$ kg

4. Kesimpulan .

Perancangan bejana tekan untuk *Blowdown* dengan kapasitas 1400 liter dan tekanan 8 bar maka dapat diambil kesimpulan.

Dalam perancangan bejana tekan ini perhitungan konstruksi menggunakan persyaratan standart ASME Boiler Pressure Vesel.

1. Dari hasil perhitungan diperoleh Ukuran bejana tekan:
Diameter dalam = 1000 mm
Tinggi bejana = 1600 mm.
Tinggi kaki = 2 ft = 610 mm
Tekanan design = 8,8 Bar.
Diameter Nozel keluar = 2 inci
schedule 40s
Diameter Nozel masuk = 4 inci
schedule 40
2. Bahan dinding bejana terbuat dari Baja Pemeriksaan kekuatan bahan ASTM AS 516 grade 70). Tegangan ijin bahan = 123,01 N/mm², sedang kekuatan kemungkinan putus 55 N/mm². Sehingga dinding bejana aman.
3. Berat bejana dan komponen Berat bejana $W_b = 571$ kg Berat operasional berisi air 50 % . $W_o = 1271$ kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Aznam barun, Fitroh Malik, 2013 JURNAL Sintek Vol 7 No 2.... Design Konstruksi Bejana Tekan untuk Separator Gas.
- ASME Code Section VIII, 1992. Devisi I, Use. Rulles For Conctruction Pressure Vesel.
- Darsono, 2021 Teknik mesin ITBU Judul skripsi kajian Perancangan Ulang Bejana Tekan Horizontal Kapasitas 3,54 M3, Tekanan Desain 250 Bar Untuk Menampung Gas Cng Di Pt. Pjb Up Muara Tawar.
- Erlianty, ST, MT, 2023. Perancangan Tutup Bejana tekan, Univerrsitat Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Eugene F. Megyesy, 2004. Pressure Vessel Hand Book Edisi 7, Pressure Vessel Publishing.

Sumber referensi online:

- India mark,
<https://www.indiamart.com/proddetail/blowdown-tank-21271338697.html>
- PT. INDIRA MITRA BOILER,
<https://idmboiler.co.id/IDM-Boiler/blowdown-boiler/IDM-BOILER.html>
- <https://www.tradekey.com/productfree/Manhole-Flange-9192868.html>

OPTIMALISASI KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA *DUMP TRUCK* HD785-7 DENGAN METODE *INTEGRATED CONTROL SYSTEM*

Triyono Budi Santoso

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

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan *economy mode* pada alat berat dengan fokus pada efisiensi konsumsi bahan bakar dan dampaknya terhadap kinerja operasional. Penggunaan alat berat dalam sektor konstruksi dan pertambangan membutuhkan konsumsi bahan bakar yang besar, yang dapat berdampak pada biaya operasional yang tinggi. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan penggunaan strategi auto *economymode* sebagai solusi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan efisiensi operasional. Penelitian ini menggunakan metode penelitian perbandingan antara unit dengan auto *economymode* dan unit standart dengan mengumpulkan data langsung dari alat berat yang sedang beroperasi. Data dikumpulkan dalam dua kondisi: penggunaan *economy mode* diaktifkan dan *economymode* dinonaktifkan. Efisiensi konsumsi bahan bakar dan kinerja operasional diukur dan dibandingkan antara kedua kondisi tersebut. Selain itu, data juga dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan *economy mode* dan persepsi operator terhadap penggunaan strategi ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *economy mode* pada alat berat secara signifikan mengurangi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan efisiensi operasional. Rata-rata penghematan bahan bakar yang diperoleh dengan auto *economy mode* adalah sebesar 3%. Selain itu, operator alat berat juga memberikan umpan balik positif terkait penggunaan strategi *economy mode* ini, mengindikasikan bahwa mereka merasa lebih nyaman dan efisien dalam menjalankan tugas mereka. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang manfaat penggunaan *economy mode* pada alat berat dalam hal efisiensi konsumsi bahan bakar dan kinerja operasional. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah pentingnya melibatkan operator dalam pengambilan keputusan penggunaan strategi *economy mode*, serta perluasan penggunaan strategi ini dalam industri alat berat untuk mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional.

Kata Kunci : Optimalisasi, efisiensi, *economy mode*, *konsumsi bahan bakar*, *operasional*

1. PENDAHULUAN

Banyaknya isu lingkungan dan dalam rangka penghematan bahan bakar pada kendaraan menciptakan inovasi serta pengembangan teknologi baru dalam bidang otomotif untuk mengefisienkan kebutuhan bahan bakar pada kendaraan. Pengimplementasian teknologi yang memfokuskan kebutuhan bahan bakar juga dikembangkan pada alat berat dengan mengedepankan faktor ekonomi maupun ekologi.

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk bisa mengefisienkan pemakaian bahan bakar antara lain kesesuaian kecepatan, penggunaan *horse power* yang tepat, kondisi kualitas jalan, *Grade Resistance*, *Grade Rolling Resistance* dan lain lain. Penggunaan Teknologi yang ada saat ini untuk mendapatkan penggunaan kebutuhan bahan bakar yang efisien dengan memperhatikan beberapa faktor yang disebutkan, hanya berdasar pada naluri

operator untuk memilih *mode* yang sesuai antara *Power Mode* atau *Economy mode* pada kendaraan dengan *Selecting Switch* dalam pemilihan *mode* mesin yang tepat lewat Monitor Panel. Faktor utama terkait keahlian dan pengalaman operator terkait faktor - faktor diatas menjadi kunci utama untuk mendapatkan optimalisasi *productivitas* dan dalam rangka penghematan bahan bakar.

Salah satu cara mendapatkan penggunaan bahan bakar yang optimal dengan menghilangkan fungsi pengemudi dalam memilih *mode* yang tepat, dengan tetap memperhatikan faktor - faktor diatas dan penerapan system otomatisasi yang disebut dengan *Engine Auto Eco-Power*. Di sistem yang ada sebelumnya penghematan bahan bakar belum memperhitungkan besarnya tenaga yang diperlukan pada unit dalam kondisi-kondisi tertentu. Dalam Sistem dengan teknologi terbaru ini, faktor – faktor antara penentuan besarnya tenaga kendaraan yang dibutuhkan

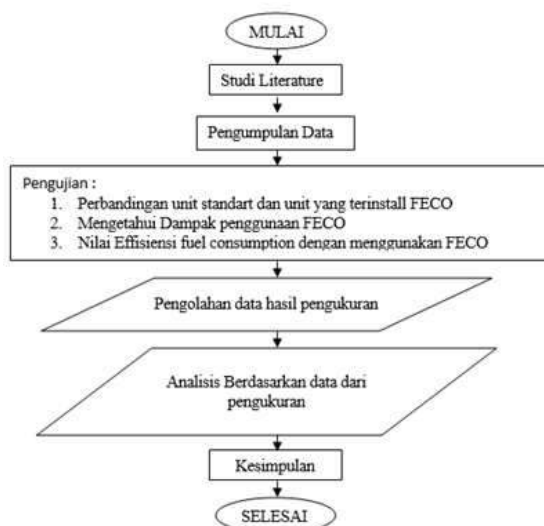
serta efisiensi bahan bakar keduanya menjadi faktor perhitungan, sehingga alat berat dapat bekerja secara maksimal dan penggunaan jumlah bahan bakar juga lebih optimal dengan menganalisa status dan besarnya muatan kendaraan serta perhitungan posisi Dump Lever sebagai dasar penentuan status *Engine Power Mode* atau *Economy mode*.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis dengan membandingkan dua kondisi yaitu kondisi unit beroperasi dan kondisi unit beroperasi dengan menggunakan *Engine Auto Eco-Power* dengan kondisi persyaratan tertentu yang harus terpenuhi.

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan menganalisis pengambilan data dari VHMS (*Vehicle Health Monitoring System*) yang diintegrasikan dengan sebuah sistem kontrol untuk mendapatkan efisiensi konsumsi bahan bakar yang optimal, dengan meninjau pada proses pemeliharaan dan operasional meliputi *speed adjustment function*, *accelerator adjustment function*, dan *intelligence P/E mode* sebagai dasar inputan.

Simulasi pengujian dilakukan dalam 3 tahapan dimana setelah pengujian Sistem Kontrol Alat, dilanjutkan tahap kedua pengujian langsung ke alat berat HD785-7 di lapangan dan berikutnya melakukan pengujian perbandingan dan analisa efisiensi masing masing *Mode* pada Alat berat. Gambar 1 Menerangkan tentang diagram alir penelitian.

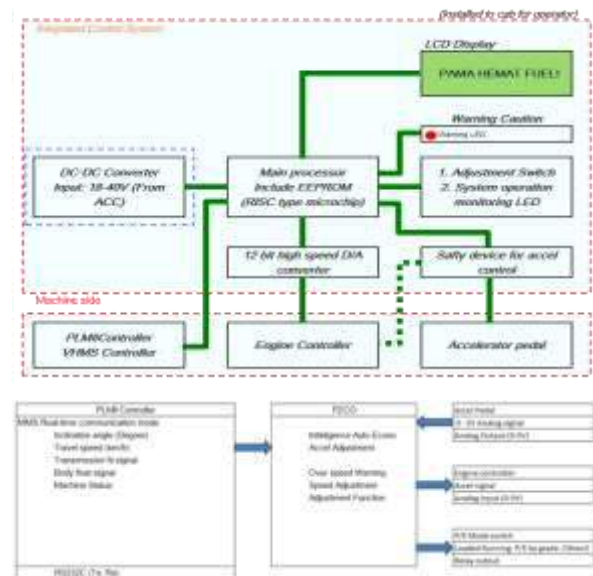


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Diagram Blok Alat

Gambar 2 menampilkan diagram FECO, yaitu sebuah modul kontroler (Tipe Gen One) yang berfungsi untuk menganalisa optimalisasi konsumsi bahan bakar pada unit alat berat KOMATSU *class Dump Truck HD785-7*

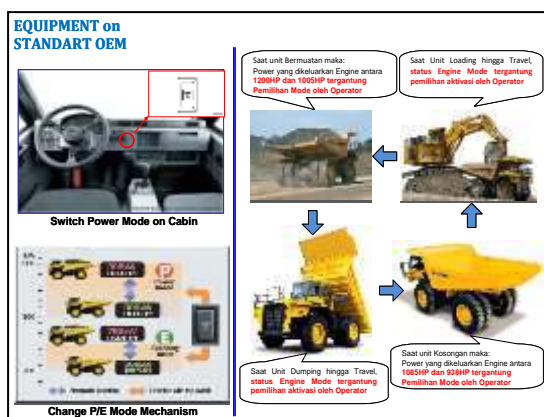


Gambar 2. Diagram FECO

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Prinsip kerja dari alat ini yaitu membandingkan dua buah kondisi dengan syarat syarat tertentu yang harus terpenuhi, antara lain kondisi *Payload Lamp* dan *Hoist Dump Lever*. *Engine Auto Eco-Power* berarti sistem pemindahan dan pemilihan *mode Power* atau *Economy* pada mesin yang dilakukan secara otomatis tergantung kondisi muatan pada truk serta posisi *Hoist Dump Lever*.

Operation mode yang akan digunakan sebagai dasar analisa dengan melakukan 1 cycle unit (*loading* , *travel* , *unloading* , *travel* , *loading*) . Pengujian kestabilan dan ketahanan/*durability* alat dilakukan sebanyak 1 cycle guna mengetahui proses produksi dari *front loading ke disposal*. Faktor respon dan ketepatan pengalihan *mode* dari *Power mode* ke *Economy mode* atau sebaliknya berdasarkan parameter-parameter yang masuk juga diperhatikan untuk menghindari kesalahan pemilihan *mode* saat kendaraan beroperasi, sebagaimana diterangkan dalam gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Mekanisme P/E mode (standard)
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pada *mode standard*, untuk pemindahan *mode Engine* dari *Power* ke *Economy mode* masih manual dengan mengandalkan operator baik dari *skill* maupun kedisiplinan untuk menekan tombol P/E Mode tergantung kondisi kendaraan selama operasi sehingga tenaga *Engine* yang dihasilkan juga tergantung dari operator tersebut. Akan tetapi dengan dibuatnya alat ini harapannya dapat mengakomodir kelemahan kelemahan tersebut sehingga meringankan kerja operator serta mengoptimalkan kerja *Engine* melalui pemilihan *mode* dengan memanfaatkan sinyal sinyal yang ada pada kendaraan berdasarkan kondisi kerjanya.



Gambar 4. Mekanisme P/E Mode dengan FECCO
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.2 Hasil Pengujian dan Analisa Realtime Data Monitoring

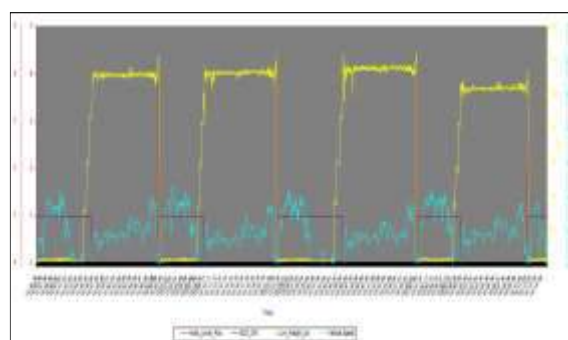
Pengujian kestabilan dan ketahanan / *durability* alat dilakukan sebanyak 1 *cycle* proses produksi

dari *front loading* ke *disposal*. Faktor respon dan ketepatan pengalihan *mode* dari *Power mode* ke *Economy mode* atau sebaliknya berdasarkan parameter parameter yang masuk juga diperhatikan untuk menghindari kesalahan pemilihan *mode* saat kendaraan beroperasi.



Gambar 5. Cylce Dump Truck
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Data yang *terrekam* oleh laptop juga digunakan untuk analisa konsumsi bahan bakar terhadap waktu dan muatan pada masing masing *mode* kerja *Engine* sebagai pembanding. Sebagai parameter keberhasilan dari sisi respon dan kestabilan alat maka hanya 4 parameter saja yang dipakai untuk analisa data yaitu *ECO_On*, *Live Weight*, *Hoist Dump Position* dan *Vehicle Speed* yang contoh hasil VHMS-nya sebagaimana ditampilkan pada gambar 6.

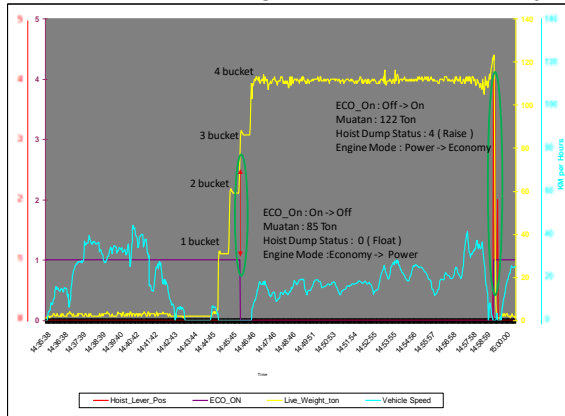


Gambar 6. Realtime Data Monitoring 4 cycle
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Gambar 6 diatas merupakan hasil pengolahan data dari pengujian secara *realtime* selama 4 siklus yang terecord pada laptop. Grafik warna kuning menunjukkan status muatan vessel kendaraan dalam satuan ton, dapat dipakai acuan juga bahwa kendaraan telah beroperasi selama 4 siklus. Grafik warna biru menunjukkan kecepatan kendaraan saat beroperasi dalam satuan Km/H. Grafik warna merah menunjukkan status *Hoist Dump Lever* dimana

0 = Float, 1 = Hold, 2 = Lower-Detent active, 3 Lower-Detent non-active, 4 = Raise. Dan Grafik warna Magenta menunjukkan status ECO_On, dimana bila ECO_On = 0 berarti kendaraan dalam Engine mode Power dan bila ECO_On = 1 maka kendaraan dalam Engine mode Economy.

Untuk memperjelas grafik dan menganalisa keakuratan pemilihan mode Engine, berikut detail gambar untuk 1 cycle saja.



Gambar 7. Realtime Data Monitoring 1 cycle
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Gambar 7 menjelaskan Dump Truck mulai beroperasi pada pukul 14.35.38, start dari Disposal menuju Front Loading yang ditandai dengan muatan 0 Ton. Kemudian Dump Truck tiba di Front Loading pukul 14.43.xx dan waiting Loader sampai 14.44.xx. Proses Loading muatan dimulai pukul 14.45.45 dengan 4 kali pengisian bucket, pada bucket 1 & 2 ECO_On masih dalam kondisi On (Economy Mode) sedangkan Hoist Dump Status = 0, kemudian pada saat bucket ketiga dimana muatan bila dilihat pada raw data sebesar 85Ton akan mengaktifkan Payload Lamp warna kuning dan merubah status ECO_On dari On menjadi Off (1 → 0) yang berarti Engine mode pada kondisi Power. Sehingga perubahan dari Economy ke Power Mode bersamaan dengan menyalanya Payload Lamp Kuning dan berat muatan sebesar 85 Ton.

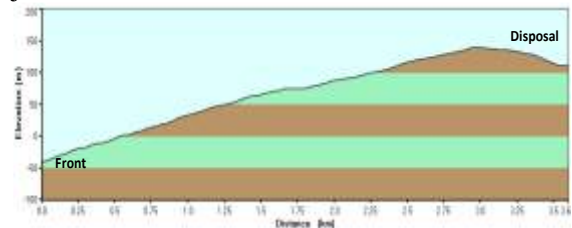
Setelah Dump Truck bermuatan dan mulai travel pada 14.48.xx dalam mode Power, kemudian Dump Truck sampai di Disposal pada 14.59.xx untuk proses Dumping. Operator Dumptruck mulai mengaktifkan Hoist Dump Lever posisi Raise pukul 15.00.xx ditandai dengan munculnya grafik warna Merah atau Hoist Dump Status = 4 serta turunnya berat muatan pada Dump Truck secara drastis.

Bersamaan dengan hal itu maka status ECO_On dari Off menjadi On (0 → 1) yang berarti Engine mode kembali pada kondisi Economy. Dari hasil pengujian secara realtime dan analisa grafik diatas dipastikan bahwa alat bekerja sesuai skenario dengan memberikan input sinyal ke Engine Controller berdasarkan data data yang diterima controller yang kemudian diterjemahkan menjadi status Power mode atau Economy mode.

3.3 Pengujian dan Perbandingan Efisiensi

Pengujian dalam tahap ini dilakukan dengan menempatkan seorang observer bersama operator yang bertugas mencatat waktu tempuh dari masing masing Flag Spot yang jarak dan posisinya telah ditentukan berdasarkan tingkat kemiringan atau Gradeability jalan serta konsumsi bahan bakar tiap periode Engine mode masing masing selama 3 cycle. 3 cycle dipilih karena pada rentang waktu tersebut kecil kemungkinan kendaraan mengalami shutdown change shift sehingga sebaran data yang didapat spesifik hasilnya.

Setelah ditentukan jalan yang dipilih, maka Flag Spot diletakkan sesuai hasil pencitraan GPS pada setiap perubahan Grade jalan tersebut.



Gambar 8. Topografi jalan
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pada prosesnya pengujian dilapangan mengalami beberapa kendala yang mengakibatkan Front Loading berpindah setiap hari karena proses Produksi.



Gambar 9. Letak Flag Spot dan Karakteristik jalan DT4431

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 10. Letak Flag Spot dan Karakteristik jalan DT4433

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pada *Dump Truck* HD785-7 mengungsi *Engine* SAA12V140 dimana *Fuel Consumption Ratio* nya (FCR) = 152 Gram/HPxJam. Salah satu tujuan pengujian pada Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui perbedaan *Productivity* dump truck pada masing masing *mode Engine* dari *Power* maksimal yang dapat dihasilkan oleh mesin. Sedangkan besarnya *Power* Mesin dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Power (HP)} = 0,001376 \times \text{Torq Mesin} \times \text{RPM Mesin} \dots\dots\dots(1)$$

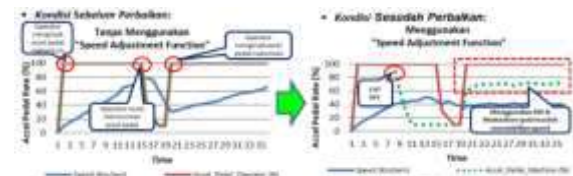
Dimana *Torq* Mesin dan *RPM* Mesin dapat ditentukan dari grafik performance tipe mesin. Dan besarnya *Fuel rate* dapat ditentukan melalui :

$$\text{Fuel rate} = 0,169 \times \text{Power (HP)} \dots\dots\dots(2)$$

Pada saat kendaraan beroperasi dengan muatan ideal, besarnya *Power* (HP) juga mempengaruhi kecepatan maksimal sehingga waktu yang ditempuh kendaraan pada masing masing *mode* juga berbeda. Untuk menghasilkan kecepatan tinggi secara teknis setiap kendaraan membutuhkan *Tranmisi* untuk melipatgandakan putaran dari mesin sehingga kendaraan dapat bergerak lebih cepat atau disebut *Gear Ratio*. Hubungan kecepatan kendaraan dengan besar *RPM* Mesin dan *Gear Ratio* dapat dilihat pada rumus berikut.

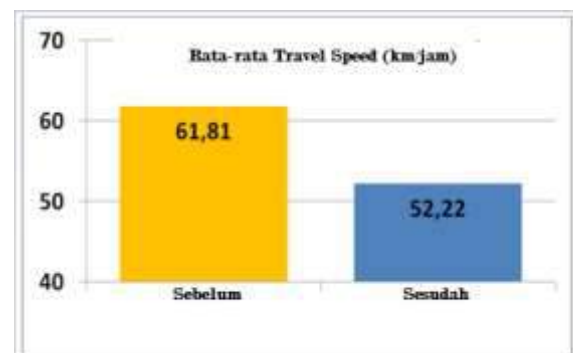
$$\text{Engine RPM} = \text{Engine Speed} \times \text{Total Gear Ratio} : 0,4823 \dots\dots\dots(3)$$

Gambar 11 adalah hasil analisa sistem *speed adjustment* pada akselerator di mana pada fungsi sistem tersebut digunakan untuk membatasi kecepatan maksimal kendaraan sesuai *setting speed* yang sudah ditentukan dengan meng-Cut Off sinyal dari *Accelerator Pedal* ke *Controller engine* kendaraan meskipun operator selalu menginjak pedal gas maksimum sehingga menjaga kestabilan kecepatan kendaraan sesuai range yang telah ditentukan.



Gambar 11. Grafik penerapan *speed adjustment*
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Grafik diatas menjelaskan kondisi apabila Operator mengoperasikan unit tidak konstan dan selalu menginjak pedal gas secara maksimum, dimana sinyal *accelerator* pedal selalu mengikuti perintah operator saat melakukan menginjak pedal gas. Bila terjadi kondisi *Overspeed*, maka hal ini menyebabkan penggunaan bahan bakar menjadi tidak efisien/lebih boros. Dan pada grafik yang sudah menggunakan *speed adjustment* menjelaskan kondisi apabila operator mengoperasikan unit tidak konstan dan selalu menginjak Pedal gas secara maksimum, maka sinyal *Accelerator Pedal* akan di *Cut Off* secara sistem oleh *FECO* dengan melakukan penyesuaian melalui *PID & Modulation system*. Sehingga laju kendaraan menjadi stabil dan kecepatan maksimal kendaran sesuai batas aman yang telah ditentukan & tidak terjadi *Overspeed* meskipun operator menginjak penuh pedal gas.



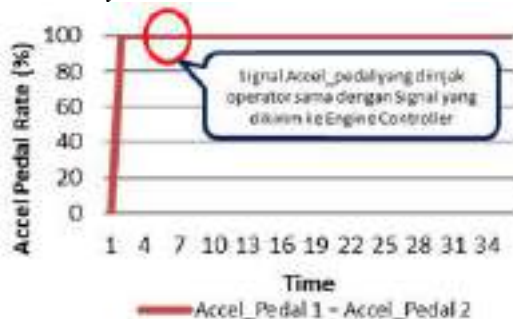
Gambar 12. Diagram *average travel speed*

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Diagram evaluasi disamping menunjukkan penurunan *average Travel Speed* maksimum pada unit sebelum pemasangan FECO dan sesudah pemasangan FECO. Dari diagram tersebut terlihat jelas penurunan *average Travel speed* maksimum sebesar 15,52% atau dari 61,81 km/jam menjadi 52.22 Km/jam.

Sistem optimalisasi penggunaan *accelerator* pedal (*Accelerator Adjustment Function*), fungsi dari sistem tersebut untuk mengatur nilai maksimal *accelerator* pedal rate disesuaikan dengan kebutuhan tenaga mesin saat beroperasi dilapangan baik dalam kondisi muatan, kosongan, tanjakan atau turunan sehingga konsumsi bahan bakar akan lebih optimal tanpa mengurangi kemampuan *productivity* unit.

Besar kecil kebutuhan tenaga yang dibutuhkan oleh kendaraan pada dasarnya tergantung dari besarnya sinyal *accelerator* Pedal saat diinjak sehingga semakin besar tenaga mesin yang dihasilkan maka bahan bakar yang dibutuhkan juga semakin banyak. Sedangkan pada saat beroperasi baik muatan maupun kosongan, tenaga maksimal yang dihasilkan oleh mesin kendaraan sama. Sehingga untuk efisiensi bahan bakar yang dibutuhkan diperlukan sebuah algoritma untuk mengatur batasan sinyal maksimal *Accelerator* Pedal rate saat kosongan (dimana pada waktu kosong tenaga yang diperlukan lebih kecil daripada saat unit muatan) melalui setting *Accelerator* Pedal Rate tanpa mengurangi *productivity* unit.

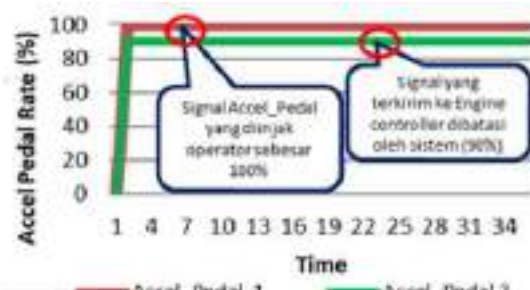


Gambar 13 Grafik tanpa penggunaan *accelerator adjustment function*

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Grafik diatas menjelaskan kondisi unit kosongan dan pedal gas diinjak maksimum (100%) oleh operator (*Accel_Pedal 1*), maka

pedal gas output signal yang terkirim ke *Engine* controller (*Accel_Pedal 2*) untuk mengatur putaran *engine* juga maksimum (100%) dengan kata lain $Accel_Pedal1 = Accel_Pedal 2$ ($input=output$). Hal ini memungkinkan kelebihan tenaga *engine* saat unit kosongan, sehingga penggunaan bahan bakar menjadi lebih boros.



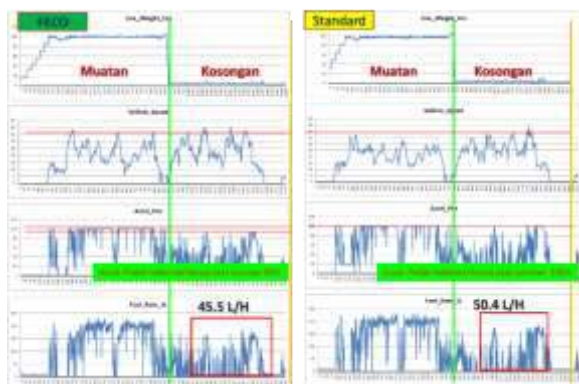
Gambar 14. Grafik penggunaan *accelerator adjustment function*

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

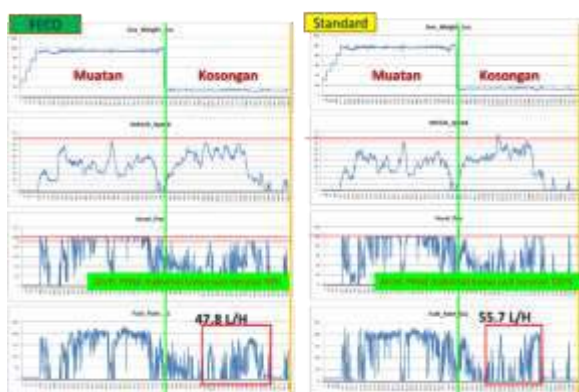
Grafik diatas menjelaskan kondisi unit saat kosongan dan pedal gas diinjak maksimum (100%) oleh operator (*Accel_Pedal 1*), dan *accel_pedal* output signal yang terkirim ke *Engine Controller* (*Accel_Pedal 2*) dibatasi menjadi 90% (sesuai dengan *adjustment* yang disetting), sehingga putaran *engine* menjadi 90% (tidak sama dengan pedal gas operator yang 100%). Hal ini memungkinkan menyelaraskan tenaga *engine* dengan beban *engine* saat kosongan, sehingga penggunaan bahan bakar menjadi lebih efisien

Hasil analisa pada sistem optimalisasi penggunaan *accelerator* pedal (*Accelerator Adjustment Function*) menunjukkan kondisi unit mulai dari muatan sampai kosongan. Grafik berwarna merah adalah grafik untuk unit standard dan grafik berwarna hijau menunjukkan grafik unit dalam kondisi FECO ACTIVE dengan unit yang sama dan jalur yang sama. Kemudian data dicuplik (area yang diberi garis titik merah) pada waktu unit kosongan dan operator menginjak *accel_pedal* maksimum, dari cuplikan data tersebut terlihat sekali bahwa pada saat kondisi *standard accel_pedal* bisa mencapai 100% dan *fuel_rate* juga ikut naik 50.4 L/H, sedangkan pada saat unit diaktifkan FECO-nya maka pedal gas hanya terbaca 90% meskipun *accel_pedal* diinjak maksimum oleh operator, dan *fuel_rate* lebih efisien sebesar 45.5 L/h untuk sampling unit DT4431 dan untuk DT4443 pada saat kondisi *standard accel_pedal* bisa mencapai 100% dan *fuel_rate* juga ikut

naik 55.7 L/H , sedangkan pada saat unit diaktifkan FECO-nya maka pedal gas hanya terbaca 90% meskipun diinjak maksimum oleh operator, dan *fuel rate* lebih efisien sebesar 47.8 L/h . Hal ini membuat konsumsi bahan bakar pada unit menjadi lebih efektif.

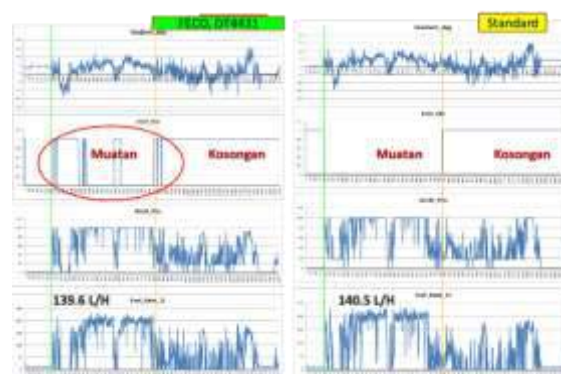


Gambar 15. Analisa fungsi *adjustment* akselerator DT4431
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 16. Analisa fungsi *adjustment* akselerator DT4443
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Sistem penggunaan *POWER & ECO* (P/E) *Mode* secara *Optimal (Intelligence P/E Mode)* berfungsi untuk membuat sistem bekerja otomatis dalam penggunaan saklar *mode Power* atau *mode Economy* pada unit secara konsisten sesuai dengan kondisi medan jalan & muatan unit, sehingga operator tidak perlu upaya lagi untuk memindah *mode Power* atau *Eco* secara manual.



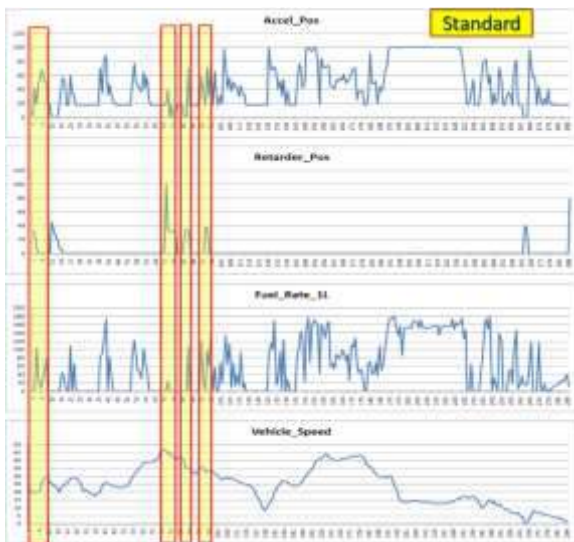
Gambar 17. Analisa *Intelligence P/E Mode* DT4431
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 18. Analisa *Intelligence P/E Mode* DT4443
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

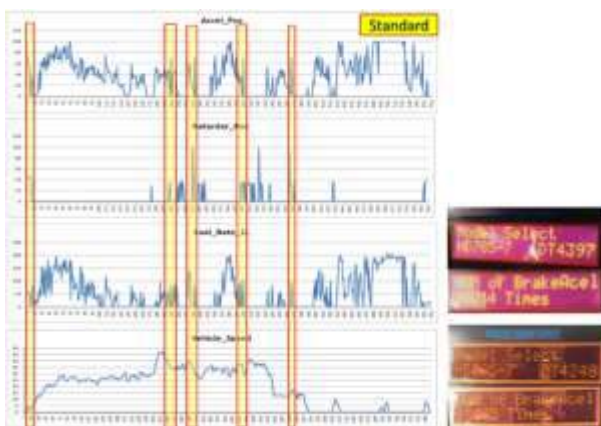
Setelah perbaikan yaitu penggunaan *Intelligence P/E Mode* pada FECO di unit, maka pengaktifan *POWER & ECONOMY* sudah secara otomatis diaktifkan oleh sistem dan setelah dipasang FECO terlihat sekali dengan operator yang sama pengaktifan *Power & Economy mode* berjalan dengan konsisten .

Faktor selanjutnya menganalisa terkait *missed operation* pada saat penggunaan *accel* dan *brake* (gas dan rem) secara bersamaan , akan menciptakan konflik antara dorongan percepatan dan penurunan kecepatan secara bersamaan. Ini dapat menghasilkan pemborosan bahan bakar yang signifikan karena mesin mobil akan bekerja keras untuk menghasilkan tenaga, sementara sistem pengereman juga berusaha mengurangi kecepatan kendaraan sehingga penggunaan bahan bakar tidak efisien.



Gambar 19. Brake & Accel Same Operation
DT4431 (1 Cycle)
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Dalam hal kondisi gas dan rem yang dilakukan bersamaan pada kondisi standard (tanpa FECO) didapatkan Avg. Terjadi selama 5 detik dengan *fuel rate* mencapai 120L/H , total terjadi selama 14 detik dari 1599 detik selama beroperasi. Dengan menggunakan FECO dengan kondisi operational yang sama dihasilkan *fuel rate* mencapai 130L/H, total terjadi selama 12 detik dari 1420 detik selama beroperasi.



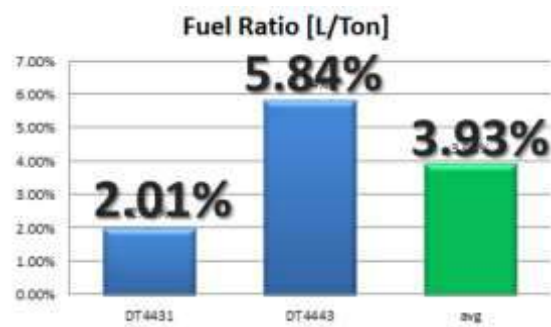
Gambar 20. Brake & Accel Operation DT4443
(1 Cycle)
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Dari data diatas terkait grafik kombinasi beberapa data sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan diterapkan, terlihat sekali lonjakan penggunaan *economy mode* dan diikuti dengan penurunan *fuel rate* dan *average maks speed* dari unit *Dump Truck*.

Tabel 2. Hasil Analisa FECO Mode & Standard Mode

Parameter Item	Unit	DT4431					DT4443				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Accel Time (Sec)	Sec	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Retardier Time (Sec)	Sec	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Fuel Rate (L/H)	L/H	120	120	120	120	120	130	130	130	130	130
Vehicle Speed (km/h)	km/h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Average Speed (km/h)	km/h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Accel Time (Sec)	Sec	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Retardier Time (Sec)	Sec	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Fuel Rate (L/H)	L/H	120	120	120	120	120	130	130	130	130	130
Vehicle Speed (km/h)	km/h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Average Speed (km/h)	km/h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Accel Time (Sec)	Sec	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Retardier Time (Sec)	Sec	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Fuel Rate (L/H)	L/H	120	120	120	120	120	130	130	130	130	130
Vehicle Speed (km/h)	km/h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Average Speed (km/h)	km/h	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Dari hasil analisa diatas didapatkan nilai penurunan konsumsi bahan bakar dengan *average* sebesar 3,93%



Gambar 21. Diagram *fuel Ratio*
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 12. Grafik Hasil Pengujian Daya pada Pompa.
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 13. Grafik Hasil Pengujian Level Ketinggian Air.
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

4. KESIMPULAN

Metode otomasi menggunakan sistem FECO pada alat selain untuk memudahkan kerja operator juga membantu meningkatkan produktivitas alat karena ketepatan pemindahan *mode* sesuai kebutuhan tenaga pada kendaraan sehingga mempengaruhi konsumsi bahan bakar sehingga lebih efisien penggunaannya. Alat bekerja efektif apabila syarat-syarat yang dipakai sebagai data penentuan *Engine mode* dari kendaraan terpenuhi dan terintegrasi dari masing – masing sistem nya sehingga penggunaan bahan bakar lebih efisien.

Hasil analisa pada fungsi *adjustment* akselerasi saat menggunakan FECO fuel rate nya di angka 45.5 L / H dan tanpa menggunakan FECO bahan bakar rate nya di angka 50.4 L / H (efisiensi *fuel rate* sebesar 4.9 L / H)

Intelligence PE Mode pada saat kondisi standar (tanpa *P/E Mode* pada saat kondisi unit bermuatan bahan bakar rate nya 140.5 L H dan pada saat menggunakan FECO bahan bakar rate nya 139.6 L / H.

Kombinasi speed & fungsi *adjustment* akselerasi saat menggunakan FECO bahan bakar rate nya di angka 47.8 L / H dan tanpa menggunakan FECO gen one bahan bakar rate nya di angka 55.7 L / H (efisiensi bahan bakar rate sebesar 7.9 L / H)

Dalam hal bahan bakar ratio (liter / ton) terbukti dengan sistem FECO lebih efisien sebesar 3,93 % dibandingkan *mode default* (manual) bawaan pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

- E. P. Imamul Muttakin (2015), “Sistem Kendali Dan Antarmuka Pada Pembangkit Pulsa Terprogram Untuk Transduser Ultrasonik,” SETRUM - Volume 4, vol. 4, p. 3
- M. N. Ghifari (2019), “Real Time Clock,” Bandung
- Komatsu (2013), Shop Manual 12V140E-3 Series Diesel *Engine*, Japan: Komatsu
- Komatsu (2016), Shop Manual HD785-7, Japan: Komatsu
- Komatsu (2010), Improve Machine Operation & Maintenance using VHMS Technology Edisi ke 11, Japan: Komatsu
- Omron (2018), Electronic and Mechanical Components Company, Japan: Omron
- Atmel (2013), 8-bit Atmel Microcontroller with 64K Bytes In-System Programmable Flash

ATmega64 ,Rev.: 2490R–AVR–02/2013, San Jose: Atmel.

- T. Instrument (2021), LM2576xx Series SIMPLE SWITCHER® 3-A Step-Down Voltage Regulator, Texas: Texas Instrument

PEWARNAAN CITRA (*IMAGE COLORIZATION*) MENGGUNAKAN CNN

Lola

Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
lola.rezak@gmail.com

Abstrak

Pewarnaan citra (*image colorization*) adalah sebuah *task* dari pengolahan citra (*Image Processing*) yang digunakan untuk mewarnai sebuah gambar yang awalnya adalah grayscale menjadi gambar yang memiliki warna. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk *Image Colorization* adalah CNN (*Convolutional Neural Network*) yakni dengan melatih model menggunakan dataset yang besar sehingga informasi polanya tersimpan. Hasil model yang dibuat dari penelitian ini memiliki hasil yang lumayan untuk mewarnai berbagai gambar bersejarah (*historical image*).

Kata kunci : Image Colorization, CNN, grayscale, Image Processing, historical image.

1. PENDAHULUAN

Pada zaman yang sudah maju ini, ada banyak hal yang dulunya hanya menjadi angan-angan saja tetapi sekarang dapat berubah menjadi kenyataan. Hal ini tidak lain dan tidak bukan dikarenakan pesatnya teknologi yang sudah berkembang di masa kini. Salah satu angan-angan difokuskan disini adalah pewarnaan gambar-gambar zaman dahulu yang mayoritas memiliki kualitas rendah dan hanya memiliki format grayscale atau gambar skala abu-abu saja. Namun, hal ini dapat diatasi di zaman ini dengan melakukan salah satu *task* dari *Image Processing* yakni *Image Colorization*.

Image Colorization adalah proses pemberian warna pada gambar skala abu-abu untuk membuatnya lebih menarik secara estetis dan bermakna secara perseptual. *Task* ini diketahui sebagai tugas yang rumit yang sering memerlukan pengetahuan sebelumnya mengenai konten dalam gambar tersebut dan harus penyesuaian secara manual untuk mencapai kualitas yang bagus. Selain itu, karena objek dapat memiliki warna yang berbeda, ada banyak cara yang mungkin untuk memberikan warna pada piksel dalam sebuah gambar, yang berarti tidak ada solusi yang pasti untuk masalah ini. Ada dua pendekatan utama untuk *image colorization*:

1. Memerlukan pengguna untuk memberikan warna pada beberapa wilayah dan memperluas informasi warna tersebut ke

seluruh gambar, dan yang kedua mencoba untuk mempelajari warna setiap piksel dari gambar berwarna dengan konten serupa.

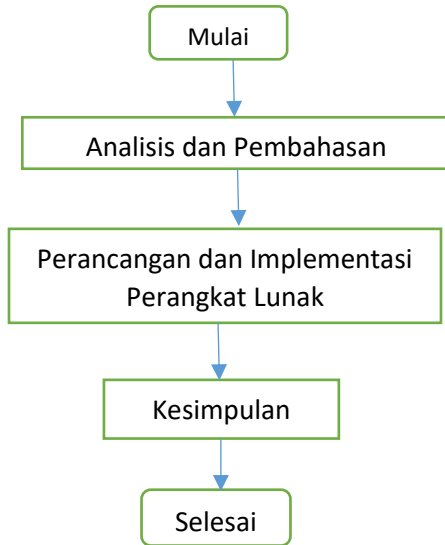
2. Dalam makalah ini, digunakan pendekatan kedua yaitu mengekstrak informasi tentang warna dari suatu gambar dan mentransfernya ke gambar lain. Belakangan ini, *deep learning* telah mendapatkan perhatian yang meningkat di kalangan peneliti di bidang visi komputer dan pengolahan gambar. Sebagai teknik khas, jaringan syaraf konvolusional (CNN) telah banyak diteliti dan berhasil diterapkan pada beberapa tugas seperti pengenalan gambar, rekonstruksi gambar, generasi gambar, dll.

Sebuah CNN terdiri dari beberapa lapisan unit komputasi kecil yang hanya memproses bagian-bagian gambar input secara *feed-forward*. Setiap lapisan adalah hasil dari penerapan berbagai filter gambar, masing-masing mengekstrak fitur tertentu dari gambar input, ke lapisan sebelumnya. Dengan demikian, setiap lapisan dapat mengandung informasi berguna tentang gambar input pada tingkat abstraksi yang berbeda. Dengan evolusi sumber daya komputasi, terutama daya komputasi GPU, telah menjadi mungkin untuk melatih CNN yang sangat dalam, dan mereka telah mencapai beberapa hasil yang luar biasa belakangan ini. Sebagai contoh, sebuah CNN dalam skala besar (K. He., 2019) telah

melampaui kinerja manusia dalam klasifikasi ImageNet, atau sebuah adversarial network (A. Radford., 2020), dimana dua CNN dilatih secara simultan, mampu menghasilkan gambar yang tampak meyakinkan dari berbagai jenis objek.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :



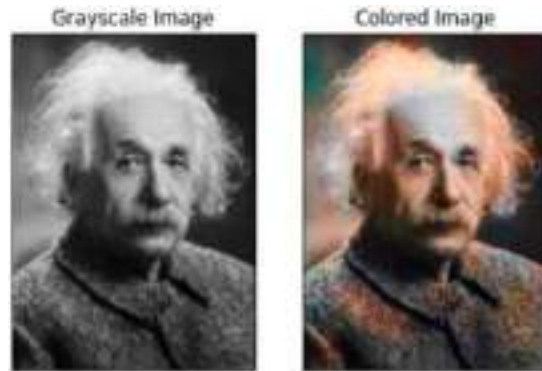
Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian
Sumber :

<https://www.researchgate.net/publication/33823569>
5 Metode-
Metode Penelitian Dalam Penulisan Jurnal Ilmiah Elektronik

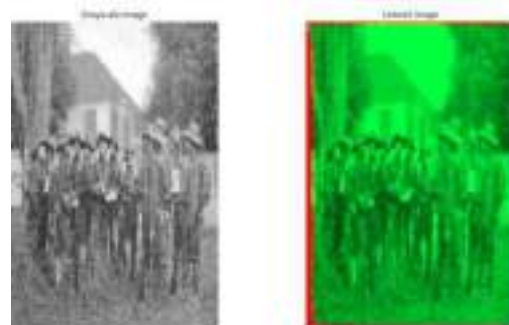
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

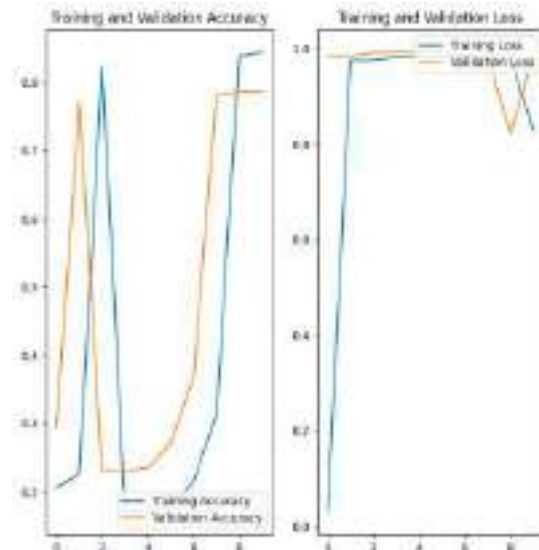
Setelah dilakukan training atas model yang dibuat dengan CNN dan model prediksi pewarnaannya, selanjutnya model akan dicoba melakukan pewarnaan atas beberapa gambar. Berikut ini adalah hasil konversi gambarnya. Model akan dicoba untuk dataset yang berbeda.



Gambar 2. Citra Sebelum dan Sesudah Image Colorization
Sumber : A. Radford, 2020



Gambar 3. Citra Sebelum dan Sesudah Image Colorization
Sumber : A. Radford, 2020



Gambar 4. Hasil Training model dan Validation Loss
Sumber : L. A. Gatys, 2019

Di atas ini adalah hasil dari training model beserta training dan validation loss. Dapat

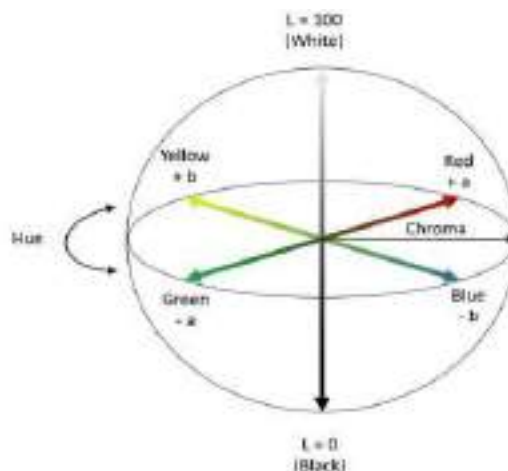
dilihat bahwa hasil yang didapatkan cukup sesuai dan loss rate-nya juga kecil.

3.2 PEMBAHASAN

Terdapat dua teknik untuk menghasilkan gambar berwarna dari bentuk skala abu-abu:

1. Mengubah gambar RGB menjadi gambar LAB dengan cara :
 - a. mengkonversi gambar RGB menjadi gambar LAB.
 - b. Memisahkan nilai L dan nilai ab dari gambar.
 - c. Melatih model untuk memprediksi nilai ab.
2. Mengubah gambar RGB menjadi gambar LUV dengan cara :
 - a. Mengonversi gambar RGB menjadi gambar LUV.
 - b. Memisahkan nilai L dan nilai UV dari gambar.
 - c. Melatih model untuk memprediksi nilai UV.

Kedua pendekatan ini menggunakan konsep konversi warna ke ruang warna yang berbeda, yaitu LAB atau LUV, di mana nilai L mewakili kecerahan dan nilai ab atau UV mewakili komponen warna. Model dilatih untuk mempelajari hubungan antara nilai kecerahan dan komponen warna, sehingga dapat memprediksi komponen warna yang sesuai untuk gambar skala abu-abu. Pendekatan ini memanfaatkan representasi warna yang terpisah untuk meningkatkan kinerja model dalam menangkap informasi warna pada gambar. Pada makalah digunakan metode pertama yakni dengan mengubahnya menjadi LAB.

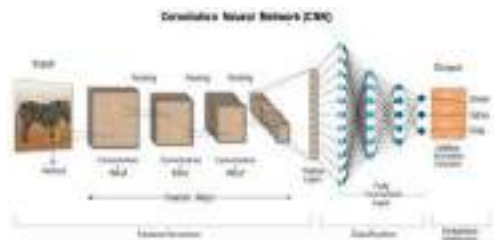


Gambar 5. Sistem Warna CIELAB
Sumber : Munir, 2023

Sistem warna CIELAB, atau CIE L a b, mewakili hubungan kuantitatif warna pada tiga sumbu: nilai L menunjukkan kecerahan, dan a dan b adalah koordinat kromatisitas. Pada diagram ruang warna, L direpresentasikan pada sumbu vertikal dengan nilai dari 0 (hitam) hingga 100 (putih). Nilai a menunjukkan komponen merah-hijau dari suatu warna, di mana +a (positif) dan -a (negatif) menunjukkan nilai merah dan hijau, secara berturut-turut. Komponen kuning dan biru direpresentasikan pada sumbu b sebagai nilai +b (positif) dan -b (negatif).

Pada pusat bidang adalah warna netral atau akromatik. Jarak dari sumbu pusat mewakili kroma (C), atau saturasi warna. Sudut pada sumbu kromatisitas mewakili hue. Nilai L, a, dan b dapat ditranskripsikan ke parameter dermatologis. Nilai L berkorelasi dengan tingkat pigmen kulit. Nilai a berkorelasi dengan eritema. Nilai b berkorelasi dengan pigmen dan pengecap. Seperti ruang warna RGB, Lab juga adalah ruang warna 3 saluran, tetapi tidak seperti ruang warna RGB, informasi warna dikodekan hanya dalam saluran a (komponen merah-hijau) dan b (komponen biru-kuning). Saluran L (kecerahan) hanya mengkodekan informasi intensitas.

Convolutional Neural Network (CNN atau ConvNet) adalah algoritma deep learning yang populer, umumnya digunakan untuk memproses data yang memiliki topologi seperti grid. Contoh data berbentuk grid adalah citra atau gambar.



Gambar 6. Convolutional Neural Network (CNN)
Sumber : A. Radford, 2020

CNN dapat disebut juga jaringan syaraf tiruan yang melibatkan konvolusi (CNN = ANN + convolution). CNN terdiri dari 3 lapisan utama:

1. Convolutional Layer (+ReLU)

Matriks kecil yang digunakan untuk mengekstrak fitur dari gambar. Konvolusi melibatkan pergeseran filter di seluruh gambar untuk menghasilkan peta fitur. Tiap filter menghasilkan luaran yang disebut feature map.

Beberapa hyperparameter yang mempengaruhi ukuran feature map, yaitu :

- a. Jumlah filter. Dua filter berbeda menghasilkan dua feature map berbeda, sehingga output-nya memiliki dua kanal.

- b. Stride: jumlah langkah pergeseran filter (default = 1). Semakin besar stride, maka semakin kecil ukuran output yang dihasilkan.

- c. Padding: penambahan nilai nol di sekitar gambar untuk mempertahankan informasi di tepi (jika diperlukan). ReLU adalah Fungsi aktivasi yang umum digunakan dalam CNN untuk memperkenalkan non-linearitas ke dalam model. ReLU merupakan layer tambahan yang memungkinkan pelatihan yang lebih cepat dan efektif dengan memetakan nilai negatif ke nol dan mempertahankan nilai positif. Pada dasarnya ReLU adalah operasi per-pixel dengan cara mengganti nilai negatif pixel di dalam feature map menjadi nol.

2. Pooling Layer.

Pooling layer adalah layer dimana terjadi operasi pengurangan dimensi yang membantu mengurangi kompleksitas model dengan mempertahankan fitur yang paling penting. Ada dua jenis pooling:

- a. Max Pooling, yakni mengembalikan nilai maksimum dari bagian gambar yang dicakup oleh kernel.
- b. Average Pooling, yakni mengembalikan rata-rata semua nilai dari bagian gambar yang dicakup oleh kernel.

3. Fully-Connected.

Layer Fully-Connected Layer adalah layer yang menghubungkan setiap neuron dengan setiap neuron di layer sebelumnya dan setelahnya. Layer ini menghasilkan vektor dimensi K, dalam hal ini K adalah jumlah kelas yang dapat diprediksi oleh jaringan. Vektor ini berisi probabilitas untuk setiap kelas dari setiap gambar yang diklasifikasikan.

Pada makalah ini, implementasi menggunakan dataset yang berasal dari Image Colorization Dataset (kaggle.com).

Dataset terdiri atas empat bagian yakni:

- a. train_black
- b. train_color
- c. test_black
- d. test_color

Preprocess yang digunakan pada makalah ini adalah konversi gambar dari RGB ke LAB sesuai pada teknik Image Colorization. Pada bagian ini, setiap gambar pada dataset diubah menjadi format LAB agar dapat diproses kecerahan dan komponen warnanya. Berikut adalah kode yang digunakan:

```
#Convert from RGB to LAB
X = []
y = []
for img in train:
    try:
        lab = rgb2lab(img)
        X.append(lab[:, :, 0])
        y.append(lab[:, :, 1:] / 128)
    except:
        print('error')
```

Gambar 7. Kode Preprocess format LAB
Sumber : Munir, 2023

Dengan melakukan iterasi pada setiap gambar yaitu mengkonversi gambar dari format RGB ke Lab. Bayangkan gambar Lab sebagai gambar abu-abu di saluran L dan semua

informasi warna disimpan di saluran A dan B. Input untuk jaringan akan menjadi saluran L, sehingga kami menugaskan saluran L ke vektor X. Lalu menugaskan A dan B ke Y. Untuk mengubah gambar dari format RGB menjadi Lab, kami menggunakan fungsi `rgb2lab()` dari perpustakaan `skimage`. Setelah mengonversi ruang warna menggunakan fungsi `rgb2lab()`, kami memilih lapisan grayscale dengan `[:, :, 0]`. Ini menjadi input untuk neural network. `[:, :, 1:]` memilih dua lapisan warna, yaitu hijau-merah dan biru-kuning. Ruang warna Lab memiliki rentang yang berbeda dibandingkan dengan RGB. Spektrum warna ab di Lab berkisar dari -128 hingga 128. Dengan membagi semua nilai dalam lapisan output dengan 128, rentangnya dibatasi antara -1 dan 1.

KESIMPULAN

Image Colorization merupakan suatu tantangan yang saat ini sudah mulai terjawab karena perkembangan zaman. Dapat dilihat untuk hasil yang didapat walaupun tidak terlalu bagus tetapi sudah mulai menunjukkan identitas asli dari warna gambar yang seharusnya ada dalam citra grayscale tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, (2019). Delving Deep into Rectifiers: Surpassing Human-Level Performance on ImageNet Classification. IEEE International Conference on Computer Vision 2015, pp. 1026-1034.
- A. Radford, L. Metz, and S. Chintala, (2020). Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks. Under review for International Conference on Learning Representations arXiv:1511.06434v2.
- L. A. Gatys, A. S. Ecker, and M. Bethge, (2019). A Neural Algorithm of Artistic Style. arXiv:1508.06576v2.
- Munir, Rinaldi., (2023). Bahan Kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra. Program Studi Informatika ITB.

ANALISIS KINERJA MESIN CNC MILLING 3 AXIS DENGAN METODE TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DAN SIXBIG LOSSES DI PT.X

Parman Sinaga

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

Abstrak

Dalam memenuhi permintaan produksi yang tinggi, PT. X mengharuskan proses produksinya berjalan secara maksimal. Hal tersebut membuat Mesin CNC harus tetap bekerja dalam waktu yang lama dan harus dalam keadaan optimal. Pemakaian Mesin CNC yang terus menerus dapat mengakibatkan kerusakan mesin dan mengakibatkan terhentinya proses produksi atau disebut downtime, karena proses produksi yang tinggi mempengaruhi kinerja Mesin CNC yang berdampak pada keausan komponen mesin dan umur mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecepatan produksi (kinerja) Mesin CNC Milling 3 Axis, menghitung nilai efektivitas kinerja Mesin CNC Milling 3 Axis berdasarkan Overall Equipment Effectiveness dan Mengetahui kerugian apakah yang terjadi berdasarkan six big losses. Metodologi penelitian yang digunakan observasi, wawancara dan studi literatur. Hasil Kecepatan produksi (kinerja) Mesin CNC Milling 3 Axis tertinggi terjadi pada bulan Agustus, dengan tingkat kinerja sebesar 92,89%. Efektivitas kinerja Mesin CNC Milling 3 Axis berdasarkan OEE yaitu Angka OEE tertinggi adalah 87,45%. Berdasarkan six big losses pada Mesin CNC Milling 3 Axis, kerugian terbesar adalah reduced speed losses dengan nilai 36,76% dan yield losses dengan nilai 24,77%.

Kata Kunci : Mesin CNC Milling 3 Axis, TPM, OEE, Six Big Losses

1. PENDAHULUAN

Sampah organik, seperti sisa makanan dan Mesin CNC (Computer Numerical Control) adalah sebuah mesin yang digunakan dalam Industri Manufaktur untuk menghasilkan komponen untuk Sektor Teknik dalam jumlah besar dengan cepat. Seperti nama dari CNC sendiri, setiap pengerjaan dari CNC menggunakan sistem komputer yang telah terbentuk dengan baik hingga menghasilkan barang yang sesuai dengan presisi. Misalkan, pada pembuatan benda atau part-part seperti mur, baut, sekrup dan lain sebagainya. Ada ukuran paten atau presisi yang harus digunakan sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan mesin CNC, maka komputer akan dengan mudah mengontrol peralatan mesin dalam memotong atau mengebor berbagai

material. Sehingga, hasil yang dicapai pun akan sesuai dengan ukuran presisi tersebut. Pengerjaan menggunakan CNC juga tentu lebih menguntungkan dari pada pengerjaan dengan tenaga manusia secara manual. (Fauzan et al, 2019)[1].

Dalam memenuhi permintaan produksi yang tinggi, PT.X mengharuskan proses produksinya berjalan secara maksimal. Hal tersebut membuat Mesin CNC harus tetap bekerja dalam waktu yang lama dan harus dalam keadaan optimal. Pemakaian Mesin CNC yang terus menerus dapat mengakibatkan kerusakan mesin dan mengakibatkan terhentinya proses produksi atau disebut downtime, karena proses produksi yang tinggi mempengaruhi kinerja mesin CNC yang berdampak pada keausan komponen mesin, dan umur mesin. Adanya

kerusakan pada mesin dapat mengganggu keseluruhan proses produksi.

Maka berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kinerja Mesin CNC dalam meningkatkan kualitas produksi PT.X dengan analisis TPM yang menjadi acuan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan menggunakan Six Big Losses.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Karena penelitian ini bersifat data dan dokumentasi. Penggunaan penelitian jenis kuantitatif bertujuan untuk menyajikan hasil yang bersifat rinci, prosedur yang spesifik dan hipotesis yang dirumuskan dengan jelas.

2.2 Metode Pengumpulan Data

2.2.1 Observasi Langsung

Pemantauan langsung proses produksi, kondisi kerja, dan lingkungan kerja. Studi ini dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap kerja mesin CNC dan pengetahuan tentang perhitungan OEE. Overall Equipment Effectiveness (OEE) dihitung menggunakan tiga komponen utama: tingkat ketersediaan, tingkat kinerja, dan tingkat biaya. Menganalisa dengan diagram fishbone untuk mengidentifikasi penyebab masalah, menjalankan analisis 5W+1H, membuat keputusan yang benar, dan mengatasi masalah. Dalam OEE terdapat beberapa faktor yang dapat menurunkan produktivitas mesin yakni terbuangnya waktu sia-sia (downtime), waktu ketika

terhentinya produksi (breakdown), dan pemasangan peralatan (setup dan adjustment), sehingga menurunkan produktivitas. OEE suatu perusahaan dikategorikan baik jika memenuhi persyaratan JIMP kelas dunia dimana indeks TPM yang ideal adalah sebagai berikut: waktu aktif 90%, kinerja 95%, dan kualitas 95% (Chuluk, 2021)[7].

2.2.2 Wawancara

Wawancara dengan operator mesin dilakukan untuk mempelajari lebih lanjut kesulitan-kesulitan yang timbul selama pengoperasian mesin CNC dan sebagai referensi untuk rekomendasi modifikasi sebelum menghitung nilai OEE.

2.2.3 Studi Literatur

Studi literatur adalah jenis penelitian yang menyelidiki atau menilai secara kritis informasi, ide, atau penemuan yang terkandung dalam tubuh literatur yang berorientasi akademik dan merumuskan kontribusi metodologis dan teoritis untuk isu-isu tertentu. Penelitian literatur dilakukan dengan mencari data dan meninjau literatur yang ada di perusahaan mengenai proses manufaktur dan Total Productive Maintenance, OEE, Six Big Losses, dan Fishbone Diagram.

2.2.4 Alat Dan Bahan Penelitian

1. Mesin CNC Milling 3 Axis
Mesin CNC Milling 3 Axis adalah mesin yang digunakan dalam penelitian ini. Gambar 2.1 menunjukkan mesin CNC Milling 3 Axis.



Gambar 1. Mesin CNC Milling 3 Axis

(Sumber : Penelitian Mandiri: 2023)

Spesifikasi Mesin CNC Milling 3 Axis adalah sebagai berikut :

Spesifikasi Mesin CNC Milling 3 Axis adalah sebagai berikut :

- a. Model : FANUC ROBODRILL @ - D14MiB
- b. Serial No : P195ZD172
- c. Type : A04B - 0102 - B122 # EBMH
- d. Production Year : 2019
- e. Power Supply : 3 PHASE 10 kVA 200V – 50/60 Hz
- f. Tahun pemakaian : 2020
- g. Weight : 2200 kg

2. Material Penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. Kayu Sonokeling
(Sumber : Penelitian Mandiri: 2023)

Spesifikasi Material yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1. Jenis kayu : Sonokeling (*Dalbergia Latifolia Roxb*)
- 2. Thick : 6 mm
- 3. Long : 30 mm
- 4. Wide : 9 mm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran

3.1.1 Data Running Time

Running time merupakan jumlah total waktu yang dihabiskan untuk mengerjakan suatu produksi. PT. X hanya memiliki 5 hari kerja dalam seminggu beroperasi.

Tabel 1. Running Time Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Jumlah Hari	Machine Working Time (menit)	Jam Efektif Kerja Mesin (menit)
Mei 2023	21	9200	7920
Juni 2023	21	9440	7920
Juli 2023	21	9530	7920
Agustus 2023	21	9260	7920
September 2023	21	9745	7920
Oktober 2023	21	9320	7920

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah running time mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan September. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian running time mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 1 dan 2.

3.1.2 Data Downtime

Downtime merupakan jumlah waktu yang terbuang ketika proses produksi terganggu karena kerusakan mesin dan menyebabkan kerugian pada sistem produksi. Data downtime selama periode Mei hingga Oktober 2023 PT. X sebagai berikut :

Tabel 2. Data downtime

Bulan	Jumlah Hari	Machine Working Time (menit)	Planned Downtime Closing		Downtime (%)
			Planned (menit)	Forgotten (menit)	
Mei 2023	21	9200	100	120	1.21
Juni 2023	21	9440	770	150	1.31
Juli 2023	21	9530	210	150	1.24
Agustus 2023	21	9260	420	150	1.30
September 2023	21	9745	250	145	1.23
Oktober 2023	21	9320	330	120	1.18

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah downtime mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan

September. Dari hasil input

penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian downtime mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 3 dan 4.

3.1.3 Data Produksi

Tabel 3. Data Produksi Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Total Produk (piece)	Produk Baik (piece)	Produk Cacat (piece)	Produk Baik (%)	Target (%)
Mei 2023	360	310	50	86,11	85
Juni 2023	3878	3754	124	96,77	98
Juli 2023	3608	3780	128	96,77	98
Agustus 2023	3808	3622	186	95,35	96
September 2023	3827	3587	240	93,96	98
Oktober 2023	3605	3411	194	94,62	98

(Sumber: Data Hasil Penelitian)
Ketika mesin tiba-tiba mengalami kerusakan atau gangguan, maka mesin tersebut tidak dapat melakukan proses produksi sebagaimana mestinya. Waktu setup adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyiapkan mesin sejak mesin dihentikan hingga prosedur untuk kegiatan produksi selanjutnya dimulai.

3.1.4 Data Breakdown

Ketika mesin tiba-tiba mengalami kerusakan atau gangguan, maka mesin tersebut tidak dapat melakukan proses produksi sebagaimana mestinya. Waktu setup adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyiapkan mesin sejak mesin dihentikan hingga prosedur untuk kegiatan produksi selanjutnya dimulai.

Tabel 4 Data Breakdown Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Temp. And Adjustment	Failure And Repair
	Penggantian θ & Cover (menit)	Breakdown Mesin (menit)
Mei 2023	123	120
Juni 2023	155	147
Juli 2023	178	130
Agustus 2023	211	110
September 2023	145	120
Oktober 2023	103	135

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah breakdown mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Agustus dan Oktober. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian breakdown mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 7 dan 8.

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Availability

Rasio waktu tersedia untuk proses produksi yang dikendalikan oleh dua komponen, yaitu kerusakan mesin dan konfigurasi mesin. Loading time adalah jumlah total waktu selama jam kerja dimana proses produksi selesai.

Tabel 5 Data Hasil Perhitungan Loading Time

Bulan	Jumlah Hari	Min/Max Loading Time (menit)	Zerow Down (menit)	Lower Flow (menit)
Mei 2023	31	420	75	444
Juni 2023	30	410	90	400
Juli 2023	31	420	90	400
Agustus 2023	31	420	177,5	392,5
September 2023	30	420	210	390
Oktober 2023	31	420	147	407

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah loading time mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Mei. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian loading time mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 9 dan 10.

Setiap bulan, setelah mendapatkan nilai loading time, ditentukan waktu operasi

yang dibutuhkan untuk menghitung availability. Waktu operasi adalah waktu produksi yang dihitung tanpa memperhitungkan Downtime.

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Operation Time

Bulan	Loading Time (menit)	Failure And Repair (menit)	Setup And Adjustmen (menit)	Operation Time (menit)
Mei 2023	8444	126	120	8198
Juni 2023	8936	147	156	8633
Juli 2023	8926	123	178	8718
Agustus 2023	8642,5	118	200	8344,5
September 2023	8168,7	133	143	8118,7
Oktober 2023	8517	135	100	8404

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah operation time mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Mei. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian operation time mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 11 dan 12.

Kemudian dilakukan perhitungan availability setelah nilai operation time diperoleh. Availability merupakan rasio dari operation time, dengan mengeliminasi downtime peralatan terhadap loading time.

Tabel 7 Data Hasil Perhitungan Availability

Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operation Time (menit)	Availability (%)
Mei 2023	8444	246	8198	97,01
Juni 2023	8936	297	8633	96,61
Juli 2023	8926	298	8718	96,55
Agustus 2023	8642,5	218	8344,5	96,55
September 2023	8168,7	267	8118,7	97,92
Oktober 2023	8517	235	8322	97,24

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah availability mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Agustus. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian availability mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 13 dan 14.

Pembacaan terendah adalah pada bulan Juli dan Agustus, masing-masing sebesar 96,56% dan 96,33%. Agustus memiliki waktu downtime paling banyak (318 menit). Namun mengingat angka availability nya lebih besar dari 95% selama 6 bulan ini, maka dapat dikatakan masih dalam kategori baik.

1. Perhitungan Availability bulan Mei :

a. Machine Working Times

$$= \text{Aktual jam kerja mesin}$$

$$= 9200 \text{ menit}$$

b. Loading Time

$$= \text{Machine working times} - \text{Planned downtime}$$

$$= 9200 - 756 = 8444 \text{ menit}$$

c. Operation Time

$$= \text{Loading Time} - \text{Failure \& Repair} - \text{Setup \& Adjust}$$

$$= 8444 - 126 - 120 = 8198 \text{ menit}$$

d. Availability

$$= \frac{\text{loading time} - \text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8198 - 246}{8444} \times 100\% = 97,01 \%$$

2. Perhitungan Availability bulan Juni :

a. Machine Working Times

$$= \text{Aktual jam kerja mesin}$$

$$= 9440 \text{ menit}$$

b. Loading Time

$$= \text{Machine working times} - \text{Planned downtime}$$

$$= 9440 - 504 = 8936 \text{ menit}$$

c. Operation Time

$$= \text{Loading Time} - \text{Failure \& Repair} - \text{Setup \& Adjust}$$

$$= 8936 - 147 - 156 = 8633 \text{ menit}$$

d. Availability

$$= \frac{\text{loading time} - \text{dow time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8633 - 297}{8936} \times 100\% = 96,61 \%$$

3. Perhitungan Availability bulan Juli :

a. Machine Working Times
= Aktual jam kerja mesin
= 9530 menit

b. Loading Time
= Machine working times – Planned downtime
= 9530 – 904 = 9026 menit

c. Operation Time
= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust
= 9026 – 130 – 178 = 8718 menit

d. Availability
$$= \frac{\text{loading time} - \text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{9026 - 231}{9530} \times 100\% = 96,56 \%$$

4. Perhitungan Availability bulan Agustus :

a. Machine Working Times
= Aktual jam kerja mesin
= 9260 menit

b. Loading Time
= Machine working times – Planned downtime
= 9260 – 577,5 = 8682,5 menit

c. Operation Time
= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust
= 8682,5 – 118 – 200 = 8364,5 menit

d. Availability
$$= \frac{\text{loading time} - \text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8682,5 - 218}{9260} \times 100\% = 96,33 \%$$

5. Perhitungan Availability bulan September :

a. Machine Working Times
= Aktual jam kerja mesin
= 9745 menit

b. Loading Time
= Machine working times – Planned downtime
= 9745 – 346,5 = 9398,5 menit

c. Operation Time
= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust
= 9398,5 – 120 – 145 = 9133,5 menit

d. Availability
$$= \frac{\text{loading time} - \text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{9398,5 - 2}{9745} \times 100\% = 97,38 \%$$

6. Perhitungan Availability bulan Oktober :

a. Machine Working Times
= Aktual jam kerja mesin
= 9520 menit

b. Loading Time
= Machine working times – Planned downtime
= 9520 – 483 = 8837 menit

c. Operation Time
= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust
= 8837 – 135 – 100 = 8602 menit

d. Availability
$$= \frac{\text{loading time} - \text{down time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8837 - 235}{9520} \times 100\% = 97,34 \%$$

3.2.2 Performance Rate

Kemampuan mesin yang digunakan untuk melaksanakan tugasnya dalam memproduksi produk dievaluasi. Faktor kehilangan kecepatan yang perlu dipertimbangkan termasuk penghentian singkat, waktu idle (manggur), dan penurunan kecepatan. Rumus rasio kinerja adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Data Hasil Perhitungan Performance Rate Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Total Produk (piece)	Target Produk (piece)	Operation Time (menit)	Actual Cycle Time (menit)	Actual Cycle Time (menit)	Performance Rate (%)
Mei 2023	181	800	111	7	27,3	8,77%
Juni 2023	155	418,5	622	7	2,33	89,09%
Juli 2023	199	430	111	7	2,23	89,09%
Agustus 2023	181	402,50	656,5	7	2,5	89,09%
September 2023	181	850	870,5	7	2,07	89,09%
Oktober 2023	181	430	802	7	2,2	89,09%

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah performance rate mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan September. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian Performance rate mesin cnc milling 3 axis

yang dapat dilihat pada lampiran 15 dan 16.

Performance rate memperhitungkan faktor-faktor yang menyebabkan kecepatan produksi tidak sesuai dari kecepatan sebenarnya yang dapat dicapai oleh Mesin CNC Milling 3 Axis. Nilai performance rate ditetapkan sebesar 95%. Tingkat kinerja memperhitungkan factor - faktor yang menyebabkan kecepatan produksi tidak sesuai dari kecepatan sebenarnya yang dapat dicapai oleh Mesin CNC Milling 3 Axis.

Berdasarkan tabel di atas, performance rate tertinggi terjadi pada bulan Agustus, dengan tingkat kinerja sebesar 92,89%. Hasil ini terjadi karena kecepatan produksi bulan September lebih cepat dari perkiraan. Angka terendah terjadi pada bulan September dengan tingkat kinerja sebesar 85,99%.

1. Perhitungan Performance Rate bulan Mei :

a. Perhitungan ideal cycle time
 1 produk melalui 1 proses
 1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)
 4 proses = 4 x 0,5 = 2 menit
 Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :
 Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/produk}} = 30 \text{ produk}$
 Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.

b. Actual cycle time = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Proses}}$
 $= \frac{60 \text{ min}}{27} = 2,22 \text{ menit/produk}$

c. Jumlah Target = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Actual Cycle Time}}$
 $= \frac{60}{2,22} = 409 \text{ pieces}$

d. Performance Rate = $\frac{\text{Output x Ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$
 $= \frac{200 \times 2}{270} \times 100\% = 92,72\%$

1. Perhitungan Performance Rate bulan Juli :

a. Perhitungan ideal cycle time
 1 produk melalui 4 proses
 1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)
 4 proses = 4 x 0,5 = 2 menit
 Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :
 Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/produk}} = 30 \text{ produk}$

b. Actual cycle time = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Proses}}$
 $= \frac{60 \text{ min}}{27} = 2,21 \text{ menit/produk}$

c. Jumlah Target = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Actual Cycle Time}}$
 $= \frac{60}{2,21} = 431,5 \text{ pieces}$

d. Performance Rate = $\frac{\text{Output x Ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$
 $= \frac{200 \times 2}{270} \times 100\% = 89,40\%$

3. Perhitungan Performance Rate bulan Juli :

a. Perhitungan ideal cycle time
 1 produk melalui 4 proses
 1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)
 4 proses = 4 x 0,5 = 2 menit
 Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :
 Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/produk}} = 30 \text{ produk}$
 Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.

b. Actual cycle time = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Proses}}$
 $= \frac{60 \text{ min}}{27} = 2,21 \text{ menit/produk}$

c. Jumlah Target = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Actual Cycle Time}}$
 $= \frac{60}{2,21} = 4359 \text{ pieces}$

d. Performance Rate = $\frac{\text{Output x Ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$
 $= \frac{200 \times 2}{270} \times 100\% = 89,60\%$

Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.

4. Perhitungan *Performance Rate* bulan Agustus :
- Perhitungan ideal *cycle time* :
1 produk terdapat 4 proses
1 proses = 0,5 menit (sumber data lapangan)
4 proses = 4 x 0,5 = 2 menit
Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :
Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/produk}} = 30 \text{ produk}$
Maka dari hasil perhitungan ideal *cycle time* yang di dapat per jam adalah 30 produk.
 - Actual *cycle time* = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Proses}}$
= $\frac{8364,5}{398,5} = 2,15 \text{ menit/pieces}$
 - Jumlah Target = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}}$
= $\frac{8364,5}{2} = 4182,25 \text{ pieces}$
 - Performance Rate* = $\frac{\text{output x ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$
= $\frac{888 \times 2}{864,5} \times 100\% = 92,89\%$

5. Perhitungan *Performance Rate* bulan September :
- Perhitungan ideal *cycle time* :
1 produk terdapat 4 proses
1 proses = 0,5 menit (sumber data lapangan)
4 proses = 4 x 0,5 = 2 menit
Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :
Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/produk}} = 30 \text{ produk}$
Maka dari hasil perhitungan ideal *cycle time* yang di dapat per jam adalah 30 produk.
 - Actual *cycle time* = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Proses}}$
= $\frac{9133,5}{398,7} = 2,32 \text{ menit/pieces}$
 - Jumlah Target = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}}$
= $\frac{9133,5}{2} = 4566,75 \text{ pieces}$
 - Performance Rate* = $\frac{\text{output x ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$
= $\frac{2027 \times 2}{9133,5} \times 100\% = 85,99\%$

6. Perhitungan *Performance Rate* bulan Oktober :
- Perhitungan ideal *cycle time* :
1 produk terdapat 4 proses
1 proses = 0,5 menit (sumber data lapangan)
4 proses = 4 x 0,5 = 2 menit
Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :
Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/produk}} = 30 \text{ produk}$
Maka dari hasil perhitungan ideal *cycle time* yang di dapat per jam adalah 30 produk.
 - Actual *cycle time* = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Proses}}$
= $\frac{8602}{390,5} = 2,21 \text{ menit/pieces}$
 - Jumlah Target = $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}}$
= $\frac{8602}{2} = 4301 \text{ pieces}$
 - Performance Rate* = $\frac{\text{output x ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$
= $\frac{1885 \times 2}{8602} \times 100\% = 90,32\%$

produk telah memenuhi kriteria penerimaan. Dengan memperoleh nilai hasil kualitas, kualitas produk dapat diklasifikasikan sebagai sangat baik atau rusak, dengan kualitas ideal 99%.

Tabel 9 Data Hasil Perhitungan *Quality Rate* Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Total Produk (piece)	Produk Cacat (piece)	Produk Baik (piece)	Quality Rate (%)
Mei 2023	181	61	120	66,30
Juni 2023	5879	187	5692	97,00
Juli 2023	1905	120	1785	93,67
Agustus 2023	1885	61	1824	96,81
September 2023	1977	42	1935	97,87
Oktober 2023	1885	84	1801	95,54

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah *quality rate* mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Juli. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian *quality rate* mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 17 dan 18. Target produk yang diberikan perusahaan adalah sebesar 98%. Sedangkan standar *quality rate* secara internasional adalah 99,9%. September memiliki *quality rate* terbaik, dengan peringkat 98,93%. Selama bulan itu, sebagian besar barang yang diproduksi melewati pemeriksaan kualitas. PT X telah lolos *quality control* tetapi tidak memenuhi target perusahaan. Nilai terendah pada bulan Juli dengan persentase kualitas sebesar 96,77%.

3.2.3 Rate Of Quality

Quality rate adalah nilai yang menggambarkan

1. Perhitungan *Quality Rate* bulan Mei :

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\% \\ &= \frac{3801 - 105}{3801} \times 100\% = 98,34\% \end{aligned}$$

2. Perhitungan *Quality Rate* bulan Juni :

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\% \\ &= \frac{3859 - 105}{3859} \times 100\% = 97,27\% \end{aligned}$$

3. Perhitungan *Quality Rate* bulan Juli :

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\% \\ &= \frac{3906 - 126}{3906} \times 100\% = 96,77\% \end{aligned}$$

4. Perhitungan *Quality Rate* bulan Agustus :

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\% \\ &= \frac{3885 - 63}{3885} \times 100\% = 98,37\% \end{aligned}$$

5. Perhitungan *Quality Rate* bulan September :

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\% \\ &= \frac{3927 - 62}{3927} \times 100\% = 98,93\% \end{aligned}$$

6. Perhitungan *Quality Rate* bulan Oktober :

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\% \\ &= \frac{3885 - 84}{3885} \times 100\% = 97,83\% \end{aligned}$$

3.2.4 Overall Equipment Effectiveness

Perhitungan OEE dilakukan setelah memperoleh nilai availability, performance rate dan quality rate. OEE adalah keseluruhan efektivitas peralatan dalam hal kinerja dan ketergantungan. OEE dihitung dengan membagi enam kerugian signifikan menjadi tiga kategori: ketersediaan, kinerja, dan kualitas.

Tabel 10 Data Hasil Perhitungan OEE Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Performance Rate	Quality Rate	Availability	OEE (%)
Mei 2023	0,97	0,98	0,97	87,45
Juni 2023	0,89	0,97	0,96	82,87
Juli 2023	0,89	0,96	0,96	82,07
Agustus 2023	0,92	0,98	0,96	86,55
September 2023	0,85	0,94	0,97	80,80
Oktober 2023	0,90	0,97	0,97	84,68

(Sumber: Data Hasil Penelitian)

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah OEE mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan September. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian OEE mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 19 dan 20.

OEE mempertimbangkan waktu, kualitas, dan kinerja produksi. OEE digunakan untuk menentukan efisiensi mesin atau alur produksi. Berdasarkan tabel diatas, nilai OEE yang tertinggi adalah bulan Mei dengan nilai 87,45%. Standar nilai JPM (Japan Institute Of Plant Maintenance) Overall Equipment Effectiveness (OEE) yaitu sebesar 85%, maka pada bulan Mei memenuhi standar. Tetapi nilai OEE terendah yang terjadi pada bulan Juni, Juli, September dan Oktober tidak memenuhi standar 85% Japan Institut Of Plant Maintenance. Dari situ terlihat bahwa efektivitas dari mesin CNC Milling 3 Axis secara keseluruhan masih memerlukan evaluasi untuk dilakukan perbaikan dalam Upayameningkatkan efektivitas mesin.

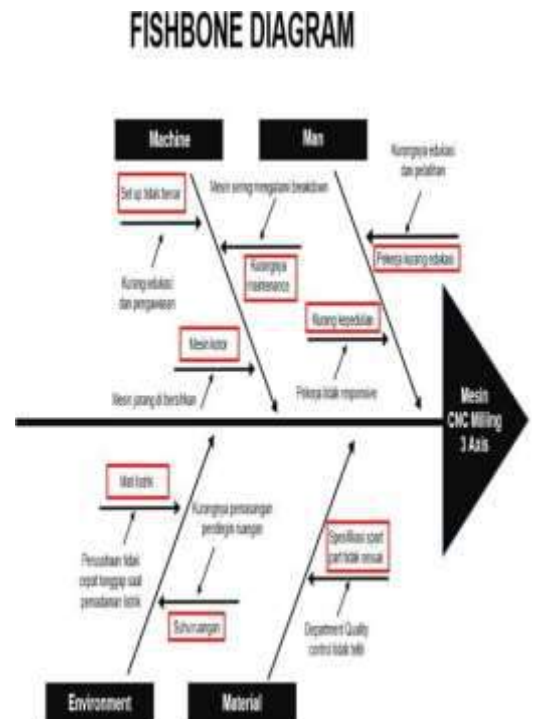
1. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Mei :
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$
 $= 0,97 \times 0,92 \times 0,98 \times 100\%$
 $= 87,45\%$
2. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Juni :
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$
 $= 0,96 \times 0,89 \times 0,97 \times 100\%$
 $= 82,87\%$
3. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Juli :
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$
 $= 0,96 \times 0,89 \times 0,98 \times 100\%$
 $= 82,02\%$
4. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Agustus :
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$
 $= 0,96 \times 0,92 \times 0,98 \times 100\%$
 $= 86,55\%$
5. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan September :
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$
 $= 0,97 \times 0,85 \times 0,98 \times 100\%$
 $= 80,80\%$
6. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Oktober :
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$
 $= 0,97 \times 0,90 \times 0,97 \times 100\%$
 $= 84,68\%$

3.3 Diagram Fishbone

Fishbone Diagram (diagram tulang ikan) ini juga dikenal sebagai Cause and Effect Diagram (diagram sebab akibat), dikatakan fishbone diagram karena bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan. Ada juga yang menyebutkan Cause and Effect Diagram ini sebagai Ishikawa diagram karena yang pertama memperkenalkan Cause and Effect Chart ini adalah Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo di tahun 1953. (Kho,Budi. 2016).

Hasil dari six big losses menunjukkan bahwa penyebab rendahnya nilai OEE adalah reduced speed losses dan yield losses, sehingga digunakan diagram tulang ikan untuk menentukan akar penyebabnya. Man, Material, Machine, dan Environment adalah faktor penyebab kerugian yang akan dianalisis. Diagram tulang ikan yang menghasilkan tingkat OEE

yang rendah dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 3. Fishbone Diagram

(Sumber : Data Hasil Penelitian)

Berikut uraian sebab akibat berdasarkan diagram tulang ikan di atas

beserta usulan perbaikannya:

1. Man

a. Kurang peduli

Pekerja kurang kepedulian dalam memelihara dan membersihkan mesin sehingga mesin mengalami gangguan seperti terhenti secara mendadak (breakdown). Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah memberikan arahan dan mengawasi pekerjaan karyawan, karena jumlah produksi dan kecepatan produksi bergantung pada mesin.

b. Pekerja kurang edukasi

Seringkali, masalah mesin tidak dapat ditangani secara memadai karena kurangnya

pemahaman operator tentang pengoperasian mesin CNC Milling 3 Axis. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perlu adanya edukasi atau sosialisasi yang lebih banyak lagi terkait penanganan dan pemeliharaan mesin tersebut, dan memberikan pelatihan dasar tentang Mesin CNC Milling 3 Axis kepada operator atau mekanik, agar dapat melakukan pencegahan dini sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih fatal lagi.

2. Material

a. Spesifikasi spare part tidak sesuai Bagian divisi quality control seharusnya menyesuaikan suku cadang yang masuk dengan kriteria perusahaan. Kemungkinan adanya kesalahan dalam pemeriksaan atau penggantian komponen suku cadang selama kegiatan ini. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah divisi quality control perlu lebih teliti dalam menyesuaikan suku cadang yang dibeli dengan spesifikasi perusahaan.

1. Machine

a. Kurangnya maintenance Mesin sering rusak karena kurangnya perawatan. Selain itu, mesin seringkali tetap bekerja meskipun operator mengetahui bahwa mesin telah rusak, namun selama mesin tidak membahayakan operator, mesin masih aman untuk digunakan. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah

pada metode yang diterapkan oleh bagian maintenance perlu ditingkatkan lagi misalnya dengan predictive maintenance, dan melakukan penjadwalan penggantian komponen tidak hanya pada saat komponen mesin rusak saja.

b. Mesin kotor

Kotoran pada mesin dapat menyebabkan kinerja mesin memburuk, keausan mesin, dan ketidakstabilan mesin. Perusahaan tidak memberikan alat atau perlengkapan kebersihan, misalnya tidak ada persediaan untuk komponen mesin pembersih menjadi salah satu penyebabnya. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perusahaan sebaiknya melengkapi alat pembersihan mesin seperti vacuum.

c. Setup tidak benar

Setup pada mesin yang tidak dilakukan dengan benar, hal ini dapat menyebabkan tidak mendapat hasil produksi yang baik. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perusahaan perlu mengawasi dan memberikan pelatihan/edukasi yang lebih mengenai setup dan maintenance mesin kepada operator.

4. Environment

a. Suhu Ruang

Suhu ruangan di perusahaan yang pengap akan membuat operator kurang nyaman dalam bekerja, juga dapat

menimbulkan lembab pada mesin. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perusahaan sebaiknya memberikan ataupun meningkatkan pemasangan pendingin ruangan di setiap line.

b. Mati Listrik

Pemadaman listrik dapat berdampak pada proses manufaktur karena membutuhkan waktu untuk beralih ke genset dan dapat membahayakan mesin jika tiba-tiba berhenti selama proses produksi. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perusahaan sebaiknya lebih cepat tanggap dalam pemadaman listrik untuk menghindari kerusakan mesin tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan produksi (kinerja) Mesin CNC Milling 3 Axis tertinggi terjadi pada bulan Agustus, dengan tingkat kinerja sebesar 92,89% dan angka terendah terjadi pada bulan September dengan tingkat kinerja sebesar 85,99%.
2. Efektivitas Mesin CNC Milling 3 Axis tertinggi tercatat pada bulan Mei dengan nilai 87,45%. Nilai standar Overall Equipment Effectiveness (OEE) JIPM adalah 85%, sehingga pada bulan Mei memenuhi kriteria. Tetapi nilai OEE terendah yang terjadi pada bulan Juni, Juli, September dan Oktober tidak memenuhi standar 85% JIPM. Dari situ terlihat bahwa

efektivitas dari mesin CNC Milling 3 Axis secara keseluruhan masih memerlukan evaluasi untuk dilakukan perbaikan dalam upaya meningkatkan efektivitas mesin.

3. Berdasarkan six big losses pada mesin CNC Milling 3 Axis losses terbesar adalah reduced speed losses dengan nilai 36,76% dan yield losses dengan nilai 24,77%.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzan, A., Soegiharto, H., Prasetyawan, A. T., & Zain, A. I.(2019). Perancangan Mesin Plotter Batik Berbasis Computer Numerical Control (Cnc). Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA), 139–151.
- Chuluk, M. C. (2021). Analisis Pengukuran Efektivitas Mesin dengan penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Shrink label (Studi Kasus Perusahaan Minuman di Jemundo, Sidoarjo (Doctoral dissertation, Univesitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Kho, Budi. 2016. Pengertian Cause and Effect Diagram(Fishbone Diagram).Di.<https://ilmumanajemenindus tri.com/pengertian-cause effect diagram fishbone-diagram cara-membuat-ce/>

ARSITEKTUR BIOKLIMATIK SEBAGAI UPAYA ARSITEK MENGHADAPI CLIMATE CHANGE

Dian Kusumowardani,

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

Abstrak

Bumi merupakan habitat ekologis bagi manusia dan makhluk hidup lain yang terdiri dari lingkungan alam dan lingkungan buatan. Melalui hasil karyanya tersebut seorang Arsitek ikut andil dan turut bertanggung jawab dalam terjadinya perusakan terhadap lingkungan ini dan dapat beradaptasi terhadap climate change, maka dari itu munculah pemikiran-pemikiran cara agar bangunan dan kawasan baru yang terbangun agar dapat tetap ikut menjaga kelestarian lingkungan dan harus dapat jika menimbulkan kerusakan yang seminimal mungkin. Beberapa pemikiran yang muncul adalah sustainable architecture, penerapan green building, arsitektur ekologis, arsitektur biophilik dan arsitektur bioklimatik. Tujuan dari artikel adalah untuk membantu menjelaskan penerapan prinsip dari pendekatan desain bioklimatik dan hubungannya dengan penerapannya terhadap lingkungan terpilih sekaligus memenuhi kebutuhan pengguna dalam mencapai kenyamanan baik secara thermal, visual, akustik dan psikologis dari pengguna.

Kata Kunci: lingkungan, bioklimatik, kenyamanan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertama kali Arsitektur mulai berfokus terhadap keselarasan dengan alam sekitarnya diperkenalkan oleh arsitek Frank Lloyd Wright. Pemikiran tersebut dilanjutkan Oscar Niemeyer dengan menerapkan arsitektur yang selaras terhadap keadaan alami alam, yang mempengaruhi fungsi terhadap bentuk arsitektur melalui pemilihan bahan material, dan struktur.

Setelah Wright dan Neimeyer, munculah Victor Olgay, tahun 1963 dengan memperkenalkan konsep arsitektur bioklimatik. Selanjutnya, oleh Kenneth Yeang pada tahun 1990an, konsep arsitektur bioklimatik diterapkan pada bangunan tinggi.

Arsitektur Bioklimatik hadir sebagai alternatif dalam merancang dan menata bangunan tunggal maupun dalam kawasan untuk menjawab permasalahan yang terjadi di iklim mikro dalam lingkungan terpilih dengan menyesuaikan cara proses perancangan dengan menerapkan prinsip-prinsip rancangan Arsitektur Bioklimatik.

1.2. Permasalahan

Bagaimana Arsitek dapat menyumbangkan karyanya berupa bangunan yang dengan tidak menyumbangkan peningkatan dampak perubahan iklim yang

memberikan kerusakan bagi bumi.

2. METODOLOGI

Metode dalam penulisan jurnal ini menggunakan kualitatif deskriptif dengan melakukan analisis terhadap data *literature* melalui kajian pustaka dengan mengumpulkan data-data yang diperoleh dari sumber berupa buku, paper dan *online* diolah untuk memperoleh kesimpulan.

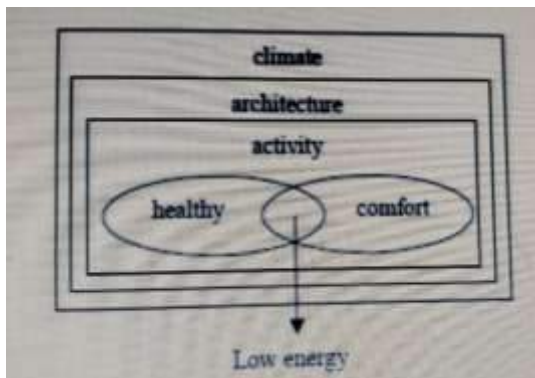
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian bioklimatik menurut kamus Oxford adalah iklim maupun zona iklim yang menjadi pertimbangan atau mendefinisikan hubungan dari organisme hidup dan pola penyebarannya.

Arsitektur Bioklimatik merupakan salah satu cabang ilmu dari Arsitektur Ekologis (Lingkungan) menurut Heinz Frick. Prinsip yang pada arsitektur lingkungan ini adalah cara yang digunakan, strategi yang ditempuh, untuk merancang kawasan maupun bangunan, yang merespon iklim pada tapak, skala iklim makro, mauppun iklim mikro. Selain itu, arsitektur lingkungan juga merespon cara untuk mencapai kenyamanan thermal yang diharapkan dinikmati oleh pengguna pada bangunan.

Arsitektur bioklimatik adalah pendekatan sinergis untuk desain arsitektural

terhadap iklim, yang mengintegrasikan ilmu psikologi manusia, klimatologi dan integrasi ilmu fisika bangunan pada arsitektur regional (Krisdianto, Abadi, & Ekomadyo, 2011). Disebutkan juga dalam (CRES, 2017) dalam (Petros, 2018), arsitektur bioklimatik merujuk pada desain dari bangunan dan ruang (ruang dalam, ruang luar, dan lingkungan buatan) yang didasarkan iklim lokal dan bertujuan untuk menyediakan kenyamanan thermal dan kenyamanan visual, dengan menggunakan energi matahari dan sumber alami lainnya.



Gambar-1. Arsitektur Bioklimatik sebagai Pendekatan Desain
Sumber: Krisdianto, 2010

Elemen dasar dari desain bioklimatik adalah passive solar system yang digabungkan dengan bangunan dan memanfaatkan sumber alami yaitu matahari, air, angin, udara, tanaman, dan tanah untuk pemanasan, pendinginan dan pencahayaan pada bangunan.

Arsitektur bioklimatik menawarkan kesempatan menarik untuk mencapai manfaat terkait lingkungan, sosial, dan ekonomi. Banyak hal tentang energi, lingkungan dan proses siklus kehidupan yang dapat dipelajari dan diterapkan. Konsep dari arsitektur bioklimatik pasif layak dipelajari lebih lanjut.

Hipotesis dari kombinasi ini (pengaplikasian desain arsitektur bioklimatik pada bangunan) bergerak menuju respon positif pada bahasan dari performa manusia, kesehatan dan bahkan keadaan emosi yang stabil (Almusaed, 2004).

Arsitektur bioklimatik mengkombinasikan masing-masing dari sustainability, kesadaran terhadap lingkungan, alam natural, dan pendekatan

organic untuk perkembangan solusi berupa desain dari syarat-syarat yang ada serta dari karakteristik yang ada pada tapak, konteks lingkungan, dan iklim mikro lokal serta topografi (Almusaed, 2011).

Praktik bioklimatik adalah hasil dari adaptasi iklim dan kondisi lingkungan yang akhirnya menjadi bagian dari arsitektur vernakular. Dari waktu ke waktu, dapat dilihat bahwa hunian yang terlihat dari sejarah perumahan banyak menggunakan passive solar energy yang digunakan sebagai prinsip dasar untuk menyimpan panas (pada iklim tertentu).

Menurut Almusaed pada bukunya yang berjudul *Biophilic and Bioclimatic Architecture: Analytical Therapy for the Next Generation of Passive Sustainable Architecture* menyatakan bahwa pengaruh energi dibagi menjadi 2, yaitu: 1. Energi terhadap suasana 2. Energi terhadap konsepsi arsitektur.

Energi terhadap Suasana Hal termudah dalam bahasan teknologi adalah temperature, dan dapat dilihat sehari-hari bahwa bentuk umum dari mesin yang melibatkan panas yang melibatkan energi, mesin merubah suhu yang tinggi (biasa disebut source temperature) dan mejadi suhu yang lebih rendah (disebut sink temperature) (Procos, 1996).

Perubahan dari energi melalui suhu pada lingkungan sekitar menurut caranya dapat dibagi menjadi 4, yaitu: konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi. Energi terhadap Konsepsi Arsitektural Kestabilan temperatur bumi bergantung pada masing-masing iklim dan karakteristik geologis.

Saat proses perubahan yang kita alami, kita harus fokus pada efek pembersihan alami dan kemampuan self-regeneration dapat ditemukan di hutan dan sungai. Kemajuan ekonomi menggunakan banyak sumber yang terbatas juga menghancurkan lingkungan hanya memberikan kemakmuran yang sifatnya sementara; kurangnya keberlanjutan dan mengancam keberadaannya untuk digunakan di generasi yang akan datang.

Sekarang waktunya untuk kembali ke titik awal, untuk memperdalam pengetahuan tentang lingkungan dan memperbaiki kesalahan dalam Natalia Suwarno, Ikaputra: *Arsitektur Bioklimatik, Usaha Arsitek Membantu Keseimbangan Alam dengan Unsur Buatan* pendayagunaan hutan di bumi,

yang memainkan peran penting dalam membentuk dan pengembangan jiwa manusia.

Peran arsitek yaitu dengan pendekatan arsitektur bioklimatik ini yaitu dengan merancang bangunan sesuai prinsip dan konsep, yang nantinya dengan adanya bangunan yang dibuat, tidak merusak sifat efek pembersihan alami dan kemampuan self-regeneration dari Bumi.

Arsitektur Bioklimatik sebagai Pendekatan. Arsitektur Bioklimatik adalah pendekatan desain yang menghubungkan lingkungan fisik dan kenyamanan pada manusia. Lingkungan fisik merupakan hal utama dari parameter yang ada di Arsitektur Bioklimatik, yang mempunyai kontak langsung terhadap indera manusia (akustika, optik, dan thermal) dan kenyamanan fisik diperoleh dari penggunaan material yang tepat, sehingga menjadikan bangunan nyaman, aman dan higienis (Dunlop, 1994).



Gambar-2. Hubungan antar Elemen Kunci dalam Perspektif Desain Bioklimatik
Sumber: Larasati DZ, 2000 dalam Larasari ZR & Mochtar, 2013

Saat musim panas (kemarau di Indonesia, saat waktu penyinaran matahari panjang), sistem shading pada bangunan berguna untuk mencegah suhu udara ruang dalam naik terlalu banyak. Namun, pada musim hujan, sistem shading ini juga berguna untuk mencegah tampias dari air hujan.

Konsep Arsitektur Bioklimatik merupakan aturan pertama dalam Arsitektur Bioklimatik yaitu mengambil sisi terbaik dari kondisi bioklimatik lokal pada tapak dan juga dengan manfaat dari lingkungan alami (kondisi eksisting) dari tapak yang akan dibangun (Widera, 2015).

Konsep yang harus ditepati antara lain:
1. Kenyamanan Pengguna dalam Bangunan Bioklimatik Salah satu elemen kunci dari desain bioklimatik yang baik adalah pada penggunaan maksimum dari cahaya matahari untuk memastikan pencahayaan alami pada ruang dalam memadai. Pencahayaan alami seharusnya dikontrol secara perlahan untuk menghindari terjadinya glare dan overheating.

Kenyamanan thermal pada bangunan bioklimatik dapat dicapai dengan beberapa cara, salah satu cara yang paling efisien adalah dengan cara radiasi pada lantai dan langit-langit (Widera, 2015).

2. Pelajaran dari Arsitektur Vernakular: Passive Cooling and Heating. Wilayah dengan temperatur yang tinggi menjadi alasan utama adaptasi suatu bangunan dengan teknologi pendinginan alami secara efisien terhadap kondisi lingkungan lokalnya. Teknologi dari Arsitektur Vernakular diantaranya adalah penggunaan tritisan, louver, pohon, dan elemen shading lainnya untuk membantu mengurangi thermal load dari fasad.

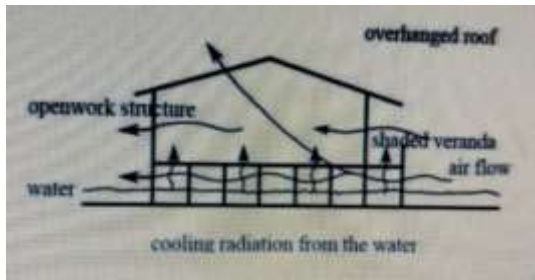
Dari beberapa sistem pendinginan pasif yang didasarkan dari penghawaan alami dan diterapkan di bagian yang berbeda dapat dikategorikan beberapa metode dasar dalam pengaplikasiannya (Dahl, 2008):

1. Cross ventilation berdasarkan perbedaan tekanan pada bangunan
2. Ventilasi cerobong asap berdasarkan stack effect.

3. Tower udara dan penangkap angin berdasarkan overpressure dan underpressure. Modifikasi lokal dikembangkan menjadi sebagai berikut:

1. Cross ventilation dikombinasikan dengan lantai yang dinaikkan dan pendinginan secara radiasi dari tapak yang panas dan lembab.

2. Cross ventilation dikombinasikan dengan struktur panggung dan pendinginan dengan metode evaporasi dari permukaan air di tapak yang memiliki suhu panas dan lembab yang berlokasi di dekat reservoir air.



Gambar-3. Ventilasi Silang Kombinasi dengan Struktur Panggung
Sumber: Widera, 2015.

Prinsip Arsitektur Bioklimatik Elemen kunci dari desain bioklimatik adalah passive system yaitu sistem penghawaan yang berfungsi tanpa bantuan dari alat mekanik. Di Indonesia, desain bioklimatik dibagi menjadi 3 kategori (Tze, 2015):

1. Passive Solar Heat Protection (Minimal Heat Gain).

Sistem ini dicapai dengan memilih lokasi dan juga pemilihan orientasi hadap bangunan yang disesuaikan dengan tapak. Desain yang dihasilkan tentunya harus disesuaikan dengan arah lajur matahari dan penempatan pohon atau pengisi lansekap dan juga pemilihan material yang dapat menyerap panas matahari dan radiasi matahari sesuai kebutuhan.

2. Passive Cooling Techinque (Maximum Heat Loss).

Sistem ini menggunakan berbagai macam Teknik seperti penghawaan alami, night flush cooling, direct dan indirect radiative cooling, evaporative cooling dan juga earth coupling.

3. Natural Daylighting System Sistem pencahayaan alami berfungsi apanila bukaan atau jendela dan permukaan pantul ditempatkan pada bangunan di lokasi yang berdasarkan pada jalur matahari (sun path).

Menurut (Larasati, 2000) ada beberapa kriteria dan output dari tahapan desain dari implementasi konsep bioklimatik untuk bangunan di area tapak dengan iklim tropis:

Dalam mencapai desain dengan penggunaan pendekatan bioklimatik secara utuh, perlu pemenuhan terhadap komponen-komponen yang ada pada

Penggunaan elemen-elemen arsitektural yang diterapkan sesuai dengan hasil analisis terhadap iklim makro dalam tapak dan kesesuaiannya dengan lingkungan.

Arsitektur bioklimatik menggunakan elemen-elemen arsitektural bukan mesin penghawaan sebagai penunjang bertujuan untuk menghemat biaya konsumsi energy dengan melalui :

1. Penentuan Orientasi Bangunan Orientasi bangunan penting untuk konservasi energi. Secara umum, susunan bangunan dengan bukaan menghadap utara dan selatan memberikan keuntungan dalam mengurangi insulasi panas. Orientasi bangunan terbaik adalah meletakkan luas permukaan bangunan terkecil menghadap timur dan barat memberikan dinding eksternal pada luar ruangan atau pada emperan terbuka.

2. Peletakan Sun-Shading pada Bangunan. Sun-Shading diletakkan pada sisi paling intens terpapar cahaya matahari yaitu sisi timur dan barat. Fungsi dari Sun-Shading adalah untuk mengurangi paparan cahaya matahari langsung pada bangunan, sehingga suhu dalam ruang terjaga dan mengurangi glare walaupun efek terang dari matahari tetap didapatkan.

3. Peletakan Bukaan pada Bangunan Berupa Pintu, Jendela, dan Ventilasi Hal ini memiliki korelasi dengan kenyamanan pengguna, arah angin dan paparan cahaya matahari. Peletakannya biasanya di sisi utara dan selatan yaitu arah angin pada umumnya. Pemilihan Material Bangunan Material juga sangat berpengaruh pada kenyamanan yang akan diterima oleh pengguna.

4. Pemilihan material memiliki beberapa kriteria, sebagai contoh, untuk kenyamanan secara akustik, material dengan kerapatan baik dipilih karena menyerap bunyi lebih baik, selain itu, material dengan kerapatan baik ini juga dipilih untuk dinding bangunan karena dapat membantu mengurangi pengaruh radiasi matahari karena proses perambatannya lambat sehingga panas yang berlebih sulit masuk ke dalam rumah.

5. Pemilihan Warna Kulit Bangunan Warna kulit bangunan terluar yang dipilih biasanya merupakan warna putih yang dapat memantulkan cahaya dan panas matahari sehingga dalam ruang tidak terlalu panas pada siang hari namun tetap hangat saat malam hari.

6. Peletakan Vegetasi Letak vegetasi pada tapak berpengaruh juga pada kenyamanan thermal yang diterima oleh pengguna dalam

bangunan. Selain menghindarkan dari sengatan matahari langsung, peletakan vegetasi pada tapak juga membuat penghawaan (dalam hal ini membantu dalam penyaringan udara yang masuk ke bangunan) juga membantu dalam penyerapan polusi suara, sehingga menimbulkan kenyamanan secara akustik.

Design strategies dalam pendekatan bioklimatik. Cakupannya termasuk desain dari tapak, pengaturan elemen lansekap (tanaman, air, dst), orientasi bangunan, peletakan massa bangunan, bentuk bangunan, pelingkup bangunan, sun shading design, desain jendela dan bukaan. Semuanya merupakan bagian dari strategi yang dipikirkan matang agar pelaksanaan dan perawatan bangunan dengan pendekatan ini berhasil (low cost).

4. KESIMPULAN

Dari tinjauan teori dan penjelasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut: 1. Pendekatan Bioklimatik diperlukan untuk membantu lingkungan mencapai self regenerating agar tercapai keseimbangan alam, 2. Pendekatan Bioklimatik dipilih dalam metode desain untuk mencapai energy saving dan pengurangan konsumsi energi yang tidak terbarukan, 3. Dengan perluasan dari konsep desain bioklimatik, desainer (dalam hal ini Arsitek) dapat mengimplementasikan pendekatan desain yang lebih baik terutama kepada lingkungan, Pengembangan metode desain bioklimatik yang memiliki 3 tahapan desain: 1. Memilih alternatif berdasarkan kebutuhan 2. Memastikan penggunaan energi terbarukan serta memikirkan keterbaruannya tercapai 3. Memastikan kenyamanan pengguna ruang tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

Al-musaed, A. (2004). *Intelligent Sustainable Strategies Upon Passive Bioclimatic Houses*. Denmark: Arkitektiskol Århus. Al-musaed, A. (2011). *Biophilic and Bioclimatic Architecture: Analytical Therapy for the Next Generation of Passive Sustainable Architecture*. New York: Springer-Verlag London Limited. Bartok W, A. F. (1991). *Fossil Fuel Combustion: a Source Book*. New York: Wiley. CRES. (2017).

CRES. Retrieved from Centre for Renewable Energy Source and Saving: http://www.cres.gr/kape/energeia_

Dahl, T. (2008). *Climate and Architecture*. Routledge: Oxon. Dunlop, P. D. (1994). *Solar Photovoltaic Air Conditioning of Residential Buildings*. In: *Proceedings of the 1994 summer study on energy efficiency*, vol 3. FSEC, USA, 190. Frick, H., & Suskiyatno, B. (2007). *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis*. Bandung: Kanisius. Krisdianto, J., Abadi, A. A., & Ekoady, A. S. (2011). *Bioclimatic Architecture as a Design Approach with a Middle Apartment in Surabaya as a Case Study*. *Architecture & Environment* Vol. 10 No. 1, 21-33. Larasari ZR, D., & Mochtar, S. (2013). *Application of bioclimatic parameter as sustainability approach on multi-story building design in tropical area*. *The 3rd International Conference on Sustainable Future for Human Security* (pp. 822-830). *Procedia Environmental Sciences* 17. Larasati DZ, D. (2000). *Sunshading Design Method on Preliminary Design Stage for Multi-storey Building*. Thesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Petros, L. (2018). *Bioclimatic Architecture and Cyprus*. Nicosia: Patheon Cultural Association.

Procos, D. (1996). *The Process Solar House in Halifax, Canada*. In: de Herde A. (ed) *Building and Urban Renewal*. Architecture et Climat, Halifax.

Tze, J. B. (2015). *Bioclimatic Architecture: A Sustainable Design Approach in attempt to Connect with Nature while Maintain Building Comfort based on Local Climate in Sekeping Serendah*. Selangor: Taylor's University. Widera, B. (2015). *Bioclimatic Architecture*. *Journal of Civil Engineering and Architecture Research* Vol. 2 No. 4, 567-578.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PERPUSTAKAAN BERBASIS WEB PADA SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK) PATIH SEMI CIREBON

Bagus Prabowo

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

Abstrak

Perkembangan Teknologi Informasi berbasis internet di era sekarang sangat berkembang pesat dimana segala aktifitas bisa dikerjakan dan diselesaikan dengan mudah dan cepat bukan hanya satu bidang melainkan mencakup semua bidang khususnya di bidang Pendidikan. Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Patih Semi Cirebon merupakan sebuah sistem yang berbasis internet untuk mengelola berbagai transaksi data yang terdapat pada perpustakaan. Tujuan dirancangnya sistem ini adalah untuk mempermudah staf dalam memanager dan mengelola data transaksi perpustakaan seperti data anggota, buku, peminjaman, pengembalian dan laporan. Dengan adanya sistem yang terkomputerisasi di harapkan dapat meminimalisir tingkat kesalahan baik pada penulisan data maupun kerangkapan data sehingga dengan demikian pekerjaan bisa lebih efisien, cepat dan akurat. Perancangan sistem informasi perpustakaan berbasis web ini menggunakan metode yang familiar atau yang biasa digunakan yaitu metode waterfall, kemudian perancangan desain untuk membangun sistem menggunakan bahasa berorientasi objek yaitu Unified Modelling Language (UML), serta desain basis data yang digunakan didalam sistem di rancang menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD).

Kata Kunci : Sistem Informasi perpustakaan berbasis web, ERD, Waterfall, UML

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi seharusnya memberikan dampak dalam pengelolaan perpustakaan. Perpustakaan merupakan sumber belajar yang harus dimiliki oleh setiap sekolah, perguruan tinggi. Perpustakaan membuat pengetahuan dapat diakses dibundel dalam koleksi dokumen terorganisir yang dapat bertemu persyaratan informasi pengguna yang ditargetkan (Vir Malhan, 2017).

Pada saat ini pelayanan di perpustakaan masih di kerjakan secara manual, kegiatannya masih dicatat oleh petugas perpustakaan dalam buku. Sehingga, pada saat proses pencarian buku, data anggota, transaksi peminjaman dan pengembalian buku menjadi kurang efisien. Kemungkinan terjadinya kehilangan data pun bisa terjadi. Pembuatan laporan yang masih di lakukan secara manual juga tentunya akan berpengaruh akan waktu dan tenaga. Ketidakefektifan pelayanan di perpustakaan SMK Patih Semi Cirebon juga disebabkan karena hanya terdapat seorang petugas yang dapat melayani siswa yang

akan melakukan transaksi. Di samping itu belum adanya suatu sistem informasi yang dapat mempermudah untuk mengakses dalam kegiatan di perpustakaan.

Salah satu solusi yang bisa di pertimbangkan adalah memanfaatkan teknologi informasi. Tujuannya adalah agar semua sarana dan fasilitas perpustakaan dapat digunakan dengan sebaik mungkin sehingga anggaran yang dikeluarkan dalam penyediaan fasilitas tepat pada sasaran dan tujuan. Sehingga, semua bisa terlaksana sesuai dengan harapan.

Gambaran di atas menjadi sebuah objek penelitian untuk menerapkan sistem informasi perpustakaan pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang belum memiliki suatu sistem informasi perpustakaan. Teknologi informasi yang dikembangkan menggunakan layanan berbasis web bisa memberikan kemudahan baik untuk pustakawan maupun pengunjung perpustakaan dalam mengakses informasi serta pengelolaan data perpustakaan, seperti mempermudah pencarian buku atau katalog, peminjaman, pengembalian koleksi buku

dan pembuatan laporan. Sehingga, akan diperoleh efisiensi pekerjaan staf perpustakaan dalam pengelolaan buku perpustakaan, penyajian informasi yang lebih mudah dan interaktif, dan memberikan layanan yang lebih baik kepada pengguna layanan perpustakaan. Oleh karena itu, penulis berpikir untuk mengembangkan suatu sistem informasi perpustakaan sebagai sarana penunjang pendidikan di SMK Patih Semi Cirebon.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif. Menurut Moleong (2017:6) penelitian kualitatif adalah penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian seperti perilaku, persepsi, motivasi, tindakan dan lain-lain secara holistik dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dengan memanfaatkan berbagai metode alamiah. Penelitian kualitatif menurut Hendryadi, et. al, (2019:218) merupakan proses penyelidikan naturalistik yang mencari pemahaman mendalam tentang fenomena sosial secara alami. Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah, di mana peneliti adalah sebagai instrumen kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi, analisis data bersifat induktif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi. Pada penelitian kualitatif, pengumpulan data tidak dipandu oleh teori tetapi dipandu oleh fakta-fakta yang ditemukan pada saat penelitian di lapangan. Oleh karena itu, analisis data yang dilakukan bersifat induktif berdasarkan fakta-fakta yang ditemukan dan kemudian dapat dikonstruksikan menjadi hipotesis atau teori. Jadi, dalam penelitian kualitatif melakukan analisis data untuk membangun hipotesis, sedangkan dalam penelitian kuantitatif

melakukan analisis data untuk menguji hipotesis. Penelitian kualitatif merupakan penelitian tentang riset yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Proses dan makna (perspektif subjek) lebih ditonjolkan dalam penelitian kualitatif. Landasan teori dimanfaatkan sebagai

pemandu agar fokus penelitian sesuai dengan fakta di lapangan. Selain itu, landasan teori juga bermanfaat untuk memberikan gambaran umum tentang latar penelitian dan sebagai bahan pembahasan hasil penelitian. Seperti lazimnya perolehan data dalam penelitian kualitatif, data studi kasus diperoleh dari beberapa teknik, seperti wawancara, observasi, dan dokumentasi. Pada penelitian ini lokasi penelitian dilakukan di SMK Patih Semi Cirebon.

2.2. Metode Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan system informasi ini yaitu:

2.2.1 Pembuatan Model

Pembuatan system informasi perpustakaan website “Analisis dan perancangan sistem informasi pada Buku Perpustakaan SMK Patih Semi Cirebon” ini menggunakan struktur model waterfall dengan beberapa tahapan aktifitas yang terstruktur dimana dari tiap-tiap tahapan akan dicapai hasil yang maksimal guna menunjang pembuatan aplikasi system yang baik. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain analisa dan definisi kebutuhan system, desain system, implementasi system yang akan dijelaskan pada bagian Prosedur Penelitian, sedang untuk tahapan uji system akan dijelaskan pada bagian evaluasi.

2.2.2 Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan pembuatan system informasi website ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Menganalisa dan mendefinisikan kebutuhan system Tahapan ini dimaksudkan agar kita

mengetahui tentang apa yang perlu dipelajari, serta data-data pendukung apa saja yang diperlukan aplikasi web service “Analisis dan perancangan system informasi pada Buku Perpustakaan”.

2. Desain System

Pembuatan desain system informasi dari aplikasi website “Analisis dan perancangan system informasi pada Buku Perpustakaan di SMK Patih Semi Cirebon” pada tahapan ini meliputi beberapa langkah, diantaranya pembuatan:

1. Use Case Diagram
2. Activity Diagram
3. Class Diagram
4. Desain Skema System Informasi Website
5. Desain Database

3. PEMBAHASAN

3.1. Tampilan Halaman Sistem

3.1.1 Tampilan Halaman login admin



Gambar 1. Tampilan halaman login admin

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan halaman login admin menjelaskan bahwa admin membuka alamat website. Setelah masuk halaman login, admin memasukkan Username dan Password yang sudah dibuat.

3.1.2 Tampilan Halaman dashboard Admin



Gambar 2. Tampilan Halaman Login Admin

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan dashboard admin menjelaskan bahwa admin sudah login ke website kemudian muncul form baru dashboard admin.

3.1.3 Tampilan Menu Data Anggota



Gambar 3. Tampilan Menu Data Anggota

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan menu data anggota menjelaskan bahwa admin memilih module master kemudian memilih anggota maka akan muncul form anggota.

3.1.4 Tampilan Tambah Atau Edit Data Anggota



Gambar 4. Tampilan Tambah Atau Edit Data Anggota

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan tambah atau edit data anggota menjelaskan bahwa admin melakukan tambah atau edit data pada form data anggota.

3.1.5 Tampilan Hapus Data Anggota



Gambar 5. Tampilan Tambah Atau Edit Data Anggota

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan hapus data anggota menjelaskan bahwa admin melakukan hapus data pada form data anggota.

3.1.6 Tampilan Menu data Buku



Gambar 6. Tampilan Tambah Atau Edit Data Anggota

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan menu data buku menjelaskan bahwa admin melakukan membuka daftar buku yang sudah terinput.

3.1.7 Tampilan Tambah Peminjaman



Gambar 7. Tampilan Tambah Peminjaman

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan tambah peminjaman menjelaskan bahwa admin memilih module transaksi. Setelah itu admin memilih tambah peminjaman untuk melakukan tambah transaksi peminjaman.

3.1.8 Tampilan Data Peminjaman



Gambar 8. Tampilan Tambah Peminjaman

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan data peminjaman menjelaskan bahwa admin memilih module transaksi. Setelah itu admin memilih data peminjaman untuk melihat daftar transaksi peminjaman untuk kemudian cetak transaksi peminjaman siswa.

3.1.9 Tampilan Print Data Peminjaman Siswa



Gambar 9. Tampilan Print Data Peminjaman Siswa

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan print data peminjaman siswa menjelaskan bahwa admin melakukan cetak atau print data transaksi peminjaman untuk diserahkan ke siswa sebagai tanda bukti peminjaman buku.

3.1.10 Tampilan Data Pengembalian



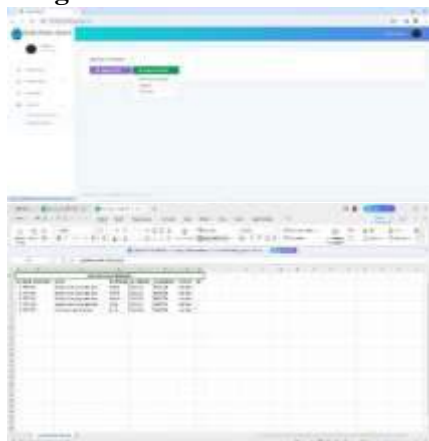
Gambar 10. Tampilan data pengembalian

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan data pengembalian menjelaskan bahwa admin memilih module transaksi. Setelah itu admin

memilih data pengembalian untuk melihat daftar transaksi pengembalian untuk kemudian cetak transaksi pengembalian siswa.

3.1.11 Tampilan Print Data Pengembalian Siswa



Gambar 11. Tampilan data pengembalian

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan print data pengembalian siswa menjelaskan bahwa admin melakukan cetak atau print data transaksi pengembalian untuk diserahkan ke siswa sebagai tanda bukti pengembalian buku.

3.1.12 Tampilan Input Pengunjung



Gambar 12. Tampilan Input Pengunjung

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan input pengunjung menjelaskan bahwa siswa sebelum mencari data buku diwajibkan mengisi input pengunjung yang telah disediakan.

3.1.13 Tampilan Cari Data Buku



Gambar 13. Tampilan Cari Data Buku
Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tampilan cari data buku menjelaskan bahwa siswa dapat melakukan pencarian data buku di search book.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pembahasan dan analisa data dari penelitian yang telah dilakukan, maka penulis dapat menyimpulkan yaitu:

1. Sistem informasi perpustakaan yang di dalamnya terdapat fitur melihat data anggota, data buku, transaksi peminjaman dan pengembalian buku, serta cetak laporan. Sehingga, memudahkan petugas dalam melakukan pencarian data anggota, data buku serta mengetahui transaksi peminjaman maupun pengembalian buku dan mencetak laporan.
2. Salah satu upaya yang bisa di lakukan adalah membuat sebuah sistem informasi perpustakaan, segala aktifitas yang dikerjakan di perpustakaan yang sebelumnya masih manual, dialihkan atau di-input menggunakan sistem, data tersebut akan tersimpan dalam database, selanjutnya petugas perpustakaan melakukan backup data secara rutin. Sehingga, meminimalisir kemungkinan terjadinya kehilangan data.
3. Pada sistem pembuatan laporan perpustakaan yang sebelumnya masih manual, masih ada kemungkinan human error dalam pencatatannya. Berbeda dengan menggunakan sistem informasi perpustakaan dengan memanfaatkan fitur cetak laporan yang terdapat pada sistem. Sehingga,

saat petugas membuat laporan perpustakaan menjadi lebih mudah, cepat dan akurat.

5. DAFTAR PUSTAKA

Moleong, Lexy J., Metodologi penelitian kualitatif, Ed. Revisi; Cet. 36, Bandung : Remaja Rosdakarya, 2017

Vir Malhan, I. (2017). Diverging Library and Information Services, Converging Technologies, Surging Professional Roles and Emerging Scenario for LIS Manpower Development. *International Journal of Intelligent Information Systems*, 6(4), 40. <https://doi.org/10.11648/j.ijis.20170604.1>

1

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PENGELOLAAN PERSEDIAAN DI PT CIPTA BAHARI SEJUK

Surya Darma

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

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi semakin canggih. Kemajuan pembuatan sistem informasi saat ini sangat besar. Sistem informasi yang berkaitan dengan persediaan stok barang di gudang menjadi bagian yang cukup penting bagi suatu perusahaan tertentu atau perorangan dikarenakan memiliki peranan dalam pengelolaan data barang-barang PT, Cipta Bahari Sejuk merupakan salah satu Perusahaan yang bergerak di bidang logistik yang kegiatan utamanya adalah menyimpan produk frozen dengan suhu dibawah -18 derajat. Dalam hal pengelolaan data persediaan barang PT Cipta Bahari Sejuk masih menggunakan cara manual. Hal ini sering menimbulkan permasalahan dalam pengelolaan dan pencatatan jumlah stok barang seperti sering mengalami selisih jumlah barang dokumen dan kertas sering berceceran dan proses penghitungan membutuhkan proses yang lama sehingga menghambat dalam proses lama untuk mengetahui stok barang. Untuk menangani hal tersebut maka dibuatlah sistem informasi produk berbasis web yang didalamnya terdapat data stok barang, barang keluar dan barang masuk pada PT Cipta Bahari Sejuk. Sistem ini dibangun dengan diharapkan membantu pencatatan data keluar-masuk barang di PT Cipta Bahari Sejuk sehingga meningkatkan kinerja karyawan lebih efisien serta menyediakan data yang akurat. Dalam penelitian ini penulis menggunakan sistem pengumpulan data seperti wawancara, observasi, dokumentasi dan studi pustaka, sedangkan dalam pengembangan sistem penulis menggunakan model waterfall dalam membuat sistem informasi stok produk berbasis web ini meliputi tahap analisa kebutuhan sistem, tahap perancangan, tahap penerapan dan tahap pemeliharaan.

Kata Kunci : Inventory, stok data, barang masuk, barang keluar, sistem berbasis web

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya kemajuan teknologi informasi menjadikan persaingan bisnis dalam dunia usaha semakin ketat. Jumlah perusahaan semakin banyak dan semakin berusaha untuk mempertahankan bisnisnya dengan menerapkan strategi baru. Dengan semakin ketatnya persaingan bisnis dalam dunia usaha, kecepatan dan ketepatan dalam bertindak merupakan suatu hal yang utama.

Pengelolaan informasi yang baik pada suatu perusahaan sangat diperlukan untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Teknologi informasi banyak sekali dimanfaatkan oleh banyak perusahaan untuk dapat bersaing dengan perusahaan lain. Hampir seluruh perusahaan memanfaatkan teknologi informasi dalam hal pengambilan keputusan, peningkatan produktifitas perusahaan,

pencarian dan penyebaran informasi, dan meningkatkan pelayanan. Berkat adanya teknologi informasi sekarang informasi dapat diperoleh dengan lebih mudah dan cepat.

Teknologi informasi membantu perusahaan dalam mengelola bisnisnya agar lebih mudah dan cepat sehingga banyak perusahaan menggunakan teknologi informasi untuk bersaing dalam bisnis dengan kompetitor-kompetitornya. Pada

suatu perusahaan banyak bagian-bagian perusahaan yang dapat diterapkan teknologi informasi guna membantu pekerjaan dari setiap bagian tersebut. Salah satu bagian dari perusahaan manufaktur adalah bagian inventory (persediaan) yang berfungsi sebagai pengelolaan persediaan barang bagi perusahaan tersebut.

Inventory barang pada perusahaan sangatlah penting karena dari inventory

tersebut perusahaan dapat mengelola stok barang dan memonitor barangmasuk dan barangkeluar agar suatu perusahaan tidak mengalami. kelebihan atau kekurangan barang yang akan berdampak buruk pada perusahaan. Manajemen inventoy yang baik harus dapat mengelola dan mengontrol banyaknya barang yang bervariasi dalam suatu perusahaan , Saha, E., & Ray, P. K. (2019). Perusahaan yang dapat mengelola dan mengendalikan persediaannya dengan baik akan dapat memenuhi permintaan pelanggan dan dapat menjaga kelangsungan bisnisnya serta mempertahankan daya saingnya di pasar keluar akan dipindahkan kedalam Microsoft Excel untuk disusun menjadi sebuah laporan barang masuk dan laporan barang keluar yang dapat memakan waktu sekitar 1 jam dalam pembuatannya untuk kemudian diserahkan kepada yang membutuhkan masuk dan keluar dan pencatatan data barang masih manual dengan menggunakan buku besar begitupun untuk pendataan stok barang hanya dicatat di buku besar.

Berdasarkan sistem lama tersebut terkadang terjadi kesalahan dalam perhitungan barang, kesulitan dalam pencatatan dan pembuatan laporan barang masuk dan keluar, belum lagi sulitnya dalam pencarian data barang yang diperlukan karena penumpukan berkas yang banyak. Hasil dari penelitiannya berupa sebuah system informasi inventory barang dengan menggunakan metode FIFO dengan tanggal masuk barang pertama kali maka itu yang harus pertama keluar sehingga dapat mempermudah dalam proses pendataan barang hingga pencarian data yang diperlukan oleh pihak apotek (Syarif & Mustagfirin, 2019). Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Anita C. Sembiring, J. Tampubolon, D. Sitanggang, Mardi Turnip dan Subash dengan judul “Improvement of Inventory System Using First In First Out (FIFO) Method”, pada penelitian tersebut penggunaan metode First-In First-Out

dinilai cukup membantu dalam penentuan barang mana yang harus dikeluarkan terlebih dahulu

Dengan bertambahnya pelanggan dari tahun ke tahun membuat bertambahnya juga permintaan pelanggan. Banyaknya aktivitas barang masuk dan keluar membuat pencatatan membutuhkan buku catatan dan mengakibatkan buku lama yang sudah penuh akan diarsipkan dan tidak terpakai lagi setelah melakukan pengecekan dan memakan tempat dalam penyimpanannya. Sehingga dari permasalahan tersebut terkadang terjadi kesalahan dalam perhitungan barang,

2. METODOLOGI PENELITIAN

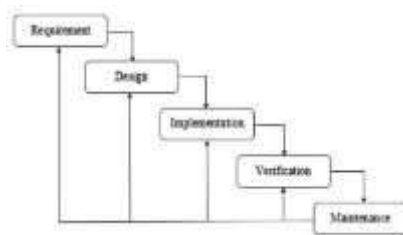
2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif, yaitu penelitian yang mengelola dan menggambarkan data serta informasi berdasarkan fakta-fakta yang tampak untuk kemudian dianalisis lebih lanjut. Metode ini tidak terbatas sampai pada pengumpulan data, tetapi meliputi juga analisis penyampaian data dan informasi digambarkan dalam bentuk tampilan yang lebih mudah dipahami.

Objek penelitian yang dijadikan kasus pada penelitian ini adalah analisa dan perancangan sistem informasi inventori di PT Cipta Bahari Sejuk. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengelolaan Inventori dan merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan sistem informasi PT Cipta Bahari Sejuk.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem penelitian ini adalah SDLC (*Systems Development Life Cycle*) dengan *model Waterfall*. *Waterfall Model* atau *Classic Life Cycle* merupakan *model* yang paling banyak dipakai dalam *Software Engineering* (SE). *Waterfall* model memiliki lima tahapan yaitu :



Gambar 1. Metode SDLC Dengan *Waterfall model*

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

2.3 Kebutuhan (*Requirement*)

Tahapan ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam perancangan sistem informasi manajemen arsip, pada tahapan ini peneliti melakukan observasi secara langsung pada PT Cipta Bahari Sejuk serta melakukan wawancara dengan Admin Gudang dan *Staff* Gudang.

2.4 Desain (*Design*)

Tahapan ini dilakukan untuk mengubah menjadi representasi ke dalam bentuk “*blueprint*” *software* sebelum *coding* dimulai. *Blueprint software* dalam penelitian ini menggunakan UML (*Unified Modelling Language*). Semakin kompleks sistem yang ingin dibangun, maka semakin penting juga penggunaan teknik pemodelan yang baik. Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa grafis atau bahasa pemodelan yang kompleks dan kaya dengan fitur. Sugiarti, Y. (2018). Berikut komponen dari fase *design* :

1. Arsitektur *Design*

Merancang diagram-diagram UML (*Unified Modeling Language*), yang menggambarkan struktur dasar yang menopang sistem absen menggunakan teknologi geofencing. Diagram-diagram UML yang dimaksud adalah, *Use case Diagram*, *Activity Diagram*, *Class Diagram*, *Sequence Diagram*.

2. *Interface Design*

Pembuatan *mockup* yang mempresentasikan GUI (*Graphical User Interface*) dari setiap *user* yang terdapat pada aplikasi ini, yang disesuaikan dengan hak akses masing-masing *user*. Terdapat dua level hak akses dalam sistem ini yaitu, *Admin* Dan *Staff*.

2.5 Implementasi (*Implementation*)

Tahapan ini merupakan proses penulisan *coding* program berdasarkan *blueprint* yang telah dibuat untuk membangun aplikasi Inventori Persediaan Barang, bahasa pemrograman yang digunakan dalam tahapan ini adalah PHP MyAdmin menggunakan *database* MySQL.

Tahapan ini merupakan proses pengujian aplikasi yang telah dibuat menggunakan metode pengujian *black box* dan *review* sistem untuk mengetahui apakah desain aplikasi sudah sesuai dan berjalan tanpa adanya *bug* atau *error*.

2.6 Pemeliharaan (*Maintenance*)

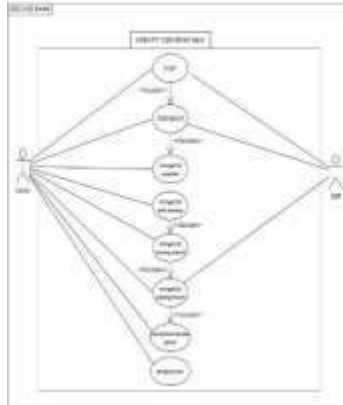
Tahapan ini merupakan proses pemeliharaan suatu *software*, termasuk di dalamnya adalah pengembangan, karena *software* yang dibuat tidak selamanya hanya seperti itu. Ketika dijalankan mungkin saja masih terjadi *bug* atau *error* kecil yang tidak ditemukan pada tahap pengujian, atau ada penambahan fitur-fitur yang belum ada pada *software*.

3. PEMBAHASAN

3.1. Use case Diagram

Use case menggambarkan hubungan interaksi antara sistem dan aktor. Use case dapat mendeskripsikan tipe interaksi antara pengguna sistem

dengan sistemnya. Berikut adalah Use case diagram sistem.



Gambar 2. Use case Diagram
Sumber : Penelitian Mandiri 2023

3.2. Implementasi Tampilan Sistem

3.2.1 Tampilan Halaman Login



Gambar 3. Tampilan Halaman Login
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Tampilan halaman login yang digunakan sebagai langkah awal untuk memasuki Sistem Inventori PT Cipta Bahari Sejuk. Tampilan tersebut berisikan form untuk login berisikan text field untuk Username dan password. Halaman ini membagi pengguna berdasarkan level penggunaannya.

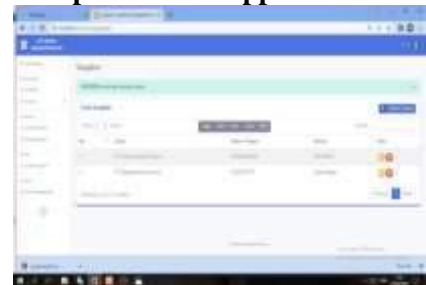
3.2.2 Tampilan Halaman Utama (Dashboard)



Gambar 4. Tampilan Halaman Utama Admin (Dashboard)
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Tampilan halaman utama atau dashboard yang berisikan informasi yang berbeda sesuai dengan jenis aktor yang login. Seperti yang terlihat di Gambar 4.38 di bagian konten dashboard terdapat informasi seperti jumlah Jumlah data barang, jumlah total data barang, dan jumlah user yang telah di daftarkan.

3.2.3 Tampilan Data Supplier



Gambar 5. Tampilan Halaman Supplier
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

3.2.4 Tampilan Data Barang



Gambar 6. Tampilan Halaman Data Barang
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

3.2.5 Tampilan Barang Masuk



Gambar 7. Tampilan Halaman Barang Masuk
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Tampilan halaman Barang Masuk yang bisa diakses oleh Admin dan Staff . Khusus Admin Halaman ini digunakan untuk mengelola data Barang Masuk. Halaman ini memiliki fungsi untuk menambahkan, mengubah dan menghapus data Barang masuk pada Sistem Inventory PT Cipta Bahari Sejuk.

3.2.6 Tampilan Barang Keluar



Gambar 8. Tampilan Halaman Barang Keluar
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Tampilan halaman Barang Keluar yang bisa diakses oleh Admin dan Staff . Khusus Admin Halaman ini digunakan untuk mengelola data Barang keluar. Halaman ini memiliki fungsi untuk menambahkan, mengubah dan menghapus data Barang keluar pada Sistem Inventory PT Cipta Bahari Sejuk

3.2.7 Tampilan Cetak Laporan



Gambar 9. Tampilan Halaman Cetak Laporan
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Tampilan halaman Cetak laporan yang bisa diakses oleh Admin dan Staff, Halaman ini memiliki fungsi untuk

menampilkan atau mencetak laporan data Barang

3.2.8 Tampilan Halaman User



Gambar 3.9 Tampilan Halaman Kelola User

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, Maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Sistem yang dirancang diharapkan mampu mempermudah pendataan barang di PT Cipta Bahari Sejuk
2. Sistem dapat menyajikan laporan inventori pada PT Cipta Bahari Sejuk sehingga dapat Meningkatkan efisiensi kinerja karyawan
3. Pengujian sistem telah berjalan dengan lancar tanpa kendala , User dapat mengakses Menu sistem sesuai dengan fungsinya
4. Penerapan Sistem Di PT Cipta Bahari Sejuk telah memecahkan Permasalahan berkaitan persediaan barang di PT Cipta Bahari Sejuk

DAFTAR PUSTAKA

- Saha, E., & Ray, P. K. (2019). Modelling and Analysis of Inventory Management Systems in Healthcare: A Review and Reflections. *Computers and Industria. Engineering*, 137(September), 106051. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.10605>
- Sugiarti, Y. (2018). *Dasar-Dasar Pemrograman Java Netbeans: Database, UML, dan Interface*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Syarif, I., Mustagfirin, Diputra, B., & Muharom S.T, M.Kom, L. A. (2018). *Sistem*

Informasi Inventory Barang Pada Apotek Sultan Menggunakan Metode FIFO. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 119–125.

SEJARAH DAN POLITIK HUKUM KETENAGAKERJAAN INDONESIA

Sahidul Anam

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
syahidulanam1@gmail.com*

Abstrak

Secara historis lahirnya hukum ketenagakerjaan terkait erat dengan revolusi industri yang terjadi di Eropa, khususnya di Inggris pada abad ke-19. Undang-undang perburuhan pertama muncul di Inggris tahun 1802, kemudian menyusul di Jerman dan Perancis tahun 1840, sedangkan di Belanda sesudah tahun 1870. Pergerakan buruh muncul di Indonesia pada tahun 1897, ditandai dengan didirikannya serikat pekerja untuk yang pertama kalinya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana sejarah dan politik hukum ketenagakerjaan di Indonesia, sebelum/setelah proklamasi kemerdekaan dan setelah reformasi tahun 1998. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif studi pustaka/literatur (library research)

Sejarah Perburuhan di Indonesia secara garis besar dibedakan menjadi dua periode yaitu periode sebelum proklamasi kemerdekaan dan periode setelah proklamasi kemerdekaan. Periode sebelum kemerdekaan diwarnai dengan masa-masa yang suram yakni zaman perbudakan. Pada awal pemerintahan orde baru, dilakukan serangkaian pernyataan-pernyataan politis dan kebijakan-kebijakan yang bertujuan untuk mengekang gerakan serikat buruh. Setelah reformasi tahun 1998, ada beberapa undang-undang di bidang ketenagakerjaan yang dibuat oleh pemerintah dan DPR yang dikenal dengan paket reformasi UU Ketenagakerjaan, yaitu: UU No. 21 Tahun 2000 Tentang Serikat Pekerja/Serikat Buruh, UU No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan, dan UU No. 2 Tahun 2004 Tentang Penyelesaian Perselisihan Hubungan Industrial (PPHI). Politik hukum ketenagakerjaan di Indonesia mengalami perubahan/pergeseran dari masa ke masa, tergantung siapa presiden dan kondisi politik dan kemandirian pada saat itu

Kata kunci: Hukum ketenagakerjaan, politik hukum, dan paket reformasi UU

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang Hukum Ketenagakerjaan

Hukum Ketenagakerjaan sebelumnya disebut dengan hukum perburuhan, yaitu hukum yang mengatur tenaga kerja. Berdasarkan UU No. 13 tahun 2003, yang dimaksud dengan ketenagakerjaan adalah segala hal yang berhubungan dengan tenaga kerja, pada waktu sebelum, selama, dan sesudah masa kerja (Asri Wijayanti, 2010). Hukum perburuhan adalah himpunan peraturan, baik tertulis maupun tidak yang berkenaan dengan kejadian di mana seseorang bekerja pada orang lain dengan menerima upah (Surya Tjandra, 2006)

Secara historis lahirnya hukum ketenagakerjaan terkait erat dengan Revolusi Industri yang terjadi di Eropa, khususnya di Inggris pada abad ke-19. Revolusi Industri yang ditandai dengan penemuan mesin uap telah mengubah secara permanen hubungan buruh-majikan. Penemuan mesin juga telah mempermudah proses produksi. Revolusi

Industri menandai munculnya zaman mekanisasi yang tidak dikenal sebelumnya. Ciri utama mekanisasi ini adalah: hilangnya industri kecil, jumlah buruh yang bekerja di pabrik meningkat, anak-anak dan perempuan ikut diterjunkan ke pabrik dalam jumlah massal, kondisi kerja yang berbahaya dan tidak sehat, jam kerja panjang, upah yang sangat rendah, dan perumahan yang sangat buruk.

Keprihatinan utama yang mendasari lahirnya hukum perburuhan adalah buruknya kondisi kerja di mana buruh anak dan perempuan bekerja, terutama di pabrik tenun/tekstil dan pertambangan yang sangat membahayakan kesehatan dan keselamatan diri mereka. Undang-undang perburuhan pertama muncul di Inggris tahun 1802, kemudian menyusul di Jerman dan Perancis tahun 1840, sedangkan di Belanda sesudah tahun 1870 (Dunia Thoto, 2010). Substansi undang-undang pertama ini adalah jaminan perlindungan terhadap kesehatan kerja (*health*) dan keselamatan kerja (*safety*). Undang-undang perlindungan inilah

yang menandai berawalnya hukum perburuhan.

Pergerakan buruh muncul di Indonesia pada tahun 1897, yaitu ditandai dengan didirikannya serikat pekerja untuk yang pertama kalinya, yaitu NIOG atau Nederland Indies Onderw. Genootsch (Sandra, 2007)

Upaya pemerintah untuk memberikan perlindungan pada kesehatan dan keselamatan kerja melalui hukum tidak berjalan dengan mulus. Karena saat berlangsung Revolusi Industri, teori sosial yang dominan adalah faham liberalisme dengan doktrin *laissez-faire*. Dalam doktrin ini negara tidak boleh melakukan intervensi ke dalam bidang ekonomi kecuali untuk menjaga keamanan dan ketertiban. Konsep negara yang dominan waktu itu adalah Negara Penjaga Malam atau *the night-watchman-state* (Dunia Thoto, 2010). Karena itulah upaya pemerintah untuk melindungi buruh mendapat perlawanan keras dari kelompok pengusaha dan para intelektual pendukung *laissez-faire*, terutama Adam Smith. Mereka menuduh intervensi pemerintah melanggar kebebasan individual dalam melakukan aktifitas ekonomi dan kebebasan menjalin kontrak.

Pada saat yang sama, serikat-serikat buruh belum berkembang. Di sisi lain pengusaha juga masih bersikap anti serikat, tambah lagi, sistem hukum yang ada belum memungkinkan lahirnya serikat buruh. Sebagai contoh, hingga tahun 1825 di Inggris masih berlaku Undang-Undang Penggabungan (*Combination Acts*) yang menganggap ilegal semua aksi kolektif (*collective action*) untuk tujuan apapun. Di Belanda, larangan untuk berorganisasi atau berserikat (*coalitie verbod*) baru dihapus pada tahun 1872. Sejak penghapusan inilah buruh dapat melakukan konsolidasi dalam serikat-serikat buruh. Oleh karena itu dapat dipahami bahwa hukum perburuhan yang melindungi buruh adalah hasil desakan para pembaharu di dalam maupun di luar parlemen. Secara perlahan, munculnya hukum perlindungan buruh merupakan bukti bahwa secara sosial doktrin *laissez-faire* mulai ditinggalkan atau setidaknya tidak lagi dapat diterapkan secara mutlak. Mulai muncul kesadaran bahwa negara harus intervensi dalam hubungan buruh-majikan. Kesadaran baru ini ditandai dengan munculnya teori sosial yang ingin mengimbangi gagasan di balik doktrin *laissez-faire*. Misalnya, M. G. Rood berpendapat bahwa undang-undang perlindungan buruh

merupakan contoh yang memperlihatkan ciri utama hukum sosial yang didasarkan pada teori ketidakseimbangan kompensasi. Teori ini bertitik-tolak pada pemikiran bahwa antara pemberi kerja dan penerima kerja ada ketidaksetaraan kedudukan secara sosial-ekonomis. Penerima kerja sangat tergantung pada pemberi kerja. Maka hukum perburuhan memberi hak lebih banyak kepada pihak yang lemah daripada pihak yang kuat. Hukum bertindak “tidak sama” kepada masing-masing pihak dengan maksud agar terjadi suatu keseimbangan yang sesuai. Hal ini dipandang sebagai jawaban yang tepat terhadap rasa keadilan umum.

Perang dunia pertama yang berakhir pada tahun 1918 membawa hal-hal baru yang sangat mempengaruhi keadaan ekonomi, politik, dan sosial Indonesia, hal ini ditandai dengan banyaknya pengangguran.

Maraknya isu-isu buruh saat ini memang sangat panas di beberapa belahan dunia. Terjadi lantaran sistem perundang-undangan yang diskriminatif terhadap buruh. Tiga negara sudah memperlihatkan. Di Perancis, PM Jacques Villepin mengeluarkan CPE. Peraturan ini berisi perijinan pemecatan buruh pada usia dibawah 26 tahun ke bawah. Lain lagi di Amerika, pemerintah negeri “*Melting Pot*” ini mengeluarkan peraturan yang ketat bagi buruh yang katanya ‘imigran’. Pembahasan imigrasi terdengar santer di Amerika karena hampir sebagian besar penduduknya adalah imigran.

Sejarah Perburuhan di Indonesia secara garis besar dibedakan menjadi dua periode yaitu periode sebelum proklamasi kemerdekaan dan periode setelah proklamasi kemerdekaan.

Periode Sebelum Proklamasi Kemerdekaan

Periode sebelum kemerdekaan diwarnai dengan masa-masa yang suram bagi riwayat Hukum Perburuhan yakni zaman perbudakan, rodi dan poenale sanksi. (Fashion, 2008). Perbudakan ialah suatu peristiwa dimana seseorang yang disebut budak melakukan pekerjaan di bawah pimpinan orang lain. Para budak tidak mempunyai hak apapun termasuk hak atas kehidupannya, ia hanya memiliki kewajiban untuk melakukan pekerjaan yang diperintahkan oleh tuannya.

Terjadinya perbudakan pada waktu itu disebabkan karena para raja, pengusaha yang

mempunyai ekonomi kuat membutuhkan orang yang dapat mengabdikan kepadanya, sementara penduduk miskin yang tidak berkemampuan secara ekonomis saat itu cukup banyak yang disebabkan rendahnya kualitas sumber daya manusia, dan inilah yang mendorong perbudakan tumbuh subur.

Selain perbudakan dikenal juga istilah perhambaan dan peruluran. Perhambaan terjadi bila seseorang penerima gadai menyerahkan dirinya sendiri atau orang lain yang ia kuasai, atas pemberian pinjaman sejumlah uang kepada seseorang pemberi gadai. Pemberi gadai mendapatkan hak untuk meminta dari orang yang digadaikan agar melakukan pekerjaan untuk dirinya sampai uang pinjamannya lunas. Pekerjaan yang dilakukan bukan untuk mencicil utang pokok tapi untuk kepentingan pembayaran bunga.

Pelururan adalah keterikatan seseorang untuk menanam tanaman tertentu pada kebun/ladang dan harus dijual hasilnya kepada Kompeni. Selama mengerjakan kebun/ladang tersebut ia dianggap sebagai pemilikinya, sedangkan bila meninggalkannya maka ia kehilangan hak atas kebun tersebut. Rodi merupakan kerja paksa yang dilakukan oleh rakyat untuk kepentingan pihak penguasa atau pihak lain dengan tanpa pemberian upah, dilakukan diluar batas perikemanusiaan. Pada kerajaan-kerajaan di Jawa rodi dilakukan untuk kepentingan raja dan anggota keluarganya, para pembesar, serta kepentingan umum seperti pembuatan dan pemeliharaan jalan, jembatan dan sebagainya. Gambaran di atas menunjukkan bahwa riwayat timbulnya hubungan perburuhan itu dimulai dari peristiwa pahit yakni penindasan dan perlakuan di luar batas kemanusiaan yang dilakukan oleh orang maupun penguasa pada saat itu. Para buak/pekerja tidak diberikan hak apapun yang ia miliki hanyalah kewajiban untuk mentaati perintah dari majikan atau tuannya. Nasib para budak/pekerja hanya dijadikan barang atau obyek yang kehilangan hak kodratnya sebagai manusia.

Periode Setelah Proklamasi Kemerdekaan

Pada awal berkuasa, pemerintahan orde baru melakukan serangkaian pernyataan-pernyataan politis dan kebijakan-kebijakan yang bertujuan untuk mengekang gerakan serikat buruh (Surya Tjandra, 2006).

Untuk mencapai krida keempat yaitu membebaskan buruh/pekerja dari takut

kehilangan pekerjaan, maupun krida kelima memberi posisi yang seimbang antara buruh/pekerja dan pengusaha ada beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian, yaitu:

1. Pemberdayaan serikat buruh/pekerja khususnya ditingkat unit/perusahaan khususnya dengan memberikan pemahaman terhadap aturan perburuhan yang ada karena organisasi pekerja ini terletak digaris depan yang membuat Kesepakatan Kerja Bersama dengan pihak perusahaan.
2. Pemberdayaan pekerja dan pengusaha Pekerja perlu diberdayakan sehingga mengetahui hak dan kewajibannya sesuai dengan ketentuan hukum termasuk penyadaran pekerja sebagai sarana memperjuangkan hak dan kepentingannya, karena itu tidak ada pilihan lain untuk meningkatkan "bergaining positionnya" kecuali dengan memperkuat organisasi burh/pekerja.
3. Penegakan hukum (*law enforcement*). Penegakan hukum sangat penting dalam rangka menjamin tercapainya kemanfaatan (*doelmatigheid*) dari aturan itu, tanpa penegakan hukum yang tegas maka aturan normatif tersebut tidak akan berarti, lebih-lebih dalam bidang perburuhan/ketenagakerjaan yang didalamnya terdiri dari dua subyek hukum yang berbeda secara sosial ekonomi, karena itu pihak majikan/pengusaha cenderung tidak konsekuen melaksanakan ketentuan perburuhan karena dirinya berada pada pihak yang memberi pekerjaan atau modal.

Paket Reformasi UU Ketenagakerjaan RI

Setelah resformasi tahun 1998, ada beberapa undang-undang di bidang ketenagakerjaan yang dibuat oleh pemerintah dan DPR yang dikenal dengan paket reformasi UU Ketenagakerjaan, yaitu :

1. UU No. 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan Disahkan dan diundangkan pada tanggal 25 Maret 2003 oleh Presiden Megawati Soekarno Putri, dan berlaku pada saat diundangkan.
2. UU No. 21 tahun 2000 tentang Serikat Pekerja/Serikat Buruh

Disahkan dan diundangkan pada tanggal 04 Agustus 2000 oleh Presiden Abdul Rahman Wahidi, dan berlaku pada saat diundangkan.

3. UU No. 2 tahun 2004 tentang Penyelesaian Perselisihan Hubungan Industrial.

Disahkan dan diundangkan pada tanggal 14 Januari 2004 oleh Presiden Megawati Soekarno Putri, dan berlaku 1 (satu) tahun setelah diundangkan.

UU Ketenagakerjaan

Pembangunan ketenagakerjaan sebagai bagian integral dari pembangunan nasional berdasarkan Pancasila dan Undang-undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, dilaksanakan dalam rangka pembangunan manusia Indonesia seutuhnya dan pembangunan masyarakat Indonesia seluruhnya untuk meningkatkan harkat, martabat, dan harga diri tenaga kerja serta mewujudkan masyarakat sejahtera, adil, makmur, dan merata, baik materiil maupun spiritual (UU RI Ketenagakerjaan, 2003).

Pembangunan ketenagakerjaan harus diatur sedemikian rupa sehingga terpenuhi hak hak dan perlindungan yang mendasar bagi tenaga kerja dan pekerja/buruh serta padasaat yang bersamaan dapat mewujudkan kondisi yang kondusif bagi pengembangandunia usaha.

Pembangunan ketenagakerjaan mempunyai banyak dimensi dan keterkaitan. Keterkaitan itu tidak hanya dengan kepentingan tenaga kerja selama, sebelum dan sesudah masa kerja tetapi juga keterkaitan dengan kepentingan pengusaha, pemerintah, dan masyarakat. Untuk itu, diperlukan pengaturan yang menyeluruh dan komprehensif, antara lain mencakup pengembangan sumberdaya manusia, peningkatan produktivitas dan daya saing tenaga kerja Indonesia, upaya perluasan kesempatan kerja, pelayanan penempatan tenaga kerja, dan pembinaan hubungan industrial.

Pembinaan hubungan industrial sebagai bagian dari pembangunan ketenagakerjaan harus diarahkan untuk terus mewujudkan hubungan industrial yang harmonis, dinamis, dan berkeadilan. Untuk itu, pengakuan dan penghargaan terhadap hak asasi manusia sebagaimana yang dituangkan dalam TAP MPR Nomor XVII/MPR/1998 harus diwujudkan. Dalam bidang ketenagakerjaan,

Ketetapan MPR ini merupakan tonggak utama dalam menegakkan demokrasi di tempat kerja. Penegakkan demokrasi di tempat kerja diharapkan dapat mendorong partisipasi yang optimal dari seluruh tenaga kerja dan pekerja/buruh Indonesia untuk membangun negara Indonesia yang dicita-citakan.

Beberapa peraturan perundang-undangan tentang ketenagakerjaan yang berlaku selama ini, termasuk sebagian yang merupakan produk kolonial, menempatkan pekerja pada posisi yang kurang menguntungkan dalam pelayanan penempatan tenaga kerja dan sistem hubungan industrial yang menonjolkan perbedaan kedudukan dan kepentingan sehingga dipandang sudah tidak sesuai lagi dengan kebutuhan masa kini dan tuntutan masa yang akan datang.

UU Serikat Pekerja/Serikat Buruh

Setelah Indonesia menyatakan kemerdekaannya tanggal 17 Agustus 1945, tumbuh beberapa organisasi Serikat Pekerja, antara lain Barisan Buruh Indonesia (BBI) pada tanggal 19 September 1945 (Payaman Simanjuntak, 2011)

Pekerja buruh sebagai warga negara mempunyai persamaan kedudukan dalam hukum, hak untuk mendapatkan pekerjaan dan penghidupan yang layak, mengeluarkan pendapat, berkumpul dalam satu organisasi, serta mendirikan dan menjadi anggota serikat pekerja/serikat buruh (UU RI Serikat Pekerja, 2000).

Hak menjadi anggota serikat pekerja/serikat buruh merupakan hak asasi pekerja/buruh yang telah dijamin di dalam Pasal 28 Undang-Undang Dasar 1945. Untuk mewujudkan hak tersebut, kepada setiap pekerja/buruh harus diberikan kesempatan yang seluas-luasnya mendirikan dan menjadi anggota serikat pekerja/serikat buruh. Serikat pekerja/serikat buruh berfungsi sebagai sarana untuk memperjuangkan, melindungi, dan membela kepentingan dan meningkatkan kesejahteraan pekerja/buruh dan keluarganya (D. Koeshartono, 2005). Dalam menggunakan hal tersebut, pekerja/buruh dituntut bertanggung jawab untuk menjamin kepentingan yang lebih luas yaitu kepentingan bangsa dan negara. Oleh karena itu, penggunaan hak tersebut dilaksanakan dalam kerangka hubungan industrial yang harmonis, dinamis, dan berkeadilan.

Hak berserikat bagi pekerja/buruh, sebagaimana diatur dalam Konvensi International Labour Organization (ILO) Nomor 87 tentang Kebebasan Berserikat dan Perlindungan Hak Untuk Berorganisasi, dan Konvensi ILO Nomor 98 mengenai Berlakunya Dasar-dasar Daripada Hak Untuk Berorganisasi dan Untuk Berunding Bersama sudah diratifikasi oleh Indonesia menjadi bagian dari peraturan perundang-undangan nasional.

Namun, selama ini belum ada peraturan yang secara khusus mengatur pelaksanaan hak berserikat bagi pekerja/buruh sehingga serikat pekerja/serikat buruh belum dapat melaksanakan fungsinya secara maksimal. Konvensi ILO yang dimaksud menjamin hak berserikat pegawai negeri sipil, tetapi karena fungsinya sebagai pelayan masyarakat pelaksanaan hak itu diatur tersendiri.

Pekerja/buruh merupakan mitra kerja pengusaha yang sangat penting dalam proses produksi dalam rangka meningkatkan kesejahteraan pekerja/buruh dan keluarganya, menjamin kelangsungan perusahaan, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia pada umumnya. Sehubungan dengan hal itu, serikat pekerja/serikat buruh merupakan sarana untuk memperjuangkan kepentingan pekerja/buruh dan menciptakan hubungan industrial yang harmonis, dinamis, dan berkeadilan. Oleh karena itu, pekerja/buruh dan serikat pekerja/serikat buruh harus memiliki rasa tanggung jawab atas kelangsungan perusahaan dan sebaiknya pengusaha harus memperlakukan pekerja/buruh sebagai mitra sesuai dengan harkat dan martabat kemanusiaan.

Masyarakat pekerja/buruh, serikat pekerja/serikat buruh, dan pengusaha di Indonesia merupakan bagian dari masyarakat dunia yang sedang menuju era pasar bebas. Untuk menghadapi hal tersebut, semua pelaku dalam proses produksi perlu bersatu dan menumbuhkembangkan sikap profesional. Di samping itu, pekerja/buruh dan serikat pekerja/serikat buruh perlu menyadari pentingnya tanggung jawab yang sama dengan kelompok masyarakat lainnya dalam membangun bangsa dan negara.

Serikat pekerja/serikat buruh didirikan secara bebas, terbuka, mandiri, demokratis, dan bertanggung jawab oleh pekerja/buruh untuk memperjuangkan kepentingan pekerja/buruh dan keluarganya. Dalam pembentukan serikat pekerja/serikat buruh dapat menggunakan nama yang berbeda seperti antara lain perkumpulan pekerja/perkumpulan buruh, organisasi pekerja/organisasi buruh, sebagaimana diatur dalam ketentuan undang-undang ini.

UU Penyelesaian Perselisihan Hubungan Industrial (PPHI)

Hubungan Industrial, yang merupakan keterkaitan kepentingan antara pekerja/buruh dengan pengusaha, berpotensi menimbulkan perbedaan pendapat, bahkan perselisihan antara kedua belah pihak (Payaman Simanjuntak, 2011). Perselisihan di bidang hubungan industrial yang selama ini dikenal dapat terjadi mengenai hak yang telah ditetapkan, atau mengenai keadaan ketenagakerjaan yang belum ditetapkan baik dalam perjanjian kerja, peraturan perusahaan, perjanjian kerja bersama maupun peraturan perundang-undangan. Perselisihan hubungan industrial dapat pula disebabkan oleh pemutusan hubungan kerja.

Ketentuan mengenai pemutusan hubungan kerja yang selama ini diatur didalam Undang-undang Nomor 12 Tahun 1964 tentang Pemutusan Hubungan Kerja di Perusahaan Swasta, ternyata tidak efektif lagi untuk mencegah serta menanggulangi kasus-kasus pemutusan hubungan kerja. Hal ini disebabkan karena hubungan antara pekerja/buruh dan pengusaha merupakan hubungan yang didasari oleh kesepakatan para pihak untuk mengikatkan diri dalam suatu hubungan kerja. Dalam hal salah satu pihak tidak menghendaki lagi untuk terikat dalam hubungan kerja tersebut, maka sulit bagi para pihak untuk tetap mempertahankan hubungan yang harmonis. Oleh karena itu perlu dicari jalan keluar yang terbaik bagi kedua belah pihak untuk menentukan bentuk penyelesaian, sehingga Pengadilan Hubungan Industrial yang diatur dalam Undang-undang ini akan dapat menyelesaikan kasus-kasus pemutusan hubungan kerja yang tidak diterima oleh salah satu pihak (UU PPHI, 2004).

Sejalan dengan era keterbukaan dan demokratisasi dalam dunia industri yang

diwujudkan dengan adanya kebebasan untuk berserikat bagi pekerja/buruh, maka jumlah serikat pekerja/serikat buruh di satu perusahaan tidak dapat dibatasi. Persaingan diantara serikat pekerja/serikat buruh di satu perusahaan ini dapat mengakibatkan perselisihan di antara serikat pekerja/serikat buruh yang pada umumnya berkaitan dengan masalah keanggotaan dan keterwakilan di dalam perundingan pembuatan perjanjian kerja bersama.

Peraturan perundang-undangan yang mengatur tentang penyelesaian perselisihan hubungan industrial selama ini ternyata belum mewujudkan penyelesaian perselisihan secara cepat, tepat, adil dan murah. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1957 tentang Penyelesaian Perselisihan Perburuhan yang selama ini digunakan sebagai dasar hukum penyelesaian perselisihan hubungan industrial dirasa tidak dapat lagi mengakomodasi perkembangan-perkembangan yang terjadi, karena hak-hak pekerja/buruh perseorangan belum terakomodasi untuk menjadi pihak dalam perselisihan hubungan industrial.

Undang-undang Nomor 22 Tahun 1957 tentang Penyelesaian Perselisihan Perburuhan yang selama ini digunakan sebagai dasar hukum penyelesaian perselisihan hubungan industrial hanya mengatur penyelesaian perselisihan hak dan perselisihan kepentingan secara kolektif, sedangkan penyelesaian perselisihan hubungan industrial pekerja/buruh secara perseorangan belum terakomodasi.

Hal lainnya yang sangat mendasar adalah dengan ditetapkannya putusan Panitia Penyelesaian Perselisihan Perburuhan Pusat (P4P) sebagai objek sengketa Tata Usaha Negara, sebagaimana diatur dalam Undang-undang Nomor 5 Tahun 1986 tentang Peradilan Tata Usaha Negara. Dengan adanya ketentuan ini, maka jalan yang harus ditempuh baik oleh pihak pekerja/buruh maupun oleh pengusaha untuk mencari keadilan menjadi semakin panjang.

Penyelesaian perselisihan yang terbaik adalah penyelesaian oleh para pihak yang berselisih sehingga dapat diperoleh hasil yang menguntungkan kedua belah pihak. Penyelesaian bipartit ini dilakukan melalui musyawarah mufakat oleh para pihak tanpa dicampuri oleh pihak manapun. Namun demikian, Pemerintah dalam upayanya memberikan pelayanan masyarakat khususnya

kepada masyarakat pekerja/buruh dan pengusaha, berkewajiban memfasilitasi penyelesaian perselisihan hubungan industrial tersebut. Upaya fasilitasi ini dilakukan dengan menyediakan tenaga mediator yang bertugas untuk mempertemukan kepentingan kedua belah pihak yang berselisih.

Dengan adanya era demokratisasi di segala bidang, maka perlu diakomodasi keterlibatan masyarakat dalam menyelesaikan perselisihan hubungan industrial melalui konsiliasi atau arbitrase. Penyelesaian perselisihan melalui arbitrase pada umumnya, telah diatur di dalam Undang-undang Nomor 30 Tahun 1999 tentang Arbitrase dan Alternatif Penyelesaian Sengketa yang berlaku dibidang sengketa perdagangan. Oleh karena itu arbitrase hubungan industrial yang diatur dalam undang-undang ini merupakan pengaturan khusus bagi penyelesaian sengketa di bidang hubungan industrial.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif studi pustaka. Metode yang digunakan adalah studi pustaka/literatur atau library research. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari berbagai sumber data/informasi seperti buku, jurnal, dan riset-riset yang sudah ada. Tidak dilakukan/diolah secara statistik atau dalam bentuk hitungan. Penelitian kualitatif memiliki sifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis pendekatan induktif, sehingga proses dan makna berdasarkan perspektif subyek lebih ditonjolkan dalam penelitian kualitatif ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Politik hukum dari masa ke masa, sebagai berikut: (Agusmidah, 2012)

Masa Pemerintahan Soekarno di Awal Kemerdekaan :

Peraturan ketenagakerjaan dibuat dengan tujuan untuk memberi perlindungan kepada buruh atas hak-hak dasar di tempat kerja

Masa Pemerintahan Soekarno di Era Orde Lama

Peraturan dibuat untuk membatasi gerak politis dan ekonomis buruh: Larangan mogok kerja, pembentukan. Dewan Perusahaan untuk

mencegah dikuasainya perusahaan-perusahaan ex Belanda oleh pekerja/buruh.

Masa Pemerintahan Soeharto

Peraturan dibuat untuk mendukung stabilitas pembangunan ekonomi melibatkan campur tangan militer dalam penyelesaian perselisihan perburuhan, membatasi kebebasan berserikat, kebijakan upah murah sebagai keunggulan komparatif guna menarik investor. Peraturan kebanyakan keluaran lembaga eksekutif.

Masa Pemerintahan BJ. Habibie:

Peraturan dibuat untuk mendapat dukungan pekerja/buruh

Dengan semangat penegakan HAM dan demokrasi; Ratifikasi Konvensi ILO No.87/1948 Tentang Kebebasan Berserikat dan Perlindungan Hak untuk Berorganisasi, U 39/1999 tentang HAM.

Pemerintahan Abdurrahman Wahid

Peraturan sangat memihak pekerja/buruh. Peraturan yang fenomenal adalah peraturan pemberian pesangon dalam KepMen No. 150 Tahun 2000 dan kebebasan berserikat melalui UU No. 21 tahun 2000 tentang Serikat Pekerja/Serikat Buruh.

Pemerintahan Megawati Soekarnoputri

Secara umum lebih menempatkan perlindungan terhadap pekerja/buruh; UU 13 Tahun 2003 yang menggantikan 15 peraturan yang ada sebelumnya, UU 34/2004 tentang PPTKI di LN, UU 2/2004 tentang PPHI.

Pemerintahan Susilo Bambang Yudhoyono

Peraturan Ketenagakerjaan mendukung pelaksanaan pembangunan ekonomi dan investasi; Inpres 3/2003, Usulan Revisi UU 13 tahun 2003, RPJMN (Perpres 7/2004 Tentang RPJMN); mengarahkan padahubungan kerja fleksibel.

4. KESIMPULAN

1. Undang-undang ketenagakerjaan Indonesia merupakan hasil dari pembaruan hukum perdata nasional, sebab dibuat oleh pemerintah yang sah dan berdaulat.
2. Undang-undang Ketenagakerjaan Indonesia sudah mempertimbangkan dan mengakomodasi beberapa konvensi dasar ILO, kepentingan

para pekerja/buruh, pengusaha, dan investor.

3. Politik hukum undang-undang ketenagakerjaan Indonesia dari masa ke masa berubah. Hal ini sangat dipengaruhi oleh situasi/kondisi politik, dan pemegang kekuasaan tertinggi (presiden) pada saat undang-undang tersebut dibuat.
4. Perlu dilakukan sosialisasi secara intens terhadap UU Ketenagakerjaan, agar tidak terjadi pemahaman yang keliru yang berakibat dilakukannya demo oleh para pekerja/buruh.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agusmidah, *Politik Hukum Ketenagakerjaan di Indonesia*, available from: <http://ocw.usu.ac.id>
- Asri Wijayanti, *Hukum Ketenagakerjaan Pasca Reformasi*, Jakarta: Sinar Grafika, 2010
- Dunia Thoto, *Sejarah dan Perkembangan Hukum Ketenagakerjaan di Indonesia suatu tinjauan Normatif-Empiris*, 19 Juli 2010, available from: <http://duniathoto.blogspot.com>
- Fashion, "Sejarah Hukum Perburuhan", *Hukum Perburuhan*, 31 Desember 2008, available from: <http://perburuhan.blogspot.com>
- Koeshartono dan M.F. Shellyana Junaedi, 2005. *Hubungan Industrial – Kajian Konsep dan Permasalahannya*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.
- Payaman Simanjuntak, *Manajemen Hubungan Industrial*, Jakarta: Pustaka Sinar Harapan, 2003
- Sandra, *Sejarah Pergerakan Buruh Indonesia*, Jakarta: TURC, 2007
- Surya Tjandra, Suryomenggolo, Jafar, *Makin Terang Bagi Kami Belajar Hukum Perburuhan*, Jakarta: TURC, 2006.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 2 tahun 2004, tentang *Penyelesaian Perselisihan Hubungan Industrial*.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 13 Tahun 2003, tentang *Ketenagakerjaan*
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 21 Tahun 2000, tentang *Serikat Pekerja/Serikat Buruh*.

RANCANG BANGUN APLIKASI KASIR BERBASIS ANDROID MENGUNAKAN DATABASE FIREBASE PADA TIGA DARA SEAFOOD

Wibisono

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

Abstrak

Pengembangan aplikasi ini melibatkan teknologi Android Studio, PHP, dan Firebase sebagai basis data. Aplikasi kasir ini dirancang untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pengelolaan transaksi keuangan usaha, dengan fokus pada penjualan dan pengelolaan data transaksi secara cepat, aman, dan terintegrasi. Metode pengembangan yang diterapkan adalah metode Waterfall, meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa aplikasi kasir dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan adanya aplikasi kasir ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses penjualan dan pencatatan laporan hasil penjualan, serta memberikan pengalaman berbelanja yang lebih baik bagi pelanggan Tiga Dara Seafood.

Kata Kunci : aplikasi kasir, android, firebase, tiga dara seafood, waterfall.

1. PENDAHULUAN

Di era yang serba canggih ini teknologi sangat berkembang di berbagai aspek kehidupan, banyak yang dapat dihasilkan oleh teknologi informasi yang sangat modern baik dari bidang perekonomian, industri, ilmu dan bidang lainnya. teknologi yang sangat berkembang di bantu dengan adanya fasilitas yang memadai, ini membuktikan bahwa teknologi informasi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia, perkembangan teknologi informasi yang tersedia saat ini dapat mengefisienkan waktu, mengolah data dan mencari data dengan mudah dan akurat, serta menghemat biaya yang akan di keluarkan (E. A, Yunaeti:2017)

Seafood Tiga Dara adalah salah satu usaha kecil dan menengah restoran yang menjual berbagai makanan laut dalam menu utamanya. Perkembangan kemajuan usaha bisnis kuliner juga semakin bertambah banyak, pemilik berupaya terus selalu memberikan pelayanan dan penyajian yang terbaik untuk pembeli yang datang mampir ke restoran tersebut. Seiring jumlah pengunjung yang semakin berdatangan pihak pemilik selama ini masih menggunakan pencatatan transaksi secara manual kertas, sehingga sering

terjadi kekeliruan nota maupun kehilangan nota pada saat pemilik melakukan rekap laporan penjualan per hari. Proses ini juga kurang efisien dan maksimal dalam menunjang kegiatan operasional usaha restoran tersebut serta rancu terjadi kekeliruan laporan yang mungkin bisa dilakukan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab sehingga dapat merugikan pemilik.

Penelitian dengan judul Rancang Bangun Aplikasi Kasir Dan Pemesanan Menu Makanan Restoran pada tahun 2021 yang dilakukan oleh Bagus Sulaiman menjelaskan bahwa aplikasi yang dirancang dan dibangun dapat membantu pemilik dalam menunjang aktivitas transaksi penjualan di mana dapat menghemat waktu serta mempercepat penyajian yang diberikan oleh staf karyawan kepada konsumen yang berkunjung ke restoran terutama yang sudah melakukan pemesanan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

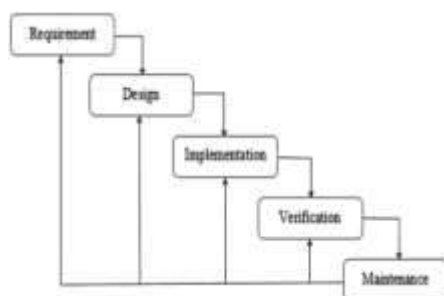
Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif, yaitu penelitian yang mengelola dan menggambarkan data serta informasi berdasarkan fakta-fakta yang tampak

untuk kemudian dianalisis lebih lanjut. Metode ini tidak terbatas sampai pada pengumpulan data, tetapi meliputi juga analisis penyampaian data dan informasi digambarkan dalam bentuk tampilan yang lebih mudah dipahami.

Objek penelitian yang dijadikan kasus pada penelitian ini adalah restoran yang menjual berbagai sajian makanan laut yang berada kawasan Pulo Gebang Kecamatan Cakung Jakarta Timur didirikan sejak tahun 2021 memiliki banyak cabang yang tersebar di wilayah Jakarta Timur. Dalam kegiatan usaha kuliner seafood ini masing-masing cabang pengelolaan dan pelayanan transaksi terdiri dari salah satu kasir yang bertugas sekaligus sebagai kepala cabang dibantu oleh beberapa staf dapur maupun waitress.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan untuk merancang dan membangun suatu aplikasi kasir ini yaitu Waterfall. Suatu proses logika yang digunakan oleh seorang sistem analis untuk mengembangkan sistem informasi yang melibatkan requirement, validation, training, dan pemilik sistem (S. Mulyani Dk:2018). Dalam penelitian ini hanya akan menggunakan empat tahapan dari tahapan Waterfall yaitu Planning, Analysis, Design, dan Implementation.



Gambar 2.1 Metode SDLC Dengan Waterfall model

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

a. Planning

Suatu tahapan di mana sistem digambarkan secara global beserta tujuan yang akan direncanakan

b. Analysis

Suatu tahapan di mana analisis mencoba menguraikan permasalahan dan menggambarkan ke dalam beberapa diagram kemudian mencoba mendesain sebuah solusi

c. Design

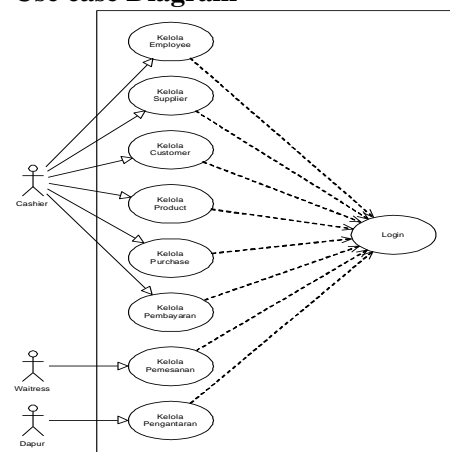
Suatu tahapan di mana sebuah solusi diuraikan secara detail ke dalam bentuk diagram, layout, business rules. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap desain aplikasi untuk membuat aplikasi menggunakan Object Oriented Design (OOD)

d. Implementation

Suatu tahapan di mana sistem mulai dibangun dan dikembangkan dengan penulisan kode program. Pada tahapan ini dilakukan beberapa tahapan setelah dilakukan penulisan kode program dilakukan dengan Object Oriented Programming (OOP)

3. PEMBAHASAN

3.1. Use case Diagram



Gambar 3.1 Use case Diagram

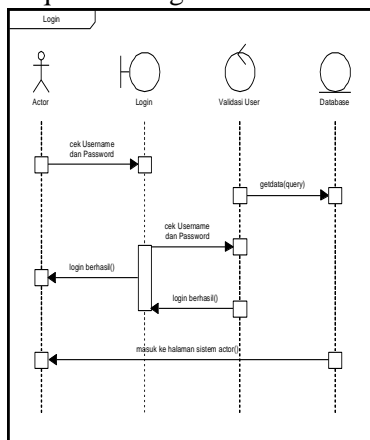
Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Pada gambar diagram use case di atas menerangkan bahwa masing-

masing actor memiliki tugas di dalam sistem. Cashier memiliki tugas antara lain yaitu mengelola data employee, supplier, customer, produk, purchase, dan menerima pembayaran. Waitress memiliki tugas dalam mencatat menu pesanan yang dibutuhkan oleh customer. Dapur memiliki tugas dalam melakukan pengantaran sajian ke meja customer berdasarkan menu makanan yang telah di-input oleh waitress.

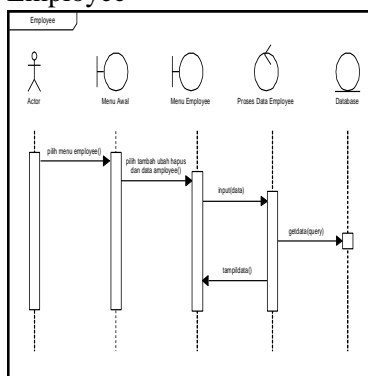
3.2. Sequence Diagram

3.2.1 Sequence Diagram Kasir



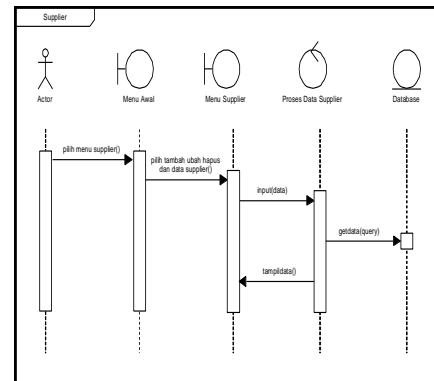
Gambar 3.2 Sequence Diagram Kasir
Sumber : Penelitian Mandiri 2023

3.2.2 Sequence Diagram Kelola Employee



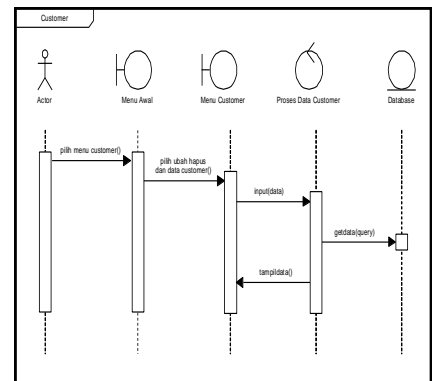
Gambar 3.3 Sequence Diagram Kelola Employee
Sumber : Penelitian Mandiri 2023

3.2.3 Sequence Diagram Kelola Supplier



Gambar 3.4 Sequence Diagram Kelola Supplier
Sumber : Penelitian Mandiri 2023

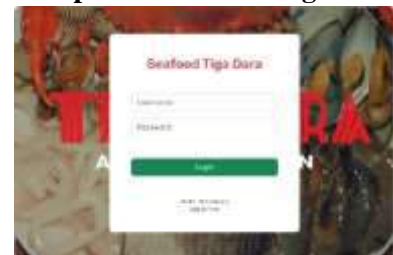
3.2.4 Sequence Diagram Kelola Customer



Gambar 3.5 Sequence Diagram Kelola Customer
Sumber : Penelitian Mandiri 2023

3.3. Implementasi Tampilan Sistem

3.2.1 Tampilan Halaman Login



Gambar 3.6 Tampilan Halaman Login
Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Pada halaman login ini diharuskan memasukkan terlebih dahulu username dan password yang telah dibuat sebelumnya oleh user pengguna super admin

untuk dapat melakukan pengolahan data lebih lanjut.

3.2.2 Tampilan Halaman Employee



Gambar 3.7 Tampilan Halaman Employee

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Halaman ini berfungsi untuk mengelola dan memproses data employee baik menambah, mengubah, ataupun menghapus data. Halaman ini hanya dapat diakses oleh user pengguna super admin atau kasir. Untuk memasukkan data employee baru dilakukan dengan meng-klik tombol Add. Terdapat tombol Edit yang digunakan untuk mengubah data employee yang sudah tersimpan, dan tombol Delete yang digunakan untuk menghapus data.

3.2.3 Tampilan Halaman Customer



Gambar 3.8 Tampilan Halaman Customer

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Halaman ini berfungsi untuk mengelola dan memproses data customer baik mengubah ataupun menghapus data.

Halaman ini hanya dapat diakses oleh user pengguna super admin atau kasir. Untuk mengubah data customer dilakukan dengan meng-klik tombol Edit, dan tombol Delete yang digunakan untuk menghapus data. Juga terdapat fasilitas pencarian untuk mencari nama customer yang diinginkan.

3.2.4 Tampilan Halaman Supplier



Gambar 3.9 Tampilan Halaman Data Barang

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Halaman ini berfungsi untuk mengelola dan memproses data supplier baik menambah, mengubah, ataupun menghapus data. Halaman ini hanya dapat diakses oleh user pengguna super admin atau kasir. Untuk memasukkan data supplier baru dilakukan dengan meng-klik tombol Add. Terdapat tombol Edit yang digunakan untuk mengubah data supplier yang sudah tersimpan, dan tombol Delete yang digunakan untuk

menghapus data. Juga terdapat fasilitas pencarian untuk mencari nama supplier yang diinginkan.

3.2.5 Tampilan Halaman Purchase

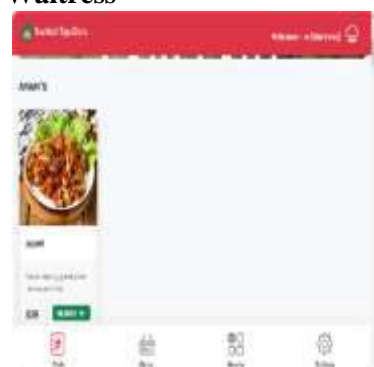


Gambar 3.10 Tampilan Halaman Purchase

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Halaman ini berfungsi untuk mengelola dan memproses data pembelian baik menambah ataupun mengubah data. Halaman ini hanya dapat diakses oleh user pengguna super admin atau kasir. Untuk memasukkan data pembelian baru dilakukan dengan meng-klik tombol Add. Terdapat tombol Edit yang digunakan untuk mengubah data item yang sudah tersimpan. Juga terdapat fasilitas pencarian untuk mencari supplier yang diinginkan.

3.2.6 Tampilan Halaman Order Waitress



Gambar 3.11 Tampilan Halaman Order Waitress Halaman Barang Keluar

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Halaman ini berfungsi untuk mengelola dan memproses data penjualan baik menambah ataupun mengubah data. Untuk memasukkan data item penjualan baru dilakukan dengan meng-klik tombol harga Add.

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan rancangan aplikasi kasir berbasis android yang telah dibangun, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan aplikasi kasir ini telah membantu Tiga Dara Seafood dalam meningkatkan pengelolaan penjualan, dan pemantauan kinerja bisnis secara keseluruhan. Hal ini mendorong untuk terus mengadopsi teknologi modern guna meningkatkan daya saing di pasar.
2. Aplikasi dapat me-minimalisir risiko kekeliruan dan kehilangan data daripada menggunakan sistem pelaporan transaksi biasa
3. Penggunaan aplikasi kasir berbasis Android membuat proses transaksi menjadi lebih cepat dan mudah dilakukan oleh pengguna di Tiga Dara Seafood. Antarmuka yang ramah pengguna mempermudah pegawai dalam mempelajari dan menggunakan aplikasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- E. A, Yunaeti, Pengantar Sistem Informasi. Yogyakarta: ANDI Offset, 2017
- S. Mulyani Dkk, Sistem Informasi Akuntansi, Cetakan 1. Bandung: Unpad Press, 2018.

BUDAYA KESELAMATAN PEKERJA DALAM MENGGUNAKAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD)

Sigit Yulianto

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

Abstrak

Kecelakaan kerja merupakan *output* proses yang merugikan baik bagi pekerja, perusahaan, keluarga maupun dalam lingkup yang lebih luas, nasional. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa faktor manusia merupakan sebab dominan dari kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi budaya keselamatan pekerja di PT XXX dengan menggunakan survey yang bersifat *cross sectional*. Parameter budaya keselamatan dalam penelitian ini dibatasi dan diwakili dengan ketaatan penggunaan APD. Sampel dalam penelitian ini adalah keseluruhan pekerja. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis *univariate* dan *bivariate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketaatan menggunakan APD pada pekerja mencapai 80%. Penelitian ini juga menunjukkan tingkat ketaatan ini terutama disebabkan karena adanya prosedur dan peraturan penggunaan APD dan penerapan sistem sanksi bagi yang tidak menggunakannya. Tingkat ketaatan ini meskipun cukup tinggi, masih harus ditingkatkan lagi karena perilaku tidak aman, sekecil apapun, berpotensi menjadi kecelakaan. Lebih lanjut, Analisis *univariate* menunjukkan prosedur dan peraturan penggunaan APD mendapat skor tertinggi. Ini menunjukkan prosedur yang ada sudah cukup jelas dan tersosialisasikan dengan baik. Sementara skor dibawahnya ditempati oleh persepsi terhadap bahaya dan resiko, penerapan sistem sanksi, penerapan sistem imbalan dan pengawasan penggunaan APD oleh supervisor dan safety officer. Meskipun persepsi terhadap bahaya dan risiko mendapatkan skor yang cukup tinggi, namun demikian tidak mempunyai hubungan bermakna dengan ketaatan penggunaan APD – ini berarti ada faktor lain yang mempengaruhi ketaatan penggunaan APD sebagaimana dijelaskan oleh Ramsey. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penerapan sistem pemberian sanksi lebih memberikan pengaruh terhadap ketaatan penggunaan APD dibandingkan dengan penerapan sistem pemberian imbalan. Alasan dominan yang mendasari ketidaktaatan menggunakan APA adalah karena ketiadaan ataupun merusakkan APD serta persepsi bahwa untuk pekerjaan tertentu sebenarnya tidak berbahaya atau berisiko.

Kata kunci : budaya, ketaatan, persepsi, imbalan, sanksi,

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan kerja berakibat pada timbulnya kerugian yang dapat berupa cedera, kehilangan nyawa, kerugian harta benda ataupun lainnya dan gabungan dari kerugian-kerugian tersebut. Kecelakaan kerja ternyata bukan hanya terjadi di negara-negara berkembang, tetapi juga terjadi di negara-negara maju.

Kerugian akibat kecelakaan kerja dirasakan oleh banyak pihak baik bagi karyawan yang berupa cedera atau cacat tubuh, bagi keluarga berupa kehilangan sumber penghasilan, kehilangan orang yang dicintai, bagi perusahaan berupa kehilangan tenaga kerja terlatih, kehilangan waktu untuk memproduksi, keharusan membayar kompensasi dan lain-lain. Dalam lingkup yang lebih luas, secara nasional, dapat dikatakan bahwa kerugian akibat kecelakaan kerja dapat menurunkan produktifitas kerja dan daya saing bagi para investor. Oleh karena itu,

upaya menurunkan kecelakaan kerja merupakan upaya strategis dan mulia.

Bila diketahui faktor-faktor yang menyebabkan kecelakaan kerja maka upaya menurunkan kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan mengintervensi faktor-faktor tersebut secara efektif. Berdasarkan hasil penelitiannya di tahun 1941, Heinrich mengemukakan faktor manusia sebagai penyebab utama kecelakaan (88%), faktor kondisi kerja (*unsafe conditions*) sebagai penyebab tingkat kedua (10%) dan sekitar 2% disebabkan faktor-faktor lainnya. Konsep "*the loss causational model*" menjelaskan secara berturut-turut bahwa kerugian disebabkan oleh kecelakaan, sebab langsung dari kecelakaan adalah tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman, sebab langsung disebabkan oleh sebab dasar yang terdiri dari faktor manusia dan faktor pekerjaan atau sistem, dan kemudian yang menjadi sebab dari sebab dasar adalah kurangnya pengendalian yang ditandai dengan tidak memadainya

system, standard dan kesesuaian (Bird & Germain, 2014). Sangat banyak hal-hal yang dapat dikategorikan sebagai tindakan tidak mana misalnya menjalankan peralatan tanpa kewenangan, kecepatan melampaui batas, membuang alat pengaman, tidak menggunakan alat pelindung diri, memperbaiki peralatan saat masih beroperasi dan lain lain.

PT. XXX adalah perusahaan yang memproduksi mesin-mesin kendaraan bermotor melalui proses *metal forming*. Sesuai dengan tingkat risikonya, alat pelindung diri merupakan cara pengendalian resiko yang banyak digunakan, terutama oleh pekerja di bagian produksi dan teknisi *maintenance*. Data kecelakaan kerja di perusahaan ini dari 2017 sampai dengan 2020 berturut-turut adalah 4, 17 dan 18 kali; data ini adalah kecelakaan kerja yang terjadi di pabrik dan jumlah ini tidak termasuk jumlah kecelakaan kerja yang terjadi selama perjalanan karyawan dari rumah ke pabrik atau sebaliknya. Berdasarkan hasil penyelidikan, penyebab kecelakaan umumnya merupakan kombinasi dari tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman. Sebagai perusahaan multinasional yang menuntut kinerja prima dan daya saing tinggi, PT. XXX berkomitmen untuk terus menerus melakukan perbaikan dan peningkatan termasuk di bidang keselamatan dan kesehatan kerja. Kecelakaan kerja harus diturunkan serendah mungkin karena salah satu target perusahaan adalah nihil kecelakaan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi budaya pekerja dalam menggunakan alat pelindung diri sehingga pada akhirnya dapat memberikan masukan-masukan untuk menurunkan kecelakaan kerja. Paramater budaya keselamatan kerja dalam penelitian ini dibatasi pada ketaatan pekerja dalam menggunakan APD. Semakin tinggi ketaatan penggunaan APD, maka disimpulkan semakin tinggi juga budaya penggunaan APD.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode survei yang bersifat analitis dengan pendekatan *cross sectional*. Variabel bebas

dan terikat disurvei pada saat yang bersamaan. Variabel bebas meliputi faktor internal dan eksternal dari pekerja. Faktor internal dalam penelitian ini dibatasi pada persepsi pekerja terhadap penggunaan APD, sedangkan faktor eksternal dibatasi pada penerapan sistem imbalan dan sanksi, prosedur dan peraturan penggunaan APD dan pengawasan penggunaan APD. Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dianalisa menggunakan analisa bivariat.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Ketaatan menggunakan APD

Hasil penelitian menunjukkan responden yang taat menggunakan APD mencapai 80% sedangkan yang kurang taat menggunakan APD sekitar 20%. Taat disini dalam pengertian selalu menggunakan alat pelindung diri sedangkan kurang taat artinya kadang-kadang tidak menggunakan alat pelindung diri atau menggunakan alat pelindung diri namun tidak lengkap. Hasil ini ditunjukkan berdasarkan distribusi frekuensi ketaatan penggunaan APD pada tabel dibawah ini:

Tabel 1 Ketaatan Menggunakan APD
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Kategori ketaatan	Jumlah responden	Persentase
Baik (taat)	84	80
Kurang baik (kurang taat)	21	20
Total	105	100

Jika dipandang menggunakan konsep kecelakaan baik menurut Heinrich dan Bird, angka 20% tidak boleh dipandang kecil, karena tidak menggunakan APD merupakan bentuk perilaku tidak aman dan berpotensi menjadi kecelakaan. Ini juga bisa dikaitkan dengan statistik kecelakaan kerja di PT. XXX tahun 2017 sampai dengan 2020 dimana masih cukup sering terjadi kecelakaan yang berakibat cedera karena pekerja tidak menggunakan APD secara lengkap maupun benar. Berdasarkan konsep keselamatan berbasis perilaku dari Geller, maka pendekatan reaktif masih diperlukan untuk

mengurangi perilaku beresiko ini (Geller, 2007).

3.2 Persepsi pekerja terhadap bahaya dan risiko

Tabel berikut menggambarkan distribusi frekuensi persepsi terhadap bahaya dan risiko dari responden yang dikelompokkan menjadi dua yaitu kategori persepsi baik dan kurang baik. Kategori persepsi baik terhadap bahaya dan risiko hampir dua kali lebih besar dari persepsi kurang baik, namun demikian secara keseluruhan masih dibawah tingkat ketaatan penggunaan APD dengan kategori baik. Oleh karena itu secara umum persepsi terhadap bahaya dan risiko perlu ditingkatkan.

Tabel 2 Persepsi Pekerja Terhadap Bahaya dan Risiko

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Persepsi	Jumlah responden	Persentase
Baik	65	62
Kurang baik	40	38
Total	105	100

Menurut Ramsey, persepsi terhadap bahaya dan risiko merupakan saringan pertama apakah seseorang akan berperilaku aman atau tidak aman, oleh karena itu sangat penting. Geller menempatkan persepsi sebagai salah satu factor orang yang akan mempengaruhi budaya keselamatan bersama-sama factor perilaku dan factor lingkungan (Geller, 2007). Robbin juga menempatkan persepsi sebagai salah satu faktor yang akan mempengaruhi perilaku individu (Robbin, 2003).

Persepsi didefinisikan sebagai proses dimana individu mengorganisasikan dan menginterpretasikan kesan sensoris mereka untuk memberi arti pada lingkungan mereka. Faktor yang mempengaruhi persepsi dapat terletak pada orang yang mempersepsikannya, obyek atau sasaran yang dipersepsikan atau konteks dimana persepsi itu dibuat. Sedangkan karakteristik individu yang mempengaruhi persepsi terdiri dari sikap, kepribadian, motivasi, kepentingan, pengalaman masa lalu, dan harapan (Robbin, 2003). Oleh karena itu membentuk dan meningkatkan persepsi dapat dilakukan dengan meningkatkan pengetahuan

dalam bentuk pendidikan, diskusi kelompok ataupun memberikan pelatihan-pelatihan.

3.3 Pengawasan Penggunaan APD

Tabel berikut menggambarkan distribusi frekuensi pengawasan penggunaan APD oleh supervisor dan *Safety Officer* dimata responden yang dikategorikan menjadi pengawasan yang baik dan pengawasan yang kurang baik. Pengawasan baik yang dimaksudkan disini adalah pengawasan yang dilakukan secara konsisten:

Tabel 3 Pengawasan Terhadap Pekerja

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pengawasan	Jumlah responden	Persentase
Baik	57	54
Kurang baik	48	46
Total	105	100

Terlihat bahwa kategori pengawasan baik jauh dibawah kategori ketaatan penggunaan APD; secara sederhana dapat dikatakan bahwa cukup banyak responden yang menggunakan APD meskipun pengawasannya kurang. Dari kuesioner diketahui bahwa sebagian responden berpendapat bahwa supervisor dan *Safety Officer* kadang-kadang tidak melakukan pengawasan penggunaan APD bahkan sebagian responden tidak tahu bahwa ada mekanisme pengawasan. Dalam uraian pekerjaannya, salah satu tugas supervisor dan *Safety Officer* adalah melakukan pengawasan agar ditaatinya pelaksanaan ketentuan keselamatan dan kesehatan kerja. Pengawasan adalah merupakan salah satu fungsi dari aspek manajemen yaitu pengendalian.

3.4 Penerapan sistem imbalan

Tabel berikut menggambarkan distribusi frekuensi penerapan system imbalan yang dikelompokkan menjadi penerapan sistem imbalan yang baik dan kurang baik. Data tersebut menunjukkan masih banyak responden yang merasa system imbalan belum diterapkan secara baik (44%). Distribusi ini hampir sama dengan distribusi frekuensi pengawasan penggunaan APD (46%). Ini menunjukkan bahwa masih cukup banyak

responden yang mengatakan bahwa sistem imbalan belum dijalankan secara konsisten atau dengan kata lain belum menarik bagi mereka.

Tabel 4 Penerapan sistem imbalan
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Penerapan system imbalan	Jumlah responden	Persentase
Baik	59	56
Kurang baik	46	44
Total	105	100

Penerapan sistem imbalan, dalam konsep Geller termasuk factor eksternal yang dapat mempengaruhi perilaku keselamatan (Geller, 2007). Penerapan sistem imbalan yang tidak konsisten dapat dianggap karyawan sebagai bentuk diskriminasi dan dapat menurunkan motivasi karyawan untuk berperilaku aman. Dalam konsep Reason, kondisi seperti ini merupakan kegagalan laten dan dapat merupakan kondisi yang dapat menciptakan *error* dan *violation*.

3.5 Penerapan sistem sanksi

Tabel berikut menggambarkan distribusi frekuensi penerapan sistem sanksi dimata responden yang dikelompokkan menjadi baik dan kurang baik. Distribusi ini menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan distribusi frekuensi penerapan system imbalan. Ini dapat diterjemahkan bahwa kecenderungan untuk memberi sanksi kepada yang melanggar penggunaan APD lebih besar dibandingkan untuk memberi imbalan kepada karyawan yang tidak melanggar. Ini dapat dipahami dikaitkan dengan pengawasan yang lebih banyak melihat pelanggaran disbanding melihat tingkat ketaatan.

Tabel 5 Penerapan sistem sanksi
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Penerapan system sanksi	Jumlah responden	Persentase
Baik	64	61
Kurang baik	41	39
Total	105	100

Dalam konsep Geller, penerapan sistem sanksi juga merupakan faktor eksternal (lingkungan-organisasi). Sistem sanksi yang diterapkan diatur dalam peraturan perusahaan dan dibagikan kepada semua karyawan sehingga mudah dipahami oleh karyawan

3.6 Prosedur dan peraturan penggunaan APD

Tabel berikut menggambarkan distribusi frekuensi prosedur dan peraturan penggunaan APD dimata responden yang dikelompokkan menjadi baik dan kurang baik. Distribusi frekuensi prosedur dan peraturan penggunaan APD mendapatkan skor yang paling tinggi, melebihi ketaatan penggunaan APD. Ini berarti sebagian besar responden menilai bahwa prosedur dan peraturan penggunaan APD ada, mudah diakses dan sudah disosialisasikan dengan baik sehingga mudah dipahami.

Tabel 6 Prosedur dan Peraturan
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Prosedur dan peraturan	Jumlah responden	Persentase
Baik	92	88
Kurang baik	13	12
Total	105	100

3.7. Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat – Analisis Bivariat

Karena data pada variabel bebas maupun variabel terikat bersifat kategorik maka untuk mencari hubungan keduanya dilakukan dengan menggunakan *kai kuadrat*. Prinsip pengujian ini adalah membandingkan frekuensi yang terjadi (observasi) dengan frekuensi harapan (ekspektasi). Bila nilai ekpektasi observasi dengan nilai frekuensi ekpektasi sama, maka dikatakan tidak ada hubungan yang bermakna. Sebaliknya bila nilai ekpektasi observasi dengan nilai frekuensi ekpektasi berbeda, maka dikatakan ada hubungan yang bermakna. Pada pengujian *kai kuadrat*, kesimpulan ada atau tidaknya hubungan bermakna ditentukan oleh nilai *P value* dan *alfa*. Bila *P value* kurang dari atau sama dengan *alfa*, maka hubungan antara dua variabel disebut bermakna, sedangkan bila *P value* lebih besar dari *alfa* maka hubungan kedua variabel tersebut tidak bermakna. Nilai

P value dan alfa ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 7 Analisa Bivariat
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Variabel bebas dan hubungannya dengan ketaatan penggunaan APD	Nilai P value	Nilai alfa	Hubungan
Persepsi terhadap bahaya dan resiko	0.802	0.05	Tidak bermakna
Pengawasan penggunaan APD	0.056	0.05	Tidak bermakna
Penerapan sistem imbalan	1.000	0.05	Tidak bermakna
Penerapan sistem sanksi	0.032	0.05	Bermakna
Prosedur dan peraturan	0.0032	0.05	Bermakna

Menurut Geller, penerapan sistem imbalan, penerapan sistem sanksi, prosedur dan peraturan penggunaan APD merupakan faktor eksternal, dalam hal ini faktor yang diciptakan organisasi kepada operator produksi. Hasil penelitian ini menunjukkan sanksi lebih mempunyai pengaruh daripada imbalan dalam menentukan ketaatan penggunaan APD. Dilihat dari *hirarki kebutuhan Maslow*, berarti tingkat kebutuhan operator produksi terhadap keamanan masih lebih oenting dari kebutuhan mendapatkan imbalan. Hal ini dimaklumi bila melihat latar belakan responden yang umumnya berpendidikan SLTA, masa kerja yang relatif baru (dan sebagian besar pekerja kontrak) dan umumnya kaum pendatang. Sangatlah berat bagi mereka apabila harus mendapatkan sanksi berupa surat peringatan yang dapat

DAFTAR PUSTAKA

- Bird, Frank E. & Germain, George L., 2014, Practical Loss Control Leadership, revised edition, DNV, USA, Inc.
Geller, E. Scott, 2007, The psychology of safety handbook, lewis publishers, Boca Raton London, New York Washington DC

erakibat pada pemutusan hubungan kerja. Sedangkan pemberian imbalan pengaruhnya tidak terlalu besar untuk meningkatkan kesejahteraan. Fenomena ini sekaligus juga menjelaskan bahwa sanksi bukan merupakan kebalikan dari imbalan.

Pengawasan penggunaan APD tidak mempunyai hubungan bermakna dengan ketaatan penggunaan APD. Penulis menduga bahwa pemberian sanksi lebih banyak dihasilkan dari laporan penyelidikan kecelakaan, bukan dari laporan pengawasan yang konsisten. Ini juga didukung dengan distribusi frekuensi pengawasan penggunaan APD mendapatkan skor yang paling rendah dibandingkan variable bebas lainnya. Meskipun secara Analisis bivariate tidak mempunyai hubungan bermakna dengan ketaatan penggunaan APD namun demikian P value (0.056) sangat dekat dengan nilai alfa (0.05).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sevagai berikut:

1. Ketaatan penggunaan APD pada pekerja mendapatkan skor (80%), tingkat ketaatan ini menunjukkan tingkat budaya penggunaan APD.
2. Analisis bivariate menunjukkan tingkat ketaatan ini terutama disebabkan karena adanya prosedur dan peraturan penggunaan APD dan penerapan sistem sanksi.
3. Meskipun persepsi terhadap bahaya dan resiko mendapatkan skor yang cukup tinggi, namun demikian tidak mempunyai hubungan bermakna dengan tingkat ketaatan penggunaan APD.
4. Sistem pemberian sanksi lebih memberikan pengaruh terhadap ketaatan penggunaan APD dibandingkan sistem pemberian imbalan.

G B Grayson & G A Groeger, 2015, Risk, Hazard Perception and Perceived Risk, DTLR Novice Divers Conference

Robbin, Stephen P, 2003, Perilaku organisasi, Jilid I Edisi 9, PT. Indeks Kelompok Gramedia, Jakarta.

SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA DALAM RUANGAN BERBASIS INTERNET OF THING, STUDI KASUS PT.HANGER LOUNDRY RAPI

Sigit Wibisono

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

Abstrak.

Menjaga kualitas udara dalam ruangan sangatlah penting, karena kualitas udara yang buruk dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia dan produktivitas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Sistem Monitoring Kualitas Udara dalam Ruangan berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang diusulkan menggunakan sensor-sensor yang terhubung ke jaringan IoT untuk mengukur parameter-parameter kualitas udara, seperti suhu, kelembaban, kadar partikel, dan gas tertentu. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini akan dikirimkan secara real-time ke server melalui koneksi internet. Server ini akan mengolah data dan menyajikannya dalam bentuk yang dapat diakses melalui antarmuka web. Implementasi IoT memungkinkan pemantauan yang lebih efisien dan akurat, serta memberikan kemudahan akses data dari jarak jauh. Pengguna dapat memonitor kualitas udara dalam ruangan melalui perangkat seluler atau komputer pribadi mereka. Penggunaan teknologi IoT dalam sistem monitoring ini diharapkan dapat meningkatkan responsibilitas dan kesadaran terhadap kualitas udara dalam ruangan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan solusi yang inovatif untuk meningkatkan kesehatan dan kenyamanan lingkungan dalam ruangan.

Kata kunci : sistem monitoring, IoT, sensor, mikrokontroler ESP32, Arduino IDE

1. PENDAHULUAN

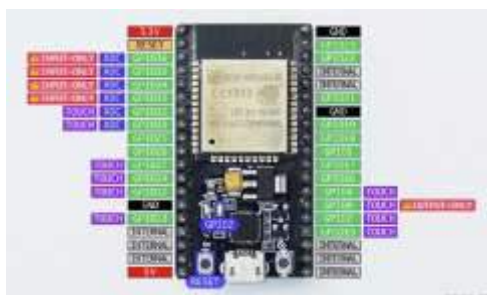
PT.Hanger Laundry Rapih adalah bergerak dalam usaha jasa pencucian berbahan tekstil seperti baju, seprai, handuk, gordena dan non tekstil seperti karpet. Dalam operasional pekerjaannya sehari-hari menggunakan boiler berbahan bakar batu bara. Untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan kerja, telah diatur dengan tata kelola sedemikian rupa, agar kenyamanan karyawan serta kesehatan tetap terjaga serta memenuhi syarat. Kualitas udara dalam ruangan merupakan aspek penting dalam menjaga kesehatan dan kenyamanan dalam ruangan. Terutama pada area produksi yang seringkali terpapar polusi udara akibat produksi. Padatnya aktivitas pada area produksi bisa saja menimbulkan berbagai polutan udara, seperti partikulat debu, senyawa organik volatil, karbon dioksida (CO₂) dan lain sebagainya. Paparan jangka panjang terhadap kualitas udara yang buruk dalam ruangan, dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, seperti gangguan pernapasan, alergi, iritasi pada mata, bahkan bisa menimbulkan sakit serius seperti kanker.

Kualitas udara dalam ruangan kerja dapat diketahui dengan menggunakan peralatan pendeteksi sebagai sensor untuk memonitor kualitas udara. Menggunakan sistem integrasi Internet of Thing (IoT), dengan sistem menggunakan Website dapat merupakan solusinya. Dengan menggunakan peralatan ini monitoring kualitas udara dalam ruangan dapat diketahui secara langsung, melalui smartphone yang terhubung dengan jaringan internet. Sistem IoT ini adalah merupakan suatu konsep yang mana sebuah device atau perangkat keras yang diintegrasikan dengan input sensor dan program dalam perangkat lunak. Tujuan integrasi dengan menggunakan perangkat lunak ini adalah, data dari input sensor dapat dikirimkan dan bertukar data melalui jaringan internet secara real time. Dengan sistem monitoring kualitas udara dalam ruangan kerja, berbasis IoT ini dimana data secara real time dikirimkan, maka tindakan korektif dapat segera dilakukan.

2. METODOLOGI

Mikrokontroler ESP32 sebagai alat monitoring adalah mikrokontroler *System on*

Chip (SoC), terpadu dengan dilengkapi WiFi, Bluetooth versi 4.2 dan sebagai peripheral. ESP32 adalah Chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada General Purpose Input Output (GPIO), juga dapat sebagai peralatan Arduino.



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32

(<https://www.arduino.cc/en/guide/environment>)

Board ini memiliki dua versi, yaitu 30 GPIO dan 36 GPIO. Keduanya memiliki fungsi yang sama, bedanya adalah GPIO 30 memiliki dua pin GND. Semua pin memiliki label pada bagian atasnya board, sehingga mudah dibaca. Board ini memiliki interface USB to UART yang mudah diprogram untuk pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE.

Sensor DHT11 merupakan modul sensor yang memiliki fungsi sebagai pembaca objek berupa suhu dan kelembaban. Modul sensor ini memberikan output berupa tegangan analog, sehingga dapat diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler. Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga bentuk fisik dari sensor DHT11.



Gambar 2.1 Sensor DHT11
Sumber : Hasil Penelitian

Dust sensor sharp GP2Y1010AU0F, atau optical dust sensor merupakan sensor debu yang berbasis inframerah.



Gambar 2.2 Sharp Dust Sensor GP2Y1010AU0F
Sumber : Hasil Penelitian

Sensor ini sangat efektif dalam mendeteksi partikel yang sangat halus seperti debu dan asap rokok, yang pada umum digunakan sebagai peralatan pembersih udara. Prinsip kerja sensor ini adalah sebagai pendeteksi debu atau partikel yang kemudian dipantulkan cahaya ke bagian penerima, dengan ukuran sensitivitas 0,5V/0,1mg/m³. Photodiode mengubah menjadi tegangan atas perubahan output dari sensor, berupa tegangan analog.

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang dapat mendeteksi senyawa atau kadar gas yang berbahaya yang dapat mengganggu atau mengurangi kualitas udara sehingga dapat sistem pernapasan manusia. Sensor MQ-35 memberikan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan pada nilai resistensi analog pada pin outputnya. Sensor ini memiliki 4 pin yang terdiri atas: pin 1 adalah Vcc 5Volt, pin 2 sebagai ground, pin 3 sebagai digital out, dan pin 4 sebagai analog out.



Gambar 2.3 Sensor MQ135
Sumber : Hasil Penelitian

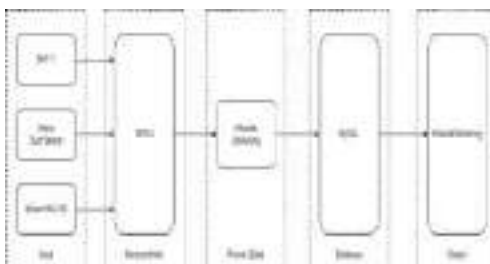
Arduino IDE adalah software atau perangkat lunak yang berfungsi sebagai untuk membuat sketch pemrograman atau sebagai media pemrograman pada board.



Gambar 2.4 Fitur Arduino IDE
(<https://www.arduino.cc/en/guide/environment>)

Arduino IDE dibuat dalam Bahasa pemrograman Java, yang dilengkapi library C atau C++ wiring, sehingga operasi input/ouput lebih mudah.

Blok diagram alat perancangan prototipe terdapat bagian input, mikrokontroler, proses data, database dan output. Pada bagian input terdiri atas sensor DHT11, sharp dust sensor, sensor MQ135. Mikrokontroler sebagai pemroses masukan dari sensor input dan selanjutnya memprosesnya untuk diumpankan pada bagian Website monitorin, yang selanjutnya akan disimpan pada bagian database, untuk ditampilkan data pada monitoring sebagai output.

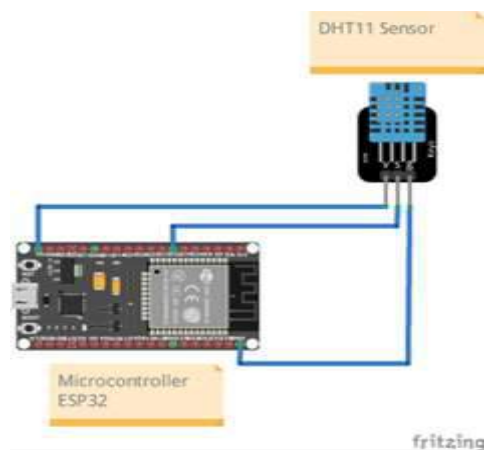


Gambar 2.6 Blok Diagram Prototipe
(Yahya, A. (2019))

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

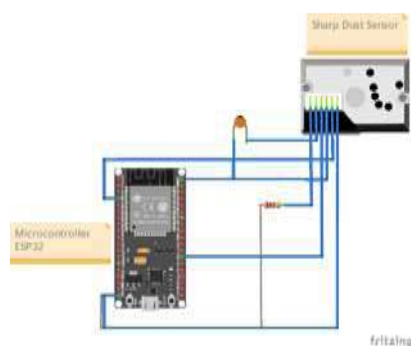
Tahap awal adalah merakit tiga komponen sensor pada blok masukan dengan Mikrokontroler ESP32. Perancangan pertama dimulai dari rangkaian sensor DHT11 dengan Mikrokontroler ESP32. Dengan cara hubungkan kaki atau *pin data* dari modul sensor ke pin GPIO 32 pada ESP32 yang dijadikan sebagai *pin input* pembacaan sensor. DHT11 merupakan sensor pembacaan suhu

dan kelembaban, yang mana sensor ini beroperasi dengan memanfaatkan *thermistor* untuk mengukur suhu dan *highrometer* untuk mengukur kelembaban. Thermistor akan mengalami perubahan resistensi yang sesuai dengan suhu lingkungannya, dan hygrometer akan mengukur perubahan kapasitansi kelembaban akibat berubahnya kelembabaan sekitar, bekerja bersamaan dalam sensor ini. Dengan menggunakan mikrokontroler internal antar dan antarmuka digital, sensor DHT11 mentransfer suhu dan kelembaban dengan menggunakan protocol komunikasi satu kawat akan lebih akurat. Integrasi sensor ini dengan mikrokontroler memungkinkan sangat akurat.

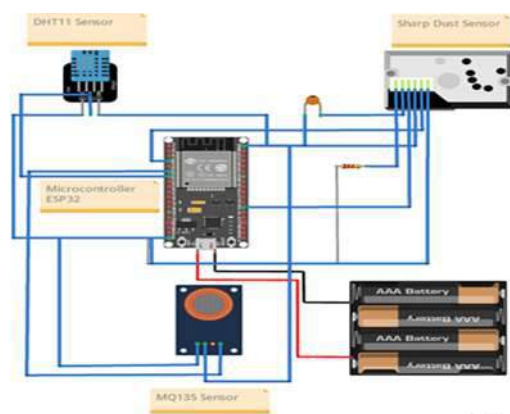


Gambar 3.1 Rangkaian DHT11 Sensor
(Yahya, A. (2019))

Perakitan berikutnya adalah dengan menghubungkan Sharp Dust Sensor GP2Y1010AU0F dan Mikrokontroler, yang berfungsi menangkap nilai kepadatan debu. Dengan menghubungkan pin Vo pada pin GPIO 34, pin Vled dihubungkan ke resistor, pin LED dihubungkan ke pin GPIO G4. Sharp Dust Sensor merupakan sensor pendeteksi partikel debu diudara. Sensor ini dilengkapi *emitter* atau pemancar cahaya inframerah, *collector* atau penerima fotodiode, *amplifier* atau penguat, dan Analog to Digital Converter (ADC) untuk menkonversi sinyal optic menjadi digital. Proses kerja sensor melibatkan pemancaran cahaya inframerah kedalam ruang pengukuran, penyebaran cahaya oleh partikel debu, dan deteksi cahaya oleh fotodiode. Sinyal yang dihasilkan kemudian diolah oleh mikokontroler untuk menghasilkan keluaran yang menggambarkan tingkat konsentrasi pertikel debu dan udara.

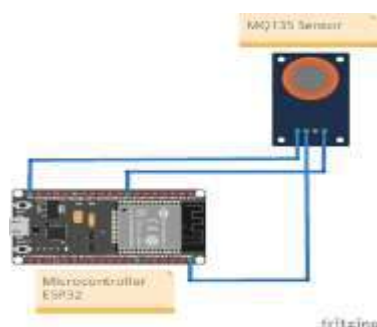


Gambar 4.2 Rangkaian Sharp Dust Sensor GP2Y1010AU0F
(Yahya, A. (2019))



Gambar 4.4 Rangkaian Keseluruhan
(Yahya, A. (2019))

Perakitan komponen sensor MQ135 pada kaki pin dari modul sensor dengan mikrokontroler. adalah untuk menangkap nilai karbon dioksida, yaitu dengan pin GPIO33. Sensor MQ135 ini beroperasi dengan prinsip perubahan resistensi pada elemen sensitivnya sebagai respon terhadap keberadaan gas tertentu diudara. Elemen sensor yang dirancang dapat mengetahui berbagai gas, mengalami perubahan restensi dapat diukur, dan data ini diinterpretasikan melalui ouput analog maupun digital.



Gambar 4.3 Rangkaian MQ135 Sensor
(Yahya, A. (2019))

Pada skema rangkaian keseluruhan, menunjukkan terlihat baterai sebagai power supply, bisa juga digantikan atau dapat ditambahkan menggunakan adaptor yang menghasilkan output sebesar 5V0lt.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis alat monitor kualitas udara berbasis IoT adalah sebagai berikut:

Setelah dilakukan percobaan pertama dengan keadaan untuk pengambilan sampel data pada saat tertentu dengan kondisi suhu $24,0^{\circ} - 25,3^{\circ}$, kelembaban 55 % - 61 %, kepadatan debu $1110 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 1145 \mu\text{g}/\text{m}^3$, karbon dioksida 201 PPM – 206 PPM. Pada percobaan kedua dengan kondisi suhu $24,1^{\circ} - 25,5^{\circ}$, kelembaban 56 % - 60 %, kepadatana debu $1056 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 1160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, karbon dioksida 199 PPM – 213 PPM.

Kinerja alat prototipe yang telah dibuat dapat memberikan data dari masing-masing sensor dapat memeberikan respon terhadap kualitas udara, perubahan suhu, kelembaban udara dan terhadap gas, dapat bekerja dengan baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus Budi Santoso, *PEMROGRAMAN WEB PHP DASAR DATABASE MYSQLI DENGAN BOOTSTRAP*. WIDINA BHAKTI PERSADA BANDUNG (Grup CV. Widina Media Utama), 2022.
- A. Ma'arif, *Dasar Pemrograman C++*. Yogyakarta: UAD Press, 2020.
- A. Oktarini, S. Ari, dan A. Sunarti, *WEB PROGRAMMING*. GRAHA ILMU, 2019.
- H. I. N. Handayani dan M. Mamurotun, "Indoor Dust Exposure Detection System For Air Purifier Controller Based Arduino And LabVIEW," *SANITAS: Jurnal Teknologi dan Seni Kesehatan*, vol. 10, no. 1, hlm. 46–58, Okt 2019, doi: 10.36525/sanitas.2019.5.

- Yahya, A. (2019). Sistem Pengaman Loker Dengan Password Berbasis Mikrokontroler (Doctoral dissertation, Untag 1945 Surabaya).
- R.Yoli Andi Rozzi, Jhoanne Fredricka, dan Estu Putri Arimi, *Sistem Monitoring Kualitas Udara dengan Aplikasi Thinger.io*. PT Nasya Expanding Management (Penerbit NEM - Anggota IKAPI), 2023.
- Setiawan, A. Khodi Inzaghi, A. Faisaldinatha, dan I. Agung Adhavian, "MONARBU: Sistem Monitoring Partikel Debu, Studi Kasus di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia," *AJIE*, hlm. 21–28, Mei 2022, doi: 10.20885/ajie.vol6.iss1.art3.
- S. K. M. K. Dwi Remawati dan S. K. M. K. Hendro *MYSQL*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Dian Nuswantoro Semarang, 2021.
- S. Sn. M. Ds. Wandah Wibawanto, *Desain dan Pemrograman Multimedia Pembelajaran Interaktif*. Jember: Penerbit Cerdas Ulet Kreatif, 2017.
- Yurindra, *Software Engineering*. DEEPUBLISH, 2017. Diakses: 6 Desember 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=4Jo9DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false>

PENGEMBANGAN *LOGICAL DATA MODEL* UNTUK SISTEM INFORMASI PENGGUNAAN RUANG PERKULIAHAN

Berliyanto

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

Abstrak

Pengelolaan ruangan kelas untuk perkuliahan merupakan proses bisnis yang umum dilakukan oleh perguruan tinggi. Sistem informasi berpotensi untuk membuat proses tersebut menjadi lebih mudah dan cepat. Rancangan database yang baik diperlukan agar sistem informasi yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan informasi yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dan rancangan data untuk sistem informasi pengelolaan ruang perkuliahan. Ada tiga pertanyaan yang terjawab oleh penelitian ini. Pertama apa saja kebutuhan informasi yang harus dipenuhi? Kedua, seperti apa model dan rancangan data yang memenuhi kebutuhan tersebut? Dan ketiga, sejauh mana rancangan data yang dihasilkan dapat diimplementasikan? Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah 5 *information requirements*, *logical data model*, spesifikasi rancangan data, dan kode *data definition language* untuk diimplementasikan ke dalam DBMS.

Kata kunci: *logical data model*, rancangan *database*, sistem informasi, *database* relasional.

1. PENDAHULUAN

Semua perguruan tinggi di Indonesia yang menyelenggarakan perkuliahan tatap muka membutuhkan ruangan kelas sebagai tempat untuk belajar-mengajar. Dalam banyak skenario, jumlah ruangan yang dapat dimiliki oleh perguruan tinggi lebih sedikit dibandingkan jumlah kelas atau perkuliahan yang harus dilakukan setiap minggunya. Hal tersebut merupakan keterbatasan yang harus diatasi oleh perguruan tinggi agar tidak menjadi masalah yang pada akhirnya menghambat penyelenggaraan perkuliahan. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penjadwalan dan pengelolaan ruangan kelas yang baik.

Pengelolaan ruang kelas yang baik perlu dilakukan oleh semua perguruan tinggi, namun demikian pelaksanaannya memiliki tantangan tersendiri. Beberapa permasalahan sering terjadi dalam proses pengelolaan ruangan. Misalnya, penggunaan ruangan yang bentrok karena pencatatan penggunaan ruangan yang tidak dapat diakses dengan cepat. Permasalahan lain misalnya, kapasitas ruangan yang tidak sebanding dengan jumlah peserta kelas dalam satu sesi perkuliahan. Atau sebaliknya, ruangan kelas dengan kapasitas besar digunakan untuk kelas kecil.

Tidak hanya itu, terkadang isu kelayakan kelas juga menjadi permasalahan sendiri. Misalnya ada fasilitas di dalam kelas yang rusak sehingga dapat mengganggu pembelajaran. Semua permasalahan dalam pengelolaan penggunaan ruangan kelas tersebut dialami oleh setiap perguruan tinggi. Permasalahan tersebut harus diselesaikan karena pengelolaan ruangan kelas merupakan proses bisnis yang penting bagi perguruan tinggi.

Seiring perkembangan teknologi yang sangat pesat, pemanfaatan sistem informasi dapat membantu organisasi, termasuk perguruan tinggi, dalam menjalankan setiap proses bisnisnya. Tidak terkecuali untuk proses pengelolaan penggunaan ruangan perkuliahan oleh perguruan tinggi. Atau dengan kata lain, perguruan tinggi dapat memanfaatkan sistem informasi untuk membantu proses pengelolaan ruangan perkuliahan agar lebih mudah. Bentuk kemudahan yang diberikan oleh sistem informasi antara lain adalah penyediaan informasi yang lebih cepat, otomatisasi proses monitoring ruangan, dan kemudahan dalam penyusunan jadwal penggunaan ruangan perkuliahan. Beban kerja tenaga kependidikan menjadi lebih ringan dengan memanfaatkan sistem informasi. Selain itu, risiko terjadinya kesalahan akibat kelalaian manusia juga dapat

diminimalisir. Secara umum, sistem informasi diperlukan oleh perguruan tinggi untuk mengelola ruang perkuliahan.

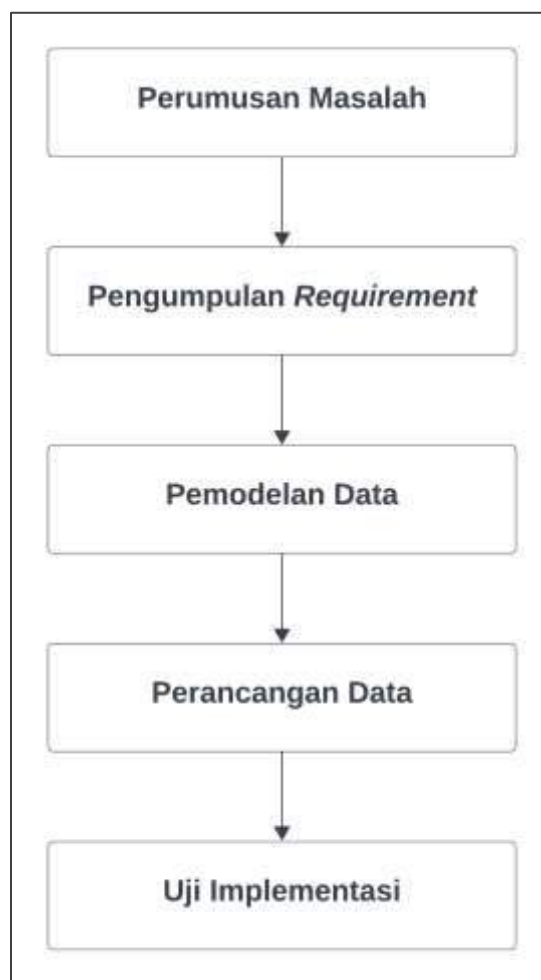
Salah satu komponen sistem informasi adalah data. Setiap sistem informasi yang baik membutuhkan rancangan data yang baik juga (Ramez & Shamkant, 2017). Ukuran baik atau tidaknya sebuah rancangan data adalah seberapa jauh rancangan tersebut dapat memenuhi kebutuhan informasi yang ada. Dalam penelitian ini, kebutuhan informasinya adalah yang berkaitan dengan proses pengelolaan penggunaan ruang perkuliahan. Penelitian ini memiliki fokus pada perancangan data untuk sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rancangan data secara sistematis dan sesuai dengan kebutuhan yang secara umum ada pada setiap perguruan tinggi di Indonesia. Untuk mencapai tujuan tersebut, ada pertanyaan penelitian yang menjadi acuan dalam penelitiannya ini, yaitu:

1. Apa saja kebutuhan informasi (*information requirement*) yang ada untuk sistem pengelolaan ruang perkuliahan?
2. Seperti apa model dan rancangan data yang dapat memenuhi setiap kebutuhan informasi tersebut?
3. Sejauh mana rancangan data yang dihasilkan bisa diimplementasikan?

Setelah menjawab tiga pertanyaan penelitian tersebut maka didapatkan sebuah rancangan data yang sesuai untuk sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan.

2. METODOLOGI

Penentuan metodologi dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan pertanyaan penelitian yang ada. Secara umum pendekatan yang digunakan mengikuti pendekatan kualitatif dengan langkah-langkah perancangan *database* yang disarankan oleh Connolly dan Begg (2020). Gambar 1 menunjukkan langkah atau tahap penelitian yang dilakukan untuk menjawab ketiga pertanyaan penelitian. Seperti yang terlihat pada Gambar 1, terdapat lima langkah penelitian yang dilakukan. Mulai dari perumusan masalah hingga langkah yang terakhir adalah uji implementasi.



Gambar 1 Langkah-langkah Penelitian
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perumusan masalah. Tujuan dari langkah pertama ini adalah memberikan konteks permasalahan yang diselesaikan dan lingkup dari penelitian yang dilakukan. Hasil dari perumusan masalah adalah ditetapkannya tiga pertanyaan penelitian. Ketiga pertanyaan penelitian tersebut adalah seperti yang tuliskan pada bagian pendahuluan sebelumnya. Langkah pertama ini sangat penting karena menentukan pemilihan metode dan teknik yang dilakukan pada langkah-langkah setelahnya.

Langkah kedua di dalam penelitian ini adalah pengumpulan *information requirement*. Langkah ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang pertama. *Requirement* dikumpulkan dengan melakukan observasi terhadap perguruan tinggi di Indonesia dan juga dengan melakukan *document review* terhadap standar mutu untuk proses pengelolaan ruang

perkuliahan. Hasil yang didapatkan dari langkah kedua ini adalah daftar kebutuhan informasi yang diperlukan oleh sistem informasi pengelolaan ruang perkuliahan.

Langkah ketiga adalah pemodelan data. Bersama dengan langkah keempat, langkah ketiga ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang kedua. Model yang dihasilkan pada langkah ketiga dibuat berdasarkan kebutuhan informasi (requirement) pada langkah sebelumnya. Lalu setelah model selesai dibangun, rancangan data dibuat berdasarkan model tersebut pada langkah yang keempat. Teknik pemodelan yang digunakan adalah entity relationship diagram (ERD). Teknik ini umum telah terbukti dapat menghasilkan *logical data model* yang mudah dipahami baik oleh para praktisi ataupun akademisi (Coronel & Morris, 2022). Hasil dari langkah ketiga adalah *logical data model* untuk *relational database*. Sedangkan hasil dari langkah keempat adalah rincian rancangannya.

Langkah terakhir atau langkah yang kelima adalah uji implementasi. Di sini, rancangan yang dihasilkan pada langkah sebelumnya dicoba untuk diimplementasikan. *Database management system* (DBMS) yang digunakan untuk uji implementasi adalah MySQLi. DBMS ini sudah memenuhi kebutuhan penelitian dan salah satu yang umum digunakan untuk mengelola *relational database*. Sebuah purwarupa sederhana dibuat selama proses uji implementasi ini. Namun demikian data yang digunakan saat uji implementasi bukan data yang sebenarnya. Fokus uji implementasi ini adalah memastikan relasi antar tabel dan data yang dimodelkan mampu memenuhi semua kebutuhan yang ada pada level praktis. Langkah kelima ini sekaligus menemukan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang ketiga. Dengan kata lain, semua pertanyaan penelitian terjawab setelah kelima langkah penelitian selesai dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelima langkah penelitian yang telah dilakukan menghasilkan luarannya masing-masing. Pada bagian ini, setiap luaran tersebut diuraikan secara terpisah. Pembahasannya disajikan dalam bagian-bagian yang terpisah.

3.1 Data Requirement

Apa saja yang merupakan persyaratan data (*data requirement*) disajikan dalam bentuk skenario penggunaan. Tabel 1 menunjukkan daftar skenario penggunaan sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan. Skenario penggunaan yang ada pada Tabel 1 merupakan persyaratan sistem (system requirement) yang harus dipenuhi.

Tabel 1 Skenario Penggunaan Sistem
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Kode	Skenario Penggunaan
[RQ01]	Jadwal penggunaan ruangan mengikuti jadwal perkuliahan tatap muka.
[RQ02]	Informasi perkuliahan dapat disajikan pada setiap ruangan berikut dengan mata kuliah dan dosennya.
[RQ03]	Sistem menyediakan informasi ketersediaan dan kapasitas ruangan.
[RQ04]	Sistem secara otomatis mencegah penggunaan ruangan dengan jadwal perkuliahan yang bentrok.
[RQ05]	Sistem mencatat status dan keterangan tambahan untuk ruangan yang sedang dalam pemeliharaan atau perbaikan fasilitas di dalamnya.

Ada lima skenario penggunaan untuk sistem informasi yang dirancang. Kelima skenario tersebut adalah seperti yang disajikan pada Tabel 1. Fungsi utama ruang perkuliahan adalah sebagai tempat perkuliahan tatap muka berlangsung. Melihat fakta tersebut, maka jadwal penggunaan ruangan sama dengan jadwal perkuliahan. Oleh karena itu pada [RQ01] dinyatakan bahwa jadwal penggunaan ruangan mengikuti jadwal perkuliahan tatap muka.

Penyajian informasi kepada pengguna juga harus bersifat lengkap dan informatif. Setidaknya ada tiga informasi yang diperlukan oleh pengguna untuk setiap kelas yang menggunakan ruangan, yaitu: mata kuliah, dosen pengajar, jadwal, dan ruangan. Kebutuhan tersebut dinyatakan pada [RQ02]. Selain ketiga informasi tersebut, informasi terkait ketersediaan dan kapasitas ruangan juga diperlukan oleh staf yang bertugas mengelola penggunaan ruangan. Oleh karena itu, [RQ03] ditambahkan ke dalam daftar kebutuhan data.

Kebutuhan lainnya yang harus dipenuhi terkait dengan proses penentuan jadwal ruangan. Isu yang sering muncul adalah jadwal yang bentrok dan kondisi ruangan yang tidak layak untuk digunakan walaupun jadwalnya tersedia. [RQ04] dan [RQ05] merupakan dua skenario yang ditambahkan ke dalam *requirement* untuk mengatasi masalah tersebut. Tidak diperbolehkan ada dua perkuliahan dengan jadwal yang sama di dalam satu ruangan kelas. Oleh karena itu sistem perlu mencegah pemberian jadwal yang bentrok kepada ruangan yang ada.

Lima skenario yang ada pada Tabel 1 diasumsikan sebagai data *requirement* yang menjadi acuan untuk menentukan model datanya. *Requierement* ini juga yang digunakan sebagai ukuran keberhasilan pengembangan model data. Atau dengan kata lain, model yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi lima skenario penggunaan tersebut. Adapun model dan rancangan data diuraikan pada bagian selanjutnya.

3.2 Model dan Rancangan Data

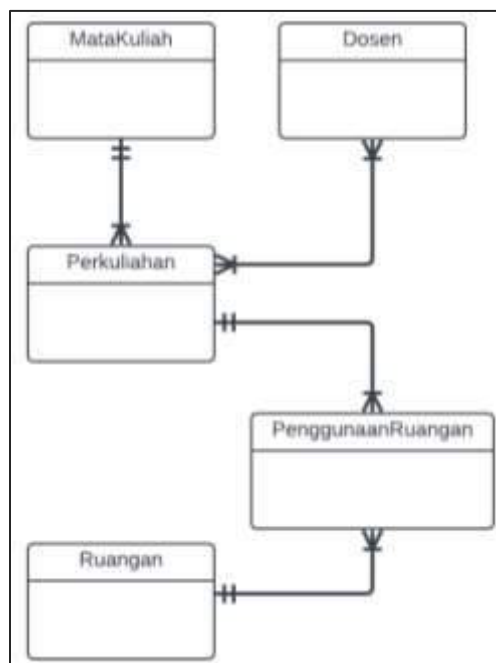
Berdasarkan *requirement* yang didapatkan, diputuskan bahwa jenis database yang digunakan adalah *relational database*. Selanjutnya disusun sebuah *logical data model* menggunakan notasi *entity relationship diagram* (ERD). Dari skenario-skenario penggunaan yang ada pada Tabel 1, dihasilkan lima entitas data yang bisa memenuhinya. Tabel 2 menunjukkan daftar entitas yang dihasilkan tersebut.

Tabel 2 Entitas dan Skenario yang Terkait
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Entitas	Skenario Terkait
Ruangan	[RQ01], [RQ02], [RQ03], [RQ05]
PenggunaanRuangan	[RQ01], [RQ02]
Perkuliahan	[RQ01], [RQ04]
MataKuliah	[RQ02]
Dosen	[RQ02]

Tabel 2 menunjukkan semua entitas yang dihasilkan berikut dengan skenario yang dipenuhinya. Sebagai contoh, entitas Ruangan

diperlukan untuk memenuhi empat skenario, yaitu [RQ01], [RQ02], [RQ03], dan [RQ05]. Sementara itu entitas Perkuliahan disertakan untuk memenuhi skenario [RQ01] dan [RQ04]. Pada akhirnya, lima skenario penggunaan sistem yang ada dapat dipenuhi semuanya oleh lima entitas. Setelah semua entitas berhasil didapatkan, maka disusunlah sebuah model dalam bentuk ERD.



Gambar 2 Entity Relationship Diagram (ERD)
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Logical data model yang dihasilkan penelitian ini adalah seperti yang terlihat pada Gambar 2. Proses penyusunannya diawali dengan melakukan analisis hubungan antar entitas yang ada. Hasilnya digambarkan dalam bentuk ERD pada Gambar 2. Hubungan antar entitas dinyatakan dalam garis yang menghubungkannya. Misalnya, salah satu entitas yang penting, yaitu Ruangan, memiliki relasi dengan entitas PenggunaanRuangan. Sementara itu entitas Perkuliahan berelasi dengan entitas Dosen, MataKuliah, dan PenggunaanRuangan. Demikian seterusnya hingga didapatkan sebanyak lima entitas dan empat bentuk relasi seperti yang disajikan pada Gambar 2.

Selain menunjukkan relasi antar entitas, ERD pada Gambar 2 juga menunjukkan *cardinality*. Misalnya hubungan *one-to-many*

yang ada antara entitas Ruangan dengan PenggunaanRuangan. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap entitas Ruangan dapat terhubung oleh lebih dari satu atau banyak entitas PenggunaanRuangan. Sedangkan setiap entitas PenggunaanRuangan hanya bisa berelasi dengan satu entitas Ruang saja. Dari empat relasi yang ada, hanya relasi antara Perkuliahan dan Dosen saja yang berjenis *many-to-many*. Relasi tersebut mengacu pada skenario perkuliahan yang bisa diajarkan lebih dari satu dosen, dan seorang dosen juga dapat mengajar di satu atau lebih perkuliahan. Tahap pemodelan data dalam bentuk logical data model selesai setelah setiap entitas, relasi, dan *cardinality* berhasil diidentifikasi.

Tabel 3 Atribut untuk Setiap Entitas
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Entitas	Atribut Utama
Ruangan	idRuang (PK); namaRuang; kapasitas
PenggunaanRuangan	idPR (PK); keteranganPR; jamMulai; jamSelesai; hariPR.
Perkuliahan	idPerkuliahan (PK); namaPerkuliahan;
MataKuliah	idMK (PK); namaMK; sksMK;
Dosen	idDosen (PK); namaDosen; prodiDosen;

Atribut-atribut utama dari masing-masing entitas ditentukan terlebih dahulu sebelum mengimplementasikan model data yang dibuat. Tabel 3 menunjukkan setiap atribut utama yang ada pada masing-masing entitas. Setiap entitas dibuatkan id untuk menjadi *primary key*. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi setiap baris datanya. Entitas yang memiliki atribut utama paling banyak adalah PenggunaanRuangan dengan 5 atribut. Atribut jamMulai, jamKeluar, dan hariPR diperlukan untuk menyatakan jadwal ruangan yang ada. Model, rancangan, dan spesifikasi data yang

sudah didapatkan sampai tahap ini kemudian diuji coba implementasinya menggunakan *Database Management System* (DBMS). Sebagai catatan, spesifikasi entitas pada Tabel 3 masih belum memuat atribut yang menunjukkan relasi antar entitasnya.

3.3 Uji Implementasi pada DBMS

Uji implementasi model dan rancangan data merupakan tahap terakhir yang dilakukan pada penelitian ini. Implementasi dilakukan pada DBMS MySQL. Alasan memilih MySQL adalah karena merupakan salah satu DBMS yang umum digunakan untuk database relasional pada aplikasi berbasis *website* (Date, 2019). Namun demikian, model dan rancangan data yang dihasilkan penelitian ini tidak mengikat pada satu DBMS saja. Selama mendukung database relasional, maka DBMS apapun dapat digunakan.

Tabel 4 *Data Definition Language* untuk Tabel Ruangan, PenggunaanRuangan, dan MataKuliah
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

```
CREATE TABLE `Ruangan` (
  `idRuang` int(10) NOT NULL,
  `namaRuang` char(20) NOT NULL,
  `kapasitas` INT(5) NOT NULL,
  `keterangan` varchar(100) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT
CHARSET=utf8;

CREATE TABLE
`PenggunaanRuangan` (
  `idPR` int(10) NOT NULL,
  `keteranganPR` varchar(50) NOT
NULL,
  `idPerkuliahan` int(10) NOT NULL
  `idRuang` int(10) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT
CHARSET=utf8;

CREATE TABLE ` MataKuliah ` (
  `idMK` int(10) NOT NULL,
  `namaMK` char(50) NOT NULL,
  `sksMK` int(2) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT
CHARSET=utf8
```

Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan *data definition language* (DDL) untuk implementasi rancangan data pada DBMS MySQL. Total ada sebanyak 6 buah tabel yang diperlukan. Bila dibandingkan dengan jumlah entitas, maka terdapat satu buah tabel tambahan yang dihasilkan. Tambahan tabel tersebut dibutuhkan untuk implementasi dua entitas yang memiliki relasi *many-to-many* (M:N). Dalam hal ini entitas yang memiliki relasi seperti itu adalah Perkuliahan dengan Dosen. Tabel tambahan ini diperlukan untuk memenuhi *many-to-many relationship* pada database relasional (Harrington, 2016). Sementara itu, entitas lainnya diimplementasikan dalam bentuk tabel dan tetap menggunakan nama yang sama seperti yang sebelumnya diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 5 *Data Definition Language* untuk Tabel Mahasiswa dan Kelas
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

```
CREATE TABLE `Perkuliahan` (  
  `idPerkuliahan` int(10) NOT NULL,  
  `namaPerkuliahan` varchar(128) NOT  
  NULL,  
  `idMK` int(10) NOT NULL,  
  ) ENGINE=InnoDB DEFAULT  
  CHARSET=utf8;  
  
CREATE TABLE `Dosen` (  
  `idDosen` int(10) NOT NULL,  
  `namaDosen` char(50) NOT NULL,  
  `prodiDosen` int(1) NOT NULL,  
  ) ENGINE=InnoDB DEFAULT  
  CHARSET=utf8;  
  
CREATE TABLE `Dosen_MK` (  
  `idDosenMK` int(10) NOT NULL,  
  `idDosen` int(10) NOT NULL,  
  `idMK` int(10) NOT NULL  
  ) ENGINE=InnoDB DEFAULT  
  CHARSET=utf8;
```

Seperti yang ada pada Tabel 4 dan 5, semua *primary key* (PK) untuk masing-masing tabel memiliki tipe data integer (INT). Selain itu, setiap *primary key* tersebut bersifat *auto increment*. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk otomatisasi proses ketika baris-baris data

ditambahkan nantinya. Sebagai tambahan, pengaturan seperti ini lebih menjamin konsistensi pengelolaan relasi antar tabel, terutama dalam proses perubahan data apabila diperlukan.



Gambar 3 Perangkat Lunak *Sequel Pro*
Sumber: Penelitian Mandiri, 2024

Alat bantu berupa perangkat lunak yang digunakan dalam uji implementasi ini adalah Sequel Pro. Penggunaan *software* ini dilakukan untuk visualisasi rancangan database yang diusulkan. Gambar 3 menunjukkan tangkapan layar dari salah satu antarmuka Sequel Pro. Tidak ada alasan khusus lain terkait penggunaan Sequel Pro. Pada dasarnya menggunakan MySQL client apa pun bisa selama dapat mengeksekusi data definition language yang ada pada Tabel 4 dan Tabel 5. Uji implementasi ini merupakan langkah terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dirumuskan setelah semua langkah penelitian berhasil dilakukan. Tahap perumusan kesimpulan ini merupakan tahap penutup pada penelitian. Ada 3 (tiga) buah kesimpulan yang dihasilkan. Setiap kesimpulan tersebut merupakan jawaban untuk masing-masing pertanyaan penelitian.

Penelitian ini mengidentifikasi sebanyak 5 (lima) kebutuhan data (data requirements). Kebutuhan data tersebut disajikan dalam bentuk skenario penggunaan. Semua daftar kebutuhan yang didapatkan tersebut merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang pertama.

Logical data model dan *rancangan database* untuk sistem informasi penggunaan ruang perkuliahan juga dihasilkan oleh

penelitian ini. Dari kebutuhan data yang ada, dihasilkan sebanyak 5 buah entitas yang memiliki relasi satu sama lain. Kelima entitas tersebut adalah: Ruang, Perkuliahan, PenggunaanRuang, MataKuliah, dan Dosen. Sebuah ERD untuk menunjukkan relasi antar entitas juga dibuat dalam penelitian ini. Setiap entitas tersebut kemudian dispesifikasikan atribut-atribut utama yang diperlukan. Model, rancangan, dan spesifikasi data yang dihasilkan ini merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang kedua.

Pertanyaan penelitian yang ketiga atau yang terakhir terjawab melalui penelitian ini setelah uji implementasi dilakukan. Kode *data definition language* (DDL) ditulis dalam penelitian ini berdasarkan model dan rancangan data yang dihasilkan sebelumnya. DDL ini dibuat untuk mengimplementasikan rancangan data ke dalam bentuk *database* relasional. DBMS yang digunakan untuk membaca DDL tersebut adalah MySQL dan terbukti dapat mengeksekusinya dengan baik. Hasil uji implementasi ini menjadi jawaban atas pertanyaan penelitian yang ketiga. Apabila DDL yang dihasilkan dapat

diimplementasikan pada MySQL, maka ada kemungkinan dapat juga diimplementasikan pada DBMS yang lainnya selama mendukung *database* relasional. Semua tujuan penelitian ini dapat dikatakan tercapai karena setiap pertanyaan penelitiannya telah terjawab.

DAFTAR PUSTAKA

- Connolly, T., & Begg, C. (2019) *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management, 6th edition*. Pearson.
- Coronel, C., & Morris, S. (2022). *Database Systems: Design, Implementation, & Management (MindTap Course List) 14th Edition*. Cengage
- Date, C. (2019). *Database Design and Relational Theory: Normal Forms and All That Jazz 2nd ed. Edition*. Apress
- Ramez, E., & Shamkant, N. (2017). *Fundamentals of Database System*. Pearson.
- Harrington, J. (2016). *Relational Database Design and Implementation: Clearly Explained 4th Edition*. Morgan Kaufmann.

OPTIMALISASI KINERJA PANEL SURYA 10 WP MONOCRYSTALLINE MELALUI VARIASI SUDUT KEMIRINGAN DI KOTA BEKASI

¹Leni Devera Asrar, ²Martin Djamin, ³Dimas Andrianto

¹²³Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
leniasrar@gmail.com

Abstrak

Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat baik berkat letak geografisnya di garis khatulistiwa yang memberikan sinar matahari sepanjang tahun. Menurut Dewan Energi Nasional, potensi energi surya di Indonesia mencapai 4,8 KWh/m²/hari atau setara dengan 112.000 GWp dibandingkan dengan luas negara. Pemanfaatan energi surya dilakukan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang menggunakan panel surya untuk menghasilkan energi listrik. Namun, untuk memaksimalkan penggunaan energi, penting untuk menentukan sudut kemiringan panel surya agar mampu menyerap cahaya matahari secara optimal. Penelitian ini fokus pada penggunaan panel surya monocrystalline 10 Wp di Kota Bekasi, dengan tujuan menentukan sudut kemiringan terbaik yang dapat menghasilkan daya keluaran maksimal. Metode yang digunakan adalah action research atau observasi langsung dengan melakukan pengukuran pada sudut kemiringan 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, dan 25°, pada rentang waktu antara pukul 10:00 hingga 15:00 WIB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kemiringan optimal untuk menghasilkan daya maksimal berada pada rentang 20° - 25°. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sudut 20° memberikan rata-rata daya keluaran sebesar 3,188 watt, sedangkan prediksi daya terbaik pada sudut 25° dengan rata-rata 3,085 watt. Dengan demikian, penentuan sudut kemiringan panel surya yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dan kinerja PLTS, memastikan bahwa energi matahari dimanfaatkan secara optimal untuk menghasilkan daya listrik yang maksimal di lingkungan Kota Bekasi.

Kata kunci: Potensi energi surya, Panel surya monocrystalline, Sudut kemiringan, Daya keluaran maksimal, Efisiensi PLTS.

1. PENDAHULUAN

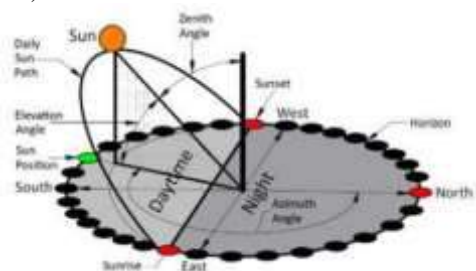
Indonesia memiliki potensi energi matahari yang luar biasa karena letaknya yang berada di garis khatulistiwa, memungkinkan sinar matahari menyinari negara ini sepanjang tahun. Menurut Dewan Energi Nasional, potensi energi surya di Indonesia mencapai 4,8 KWh/m²/hari atau setara dengan 112.000 GWp dibandingkan dengan luas negara (Kananda, K. (2017)). Potensi energi surya Indonesia mencapai lebih dari 800.000 Mega Watt (MW), di mana sekitar 50% atau sekitar 400.000 MW merupakan energi surya. Namun, pemanfaatannya masih relatif rendah, hanya sekitar 300 MW atau sekitar 0,06% dari potensi totalnya. Dibandingkan dengan energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang menguasai sekitar 74,14% dari total konsumsi energi nasional, penggunaan energi surya masih memiliki potensi besar untuk dikembangkan.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau sistem fotovoltaik surya merupakan teknologi yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik,

yang pertama kali ditemukan pada tahun 1839 oleh Henry Becquerel.

Kebutuhan daya (kWp) panel surya ditentukan oleh jumlah energi (kWh) yang dibutuhkan beban dalam jangka waktu tertentu dan tingkat radiasi matahari di lokasi. Beberapa faktor dapat mempengaruhi efisiensi panel seperti suhu, sambungan kabel, inverter, baterai (Sianipar, R. (2014)). Ada dua jenis bahan utama yang digunakan dalam pembuatan sel surya, yaitu silikon kristal dan film tipis, di mana silikon kristal adalah jenis yang paling umum digunakan saat ini (Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F.(2018)). Berbagai jenis desain pelacakan matahari telah diusulkan untuk meningkatkan kinerja pemanfaatan energi surya. Vektor matahari, atau posisi Matahari, digambarkan dalam bentuk azimuth dan ketinggian relatif terhadap pengamat di lokasi geografis tertentu di permukaan bumi. Pada vektor matahari, terdapat beberapa sudut yang digunakan untuk menentukan arah edar matahari. Sudut yang terdapat untuk menentukan vektor matahari, yaitu sudut azimuth, sudut zenith, sudut elevasi. Berikut

gambar vektor posisi matahari (Ramli, I. (2021).

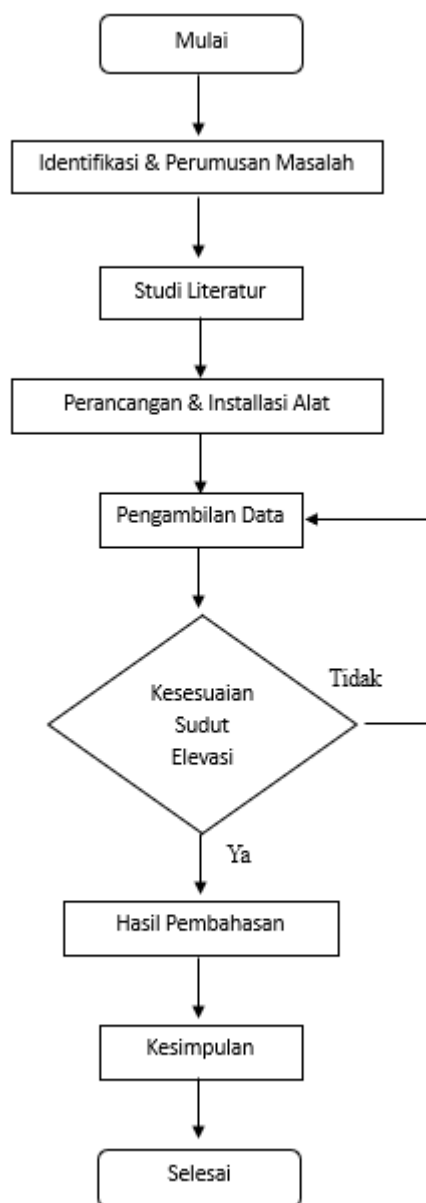


Gambar 1. Vektor Posisi Matahari
Sumber : (Ramli, I. (2021)

Penelitian ini akan memfokuskan pada uji performa panel surya monocrystalline 10 Wp dengan variasi sudut kemiringan di Kota Bekasi. Sudut kemiringan panel surya memainkan peran penting dalam menentukan efisiensi dan produktivitas energi yang dihasilkan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menemukan sudut optimal yang dapat menghasilkan daya listrik maksimal dari energi matahari di lingkungan Kota Bekasi.

2. METODOLOGI

Metode penelitian ini mencakup instalasi dan analisis panel surya monocrystalline 10 Wp dengan pengukuran daya dari variasi sudut kemiringan. Pengujian & observasi yang meliputi pengukuran temperatur pada lingkungan sekitar, radiasi matahari, pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dengan sudut kemiringan 0° , 5° , 10° , 15° , 20° , dan 25° mulai pukul 10:00 – 15:00 WIB.



Gambar 2. Diagram Alir
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan pengujian, panel surya harus di installasi terlebih dahulu



Gambar 3. Wiring Instalasi Panel Surya
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Keterangan:

1. Panel Surya Monokristalin
2. Watt Meter DC
3. Solar Charge Controller
4. Baterai



Gambar 4. Panel Surya dengan Sudut 0°
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 1. Sudut Deklinasi

Tanggal	Sudut Deklinasi (δ)
15-12-2023	-23,331
16-12-2023	-23,368
17-12-2023	-23,398
18-12-2023	-23,422
19-12-2023	-23,438
20-12-2023	-23,447

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 2. Sudut Jam

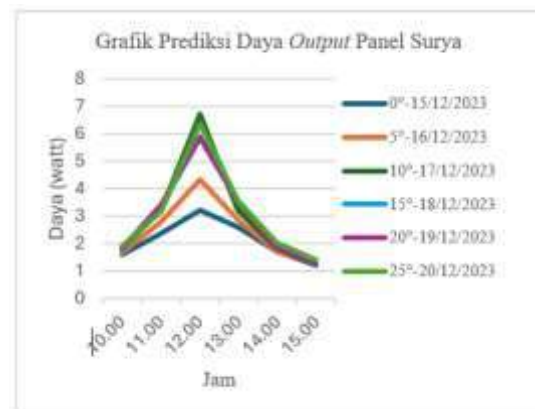
Jam	Sudut jam (ω)
10.00	-30°
11.00	-15°
12.00	0°
13.00	15°
14.00	30°
15.00	45°

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 3. Data Prediksi Daya Output Panel Surya

Jam	Prediksi Daya (Watt) Tahun 2023					
	15 Des	16 Des	17 Des	18 Des	19 Des	20 Des
	0°	5°	10°	15°	20°	25°
10.00	1,552	1,617	1,763	1,726	1,754	1,846
11.00	2,281	2,710	3,126	3,287	3,338	3,115
12.00	3,135	4,228	6,618	5,794	5,794	6,291
13.00	2,534	2,785	3,126	3,481	3,437	3,471
14.00	1,640	1,665	1,763	1,831	1,754	1,951
15.00	1,167	1,213	1,183	1,213	1,236	1,358
Rata-rata	2,122	2,443	3,005	2,963	2,960	3,085

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



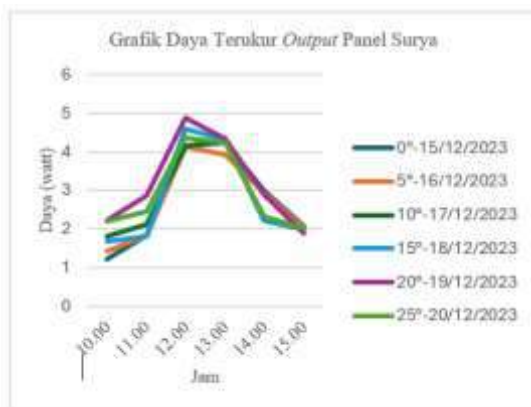
Gambar 5. Grafik Prediksi Daya Output Panel Surya
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Untuk Prediksi Daya, dari grafik diatas terlihat bahwa titik naik mulai pukul 10:00 - 12:00 dan titik turun mulai pukul 12:00 - 15:00 dengan daya tertinggi pukul 12:00 sebesar 6,618 watt dengan sudut panel 10° dan daya terendah pukul 15:00 sebesar 1,167 watt dengan kemiringan panel 0°.

Tabel 4. Data Pengukuran Daya Output Panel Surya

Jam	Daya (Watt)					
	0 ⁰	5 ⁰	10 ⁰	15 ⁰	20 ⁰	25 ⁰
10.00	1,221	1,420	1,814	1,686	2,233	2,198
11.00	1,852	1,837	2,130	1,822	2,881	2,450
12.00	4,150	4,128	4,128	4,604	4,883	4,361
13.00	4,241	3,916	4,344	4,311	4,338	4,234
14.00	2,995	2,946	2,218	2,237	2,902	2,333
15.00	2,061	2,008	2,006	2,010	1,891	2,018
Rata-rata	2,753	2,709	2,773	2,778	3,188	2,932

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 6. Grafik Pengukuran Daya Output Panel Surya

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Untuk Daya terukur, dari grafik diatas terlihat bahwa titik naik mulai pukul 10:00 - 12:00 dan titik turun pukul 12:00 - 15:00 dengan daya tertinggi pukul 12:00 sebesar 4,883 watt dengan sudut panel 20° dan daya terendah pukul 10:00 sebesar 1,221 watt dengan kemiringan panel 0°.

Berdasarkan data pada tabel 3 untuk prediksi daya sudut terbaik yaitu sudut 25⁰ dengan rata-rata daya pada pukul 10:00 – 15:00 sebesar 3,085 watt. Sedangkan untuk pengukuran daya langsung, sudut terbaik yaitu sudut 20⁰ dengan rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 3,188 watt terlihat pada tabel 4.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Posisi sudut terbaik saat melakukan perhitungan prediksi daya selama 6 hari yaitu pada sudut 25° dengan rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 3,085 watt pada pukul 10:00 - 15:00 WIB.

2. Posisi sudut terbaik saat melakukan pengukuran daya selama 6 hari yaitu sudut 20° dengan rata-rata daya sebesar 3,188 watt pada pukul 10:00 – 15:00 WIB.
3. Sudut kemiringan untuk menghasilkan daya yang maksimal berada pada rentang sudut 20⁰ - 25⁰.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Kananda, K. (2017). A Studi Awal Potensi Energi Surya Wilayah Lampung. *journal of science and applicative technology*, 1(2), 75-81.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- Ramli, I. (2021). *Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Sianipar, R. (2014). Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*.

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



6 180342 453034



772886 287002

