

JURNAL ISMETEK

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

REVIEW KETERLAMBATAN	Jujuk
REVIEW BIAYA DAN WAKTU	Djoko
EVALUASI BIAYA DAN WAKTU	Udien
EVALUASI FASILITAS PENYEBERANGAN	Yudi
ANALISIS DAN PERANCANGAN	Aji
PEMBUATAN MINIATUR	Triyono
MONITORING SUHU	Leni...
EVALUASI PERBANDINGAN	Ike
ANALISA UNJUK KERJA MOTOR BENSIN	Parman
PERANCANGAN ALAT PENGOLAH LIMBAH	Indra
ANALISA SISTEM PENGKONDISIAN	Sahidul
PROSES SOSIOKULTURAL	Rendy
ANALISA KINERJA	Sigit Yulianto
ANALISA EFEKTIVITAS SISTEM PENDINGIN	Hariyanto
BEBAN PENDINGIN GEDUNG SARINAH	Srihanto
REVERSE ENGINEERING SEBAGAI PENDEKATAN	Berliyanto
PERANCANGAN PENGELOLAAN BARANG	Surya Darma
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM LOCKER	Sigit Wibisono
PENGOLAHAN CITRA PENDETEKSIAN	Lola
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI	Wibisono

JURNAL *isme* Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

TIM REDAKSI

PENANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

PEMIMPIN REDAKSI

Dr. Iwan Setyadi, ST, MT

REDAKSI AHLI

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

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

Dr. Suryadi, ST, MT

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Dr. Berliyanto, S.Kom, MTI

Ir. Suwito, MM

REDAKSI PELAKSANA

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Ir. Srihanto, MT

Aji Nurrohman, S.Kom, MMSI

Leni Devera Asrar, ST, MT

Udien Yulianto, ST, M.Tech

Dedi Setiadi, SE, M.Kom

Ike Oktaviani, ST, MT

SEKRETARIAT REDAKSI

Sigit Wibisono, S.Kom, MT

BAGIAN SIRKULASI

Rendy Pribadi, S.Pd, M.Pd

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI

Jl. Raya Mawar Merah No.23

Pondok Kopi – Jakarta Timur

Telp. 021-8611849 – 8611850

Fax. 021-8613627

Email : jurnalismetekitbu@gmail.com



JURNAL ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Review Keterlambatan Pekerjaan Penerangan Jalan Umum Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-cawang - Kampung Melayu Seksi 2a-ujung Bekasi, Jawa Barat
Jujuk.....1

Review Biaya Dan Waktu Dengan Metode Earned Value Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah (Rsud) Komodo Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur
Djoko.....7

Evaluasi Biaya Dan Waktu Proyek Optimalisasi Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Kota Blitar Dengan Metode Critical Path Method (Cpm)
Udien.....13

Evaluasi Fasilitas Penyeberangan Jalan Di Ruas Jalan Jenderal Sudirman Sokaraja Kabupaten Banyumas
Yudi.....18

Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Jasa Dokumentasi Berbasis Website Pada Luqefoto Studio
Aji.....23

Pembuatan Miniatur Alat Pemanas Air MandiMenggunakan Remote Control Berbasis Mikrokontroler Atmega8535
Triyono.....27

MONITORING SUHU BERLEBIH PANEL ROOM PADA GTSU PLTU BABELAN BERBASIS IOT DAN LORA
Leni.....33

Evaluasi Perbandingan Daya Dukung Tanah Menggunakan Hasil Sondir Dan Spt Pada Proyek In House Hudson Square Di Pagedangan, Tangerang-banten
Ike.....40

Danalisa Unjuk Kerja Motor Bensin 1 Silinder 4 Tak dengan Generator 1000 W Beban Heater Pada Putaran Bervariasi Di Laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo
Parman.....45

Perancangan Alat Pengolah Limbah Minyak Pelumas Motor Portable Kapasitas 13,21 Ltr Per Jam
Indra.....51

JURNALismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Analisa Sistem Pengkondisian Dan Distribusipasokan Dan Pengembalian Udara Untuk Ruang Berukuran (45x18x6.35)m Pada Proyek Pusat	
<i>Sahidul</i>	57
Proses Sosiokultural dalam Artikel Koran Tempo Berjudul Artikel Evaluasi Pemilu Serentak Mendesak	
<i>Rendy</i>	66
Analisa Kinerja Alat Pemadam Api Ringan (Apar) Terhadap As/Nzs 1841: 2007	
<i>Sigit Yulianto</i>	72
Analisa Efektivitas Sistem Pendingin (Radiador) Pada Mesin Diesel Merk T.D. 4000 Cc Dengan Variasi Cairan Pendingin	
<i>Hariyanto</i>	77
Beban Pendingin Gedung Sarinah Lantai 13 Dan 14 Pada Area Perkantoran Di Jakarta	
<i>Srihanto</i>	85
Reverse Engineering Sebagai Pendekatan Untuk Merancang Ulang Aplikasi Manajemen Proyek Teknologi Informasi Pada Pt Xyz	
<i>Berliyanto</i>	94
Perancangan Pengelolaan Barang Dengan Metode Fifo Berbasis Web Pada Warehouse Pt. Kemas Indah Maju	
<i>Surya</i>	100
Analisis Dan Perancangan Sistem Locker Dengan Menggunakan Sensor Fingerprint Jb-101b Dan Notifikasi Secara Realtime Berbasis Iot	
<i>Sigit Wibisono</i>	105
Pengolahan Citra Pendeteksian Dan Klasifikasi Lampu Lalu Lintas	
<i>Lola</i>	110
Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Inventory Dan Pendataan Pada Pcp Express Berbasis Web	
<i>Wibisono</i>	114

REVIEW KETERLAMBATAN PEKERJAAN PENERANGAN JALAN UMUM PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL BEKASI-CAWANG - KAMPUNG MELAYU SEKSI 2A-UJUNG BEKASI, JAWA BARAT

Jujuk Kusumawati

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

Abstrak

Pembuatan suatu proyek konstruksi selalu mengacu pada perkiraan yang ada pada saat rencana pembangunan tersebut dibuat. Dampak yang sering terjadi adalah keterlambatan waktu pelaksanaan proyek serta meningkatnya biaya pelaksanaan proyek tersebut. Diantara faktor-faktor yang diperhatikan adalah biaya dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi biaya dan waktu menggunakan metode Earned Value dan mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap penyebab keterlambatan pada proyek konstruksi menggunakan metode analisis hasil kusioner dengan RII dan aplikasi SPSS.

Objek penelitian ini dilakukan pada Pekerjaan Penerangan Jalan Umum Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu Seksi 2A-Ujung Bekasi, Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CV, SV, CPI, SPI, ETC, EAC, mengetahui estimasi biaya dan waktu total pekerjaan proyek serta untuk mengetahui keuntungan atau kerugian pada proyek dan mengetahui faktor-faktor keterlambatan dengan uji validasi RII, Uji Validasi X dengan Y Aplikasi SPSS, Uji Reliabilitas X, dan analisis Regresi Linier Berganda.

Dari hasil analisis menggunakan metode *earned value* diperoleh pada minggu ke-18 mengalami keterlambatan 4,6 minggu sehingga pekerjaan selesai pada minggu ke-23, kenaikan biaya dari 2.519.665.625 menjadi Rp 2.653.059.688 dengan kenaikan sebesar - 133.394.063. Dari hasil faktor-faktor keterlambatan dengan metode analisis kusioner RII dan SPSS diperoleh nilai terendah pada 68, untuk ranking tertinggi pada X5.3 (Komunikasi yang kurang baik antar bagian-bagian organisasi disetiap kontraktor) dengan nilai 86, dari hasil SPSS diperoleh hasil korelasi X terhadap Y adalah positif sehingga Variabel X berpengaruh positif terhadap Y adalah benar, hasil uji reliabilitas $X=0,742$ nilai koefisiensi determinasi 74 %, hasil uji f 3,421 dan hasil uji $t=2,108$ sehingga variabel X berpengaruh signifikan terhadap Y.

Kata kunci: *review*, keterlambatan, penerangan, jalan tol

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk membangun sebuah sarana dan prasarana dalam ketentuan waktu yang telah direncanakan. Sebuah proyek dapat diartikan sebagai upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Dalam suatu proyek konstruksi terdapat batasan yang mendasar berupa biaya yang dianggarkan serta mutu dan waktu yang harus dipenuhi, ketiga hal ini disebut dengan tiga pembatas (*triple constraint*).

Karena itu, pentingnya membuat penjadwalan waktu yang efektif dan efisien merupakan sebuah prioritas dalam perencanaan sebuah proyek konstruksi. Dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, maka penjadwalan yang bagus

dalam pembangunan sebuah proyek tentunya dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja yang dilakukan, sehingga menyebabkan sebuah proyek dapat dilakukan dengan cepat, bermutu dan *cost-efficient* (Dipohusodo)

Dalam setiap proyek pada *time schedule* yang sudah direncanakan, dan pelaksana proyek harus mengikuti *time schedule* tersebut sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek. Namun *time schedule* yang direncanakan dan praktek yang terjadi di lapangan belum tentu sama. Realita di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak dapat dipastikan akan dapat ditepati. Keterlambatan yang terjadi pada sebuah proyek dapat menghambat waktu dan menyebabkan kerugian biaya (Kusjadmikahad).

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian review yaitu jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu atau penyelesaian masalah pada kondisi yang masih berjalan atau belum selesai. Terdapat dua variabel dalam penelitian ini, diantaranya biaya pelaksanaan proyek dan waktu penyelesaian proyek. Setelah mengetahui jenis penelitian dan variabelnya, maka metodologi yang digunakan yaitu review pengendalian biaya dan waktu dengan metode kurva s dan *earned value*. dan analisis faktor-faktor keterlambatan proyek dengan metode analisis data kuesioner dengan rumus RII (*Relative Importance Index*) dan aplikasi SPSS. Proses review pada penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi komputer berupa *Microsoft Excel* (Duwi).

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah:

a. Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisisioner yang berisi tentang faktor-faktor keterlambatan proyek. Kuesioner yang digunakan dalam hal ini adalah kuesioner tertutup yakni kuesioner yang sudah disediakan jawabannya, sehingga responden tinggal memilih jawaban yang sudah tersedia. Adapun data kusioner sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Kuesioner variabel X faktor-faktor keterlambatan proyek

NO	Indikator Keterlambatan Proyek
X1	Tenaga Kerja
X1.1	Kurangnya skill tenaga kerja dilapangan
X1.2	Kurangnya jumlah tenaga kerja dilapangan
X1.3	Kurangnya kedisiplinan tenaga kerja
X1.4	Kurangnya kondisi dan keterampilan serta motivasi kerja para pekerja dilapangan
X1.5	Kelangkaan keterlambatan Pekerjaan Oleh Sub-Kontraktor
X2	Peralatan Utama
X2.1	Peralatan merupakan faktor utama dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi
X2.2	Ketersediaan peralatan utama
X2.3	Terdistribusi Stok/lokasi distribusi peralatan
X2.4	Rendahnya produktivitas peralatan utama
X2.5	Kurangnya ketersediaan operator peralatan kompetensi
X3	Peralatan Material

NO	Indikator Keterlambatan Proyek
X3.1	Ketepatan mutu material mempengaruhi mutu pekerjaan
X3.2	Ketepatan jumlah material akan mempengaruhi biaya pengeluaran pembelian material
X3.3	Ketepatan pengiriman akan mempengaruhi waktu
X3.4	Ketersediaan sumber material mempermudah kontraktor mendapatkan bahan material
X3.5	Kondisi penyimpanan material yang kurang baik akan mempengaruhi kualitas material
X4	Keuangan
X4.1	Keterlambatan pembiayaan oleh owner
X4.2	Keterlambatan pencairan dana owner dari DIPA
X4.3	Keterbatasan dana Kontraktor
X4.4	kenaikan harga bahan material
X4.5	Keterlambatan pencairan pengajuan pembayaran oleh kontraktor
X5	Metode Pelaksanaan
X5.1	Metode Pelaksanaan Pekerjaan metode yang menggambarkan penggunaan penyelesaian pekerjaan yang sistematis dari awal sampai akhir
X5.2	Penjadwalan kurang baik dari kontraktor (kalaitan kontraktor)
X5.3	Komunikasi yang kurang baik antar bagian-bagian organisasi disetiap kontraktor
X5.4	Keterlambatan pembuatan laporan dan administrasi pekerjaan
X5.5	Terdapat pekerjaan yang perlu diperbaiki/dibongkar akibat kesalahan pelaksana
X6	Kesesuaian Desain

NO	Indikator Keterlambatan Proyek
X6.1	Tidak lengkapnya identifikasi jenis pekerjaan akan memperburuk hasil pekerjaan
X6.2	Rencana urutan kerja yang tidak terusun dengan baik; terpadu akan membuat pekerjaan tidak efektif
X6.3	Penentuan durasi waktu kerja yang tidak seksama akan menimbulkan banyak pengeluaran keuangan
X6.4	Rencana kerja pemilih yang sering berubah-ubah akan menghambat proses pekerjaan
X6.5	Metode kontraktor pelaksanaan kerja yang salah atau tidak tepat akan berakibat fatal terhadap progress pekerjaan
X7	Lokasi Kegiatan
X7.1	Lokasi Pekerjaan jauh dari Jarak Sumber Material akan Mempengaruhi hasil pekerjaan
X7.2	Lokasi Pekerjaan mempengaruhi Metode urutan kerja pelaksanaan pekerjaan
X7.3	Lokasi Pekerjaan akan ketiadaan ada rambu dan petunjuk
X7.4	Ketidaklayakan atau tidak tersedianya jalur akses mempengaruhi progress
X7.5	Kesulitan Lokasi Pekerjaan mempengaruhi hasil pekerjaan

Sumber: Data Penelitian 2022

b. Data Sekunder

Data penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh sebagai berikut:

1. Biaya Aktual Proyek
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
3. Kurva S
4. Bobot Pekerjaan Proyek

Pada data-data diatas yang telah dikumpulkan dari Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu Seksi 2 A Ujung Bekasi , Jawa Barat.

2.2.2. Metode Analisis Data

a. Metode Analisis Pengendalian Biaya dan Waktu

Metode analisis yaitu kegiatan menganalisis data, dari data yang sudah diperoleh, melakukan kajian dengan cara perbandingan kurva s rencana dan realisasi serta perhitungan manual sesuai dengan rumus-rumus yang digunakan dalam penerapan earned value. Dalam perhitungan manual yang biasa dilakukan untuk menghitung nilai dari ACWP, BCWP, BCWS, serta Varians yang dihasilkan dari 3 indikator tersebut adalah varians biaya atau CV dan varians jadwal atau SV.

b. Metode Analisis Faktor-Faktor Keterlambatan Proyek

Metode analisis data faktor keterlambatan proyek menggunakan metode skala likert, metode analisis RII dan Aplikasi SPSS. Berikut penyajian analisis penerapan keterlambatan proyek yang menyebabkan keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan akibat faktor faktor variabel X pada tabel 3.1 yang kemudian diberikan penilaian dengan skala likert, dapat dilihat pada beberapa tabel sebagai berikut (Djaali.):

Tabel 2. 1 Skor Jawaban

Alternatif Jawaban	Nilai Skor
Sangat Tidak Menentukan (STM)	1
Tidak Menentukan (TM)	2
Netral/ Tidak Tahu (N)	3
Menentukan (M)	4
Sangat Menentukan (SM)	5

Sumber: Data Penelitian 2022

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah dilakukan analisis data, maka dalam pembahasan hasil analisis menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

a. Pembahasan Hasil Analisis Pengendalian Biaya dan Waktu

Dari pembahasan hasil analisis perkiraan biaya dan waktu total proyek setelah dilakukan analisis data sebagai berikut:

1. Pembahasan hasil analisis proyeksi biaya sisa dan proyeksi biaya total.
2. Pembahasan hasil analisis proyeksi sisa jadwal dan proyeksi jadwal total.

Setelah dilakukan analisis dari data-data diatas baru dilakukan pembahasan hasil analisis sehingga akan mendapatkan hasil

nilai variansi, indeks kinerja, perkiraan sisa biaya, dan waktu total proyek. Maka dari hasil tersebut, akan menghasilkan sebuah kesimpulan yang bertujuan untuk menjawab dari rumusan masalah yang ada pada penelitian ini (Ervianto):

b. Pembahasan Hasil Analisis Faktor Keterlambatan Proyek

Metode pembahasan hasil analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode pembobotan atau scoring. Setelah dilakukan analisis data maka dilakukan pembahasan hasil analisis. Dari hasil analisis diperoleh rata-rata bobot (%) dari masing-masing indikator. dan rata-rata nilai maksimal bobot (%) menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang diuji. Skor yang didapat selanjutnya akan uji validasi dengan menggunakan tabel r.

Dari hasil tabel di atas dilakukan pembahasan data dengan metode sebagai berikut :

- 1) Uji validasi hasil kusioner dengan metode RII
- 2) Uji validasi hasil faktor X dengan Y metode aplikasi SPSS
- 3) Uji Regresi

3. PEMBAHASAN

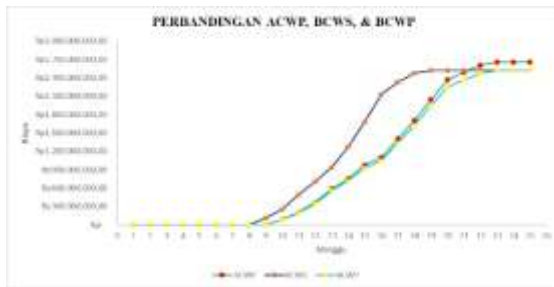
3.1. Pembahasan Hasil Analisis Metode Earned Value

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap biaya pelaksanaan Pekerjaan Penerangan Jalan Umum Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu Seksi 2A-Ujung Bekasi, Jawa Barat menunjukan biaya pekerjaan sisa melebihi anggaran. Sedangkan analisis terhadap waktu terjadi keterlambatan pekerjaan, untuk hasil pembahasan terlampir sebagai berikut:

a. Kinerja Proyek Berdasarkan Data ACWP, BCWS dan BCWP

ACWP merupakan biaya aktual yang dikeluarkan untuk mengerjakan proyek. Kemudian BCWS merupakan jumlah biaya yang dikeluarkan berdasarkan bobot pekerjaan yang telah rencanakan. Sementara BCWP merupakan jumlah biaya yang

dikeluarkan berdasarkan jumlah pekerjaan yang telah diselesaikan.



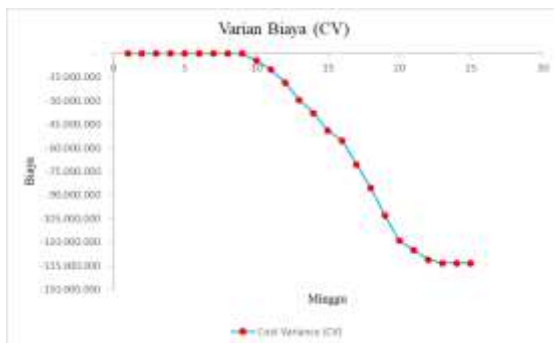
Gambar 3. 1 Perbandingan ACWP, BCWS dan BCWP

Sumber : Data Olahan

Dari perbandingan Grafik 3.1 menunjukkan bahwa nilai BCWP berada dibawah BCWS pada minggu ke-1 hingga minggu ke-25. Sementara ACWP selalu berada dibawah nilai BCWS dan di atas BCWP. Hal ini menunjukkan pekerjaan diselesaikan lebih lama pekerjaan yang telah diselesaikan mengalami keterlambatan. dan Namun biaya di atas anggaran rencana proyek.

b. Analisis Variasi Biaya (CV)

Nilai variasi jadwal (CV) dapat dilihat pada gambar berikut:



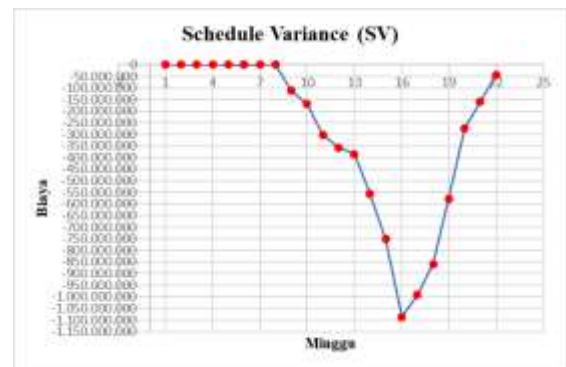
Gambar 3. 2 Analisis Variasi Biaya (CV)

Sumber : Data Olahan

Dari Gambar 3.2 hasil analisis variasi biaya menunjukkan terjadi penurunan nilai CV seiring berjalannya waktu. Hingga pada minggu terakhir penulis melakukan penelitian yaitu minggu ke-25. Indikator CV menunjukkan nilai negatif. Hal ini menunjukkan semua periode pekerjaan pada minggu ke-1 hingga minggu ke-25 lebih tinggi dari biaya rencana.

c. Analisis Variasi Jadwal (SV)

Nilai variasi jadwal (SV) dapat dilihat pada Gambar berikut:



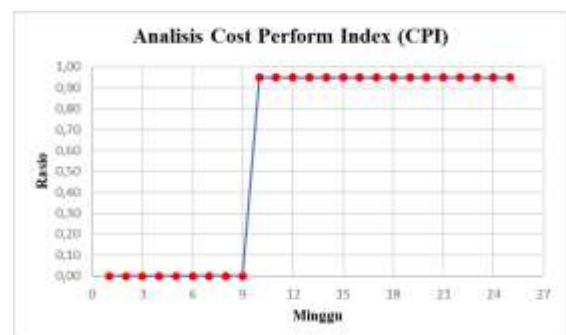
Gambar 3. 3 Analisis Variasi Jadwal

Sumber : Data Olahan

Dari Gambar 3.3 hasil analisis variasi jadwal menunjukkan variasi jadwal mulai bergerak naik dari -Rp -159.113.455 periode ke-21 hingga periode ke-22 -Rp -44.200.000.

d. Indeks produktifitas biaya (CPI)

Nilai CPI kurang dari satu menunjukkan keterlambatan jadwal dan nilai CPI lebih dari satu menunjukkan pekerjaan terealisasi lebih hemat dari anggaran proyek. Sementara nilai CPI sama dengan 1 menunjukkan kinerja biaya dengan anggaran proyek.



Gambar 3. 4 Indeks Produktifitas Biaya

Sumber : Data Olahan

e. Indeks produktifitas waktu (SPI)

Nilai SPI lebih dari satu menunjukkan pekerjaan terealisasi lebih cepat dari jadwal rencana. Sementara nilai SPI sama dengan 1 menunjukkan kinerja pekerjaan terealisasi sama dengan jadwal rencana.

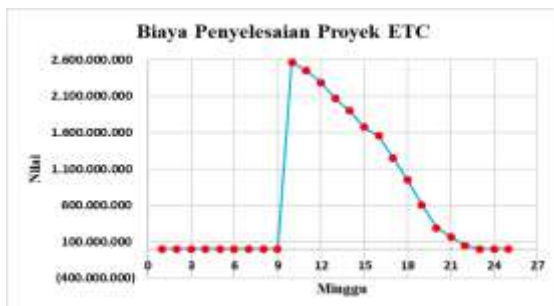


Gambar 3. 5 Indeks Produktifitas Waktu
Sumber : Data Olahan

Pada Gambar 3.5 Indeks Produktifitas Jadwal minggu ke-1 hingga minggu ke 21 menunjukkan nilai SPI berada dibawah angka 1 yang berarti indeks produktifitas pekerjaan terealisasi dikerjakan lebih lama dari jadwal rencana. Pekerjaan dapat diselesaikan pada keminggu ke-23.

f. Proyeksi biaya sisa pekerjaan ETC

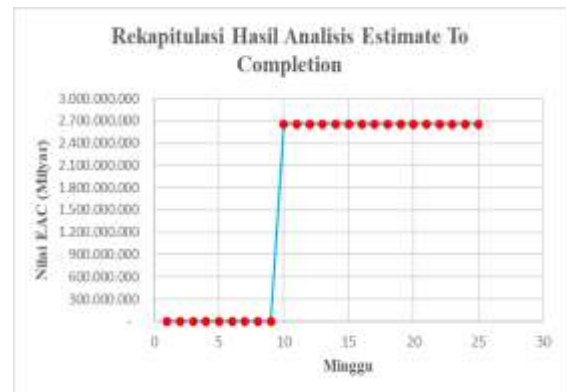
Dari hasil analisis nilai ETC pada biaya pekerjaan menunjukkan variasi perkiraan sisa biaya pekerjaan di setiap minggunya.



Gambar 3. 6 Proyeksi biaya sisa pekerjaan ETC
Sumber : Data Olahan

g. Proyeksi biaya total pekerjaan EAC

Nilai EAC lebih hemat jika nilai tersebut berada dibawah anggaran yang telah direncanakan.



Gambar 3. 7 Proyeksi biaya total pekerjaan EAC
Sumber : Data Olahan

Hasil dari analisis ETC yang di gambarkan Gambar 3.7 menunjukkan grafik kenaikan perkiraan proyek akan diselesaikan dengan biaya total pekerjaan sebesar Rp 2.653.059.688. Sehingga terjadi kenaikan biaya sebesar $Rp\ 2.653.059.688 - 2.519.665.625,00 = - 133.394.063$.

3.2. Pembahasan Hasil Analisis Kuesioner dengan Rumus RII (Relative Importance Index) dan Aplikasi SPSS

a. Pembahasan Hasil Analisis Uji Validitas Hasil Kusioner Metode RII

Tabel 3. 1 Peringkat Faktor keterlambatan

No	Kategori	Variable	RII	No	Variable	RII
1	B1. Tenaga Kerja	B1.1	77	1	B1.1	86
2		B1.2	76	2	B1.2	85
3	B2. Perawatan Utama	B2.1	84	3	B2.1	84
4		B2.4	78	4	B2.4	84
5	B3. Material	B3.3	84	5	B3.3	80
6		B3.1	80	6	B3.1	81
7	B4. Keuangan	B4.3	77	7	B4.3	81
8		B4.2	88	8	B4.2	80
9	B5. Manpower	B5.1	82	9	B5.1	80
10		B5.2	86	10	B5.2	79
11	B6. Manpower Peralaksanaan	B6.1	78	11	B6.1	78
12		B6.4	78	12	B6.4	78
13	B7. Lokasi Kegiatan	B7.1	77	13	B7.1	78
14		B7.2	78	14	B7.2	77
15	B8. Sistemasi Data	B8.1	78	15	B8.1	77
16		B8.3	77	16	B8.3	77
17	B9. Lokasi Kegiatan	B9.1	81	17	B9.1	77
18		B9.2	81	18	B9.2	79

Sumber : Data Olahan

b. Pembahasan Hasil Analisis Uji Validasi X dengan Y Aplikasi SPSS

Dari hasil analisis uji validasi X dengan Y, nilai X berpengaruh positif terhadap Y sehingga didapat hasil sebagai berikut (Duwi Priyatno):

Nilai $X1.2 = 0,53$ maka $X1.2$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X1.3 = 0,03$ maka $X1.3$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X2.3 = 0,14$ maka $X2.3$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X2.4 = 0,40$ maka $X2.4$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X3.1 = 0,11$ maka $X3.1$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X3.3 = 0,14$ maka $X3.3$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X3.5 = 0,02$ maka $X3.5$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X4.3 = 0,15$ maka $X4.3$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X4.4 = 0,08$ maka $X4.4$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X4.5 = 0,09$ maka $X4.5$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X5.1 = 0,03$ maka $X5.1$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X5.2 = 0,02$ maka $X5.2$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X5.3 = 0,17$ maka $X5.3$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X5.4 = 0,36$ maka $X5.4$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X6.1 = 0,08$ maka $X6.1$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X6.3 = 0,05$ maka $X6.3$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X6.4 = 0,10$ maka $X6.4$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X7.1 = 0,48$ maka $X7.1$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X7.2 = 0,59$ maka $X7.2$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar
 Nilai $X7.5 = 0,59$ maka $X7.5$ Berpengaruh Positif Terhadap Y Benar

c. Pembahasan Hasil Analisis Uji Realibilitas

Dari hasil analisis uji realibilitas diperoleh nilai $x = 0,742$, sehingga nilai $X = 0,742 > 0,6$ dari hasil ini variabel X dinyatakan Realibilitas.

d. Pembahasan Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Dari hasil analisis regresi linier berganda diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Koefisien Determinasi

Dari data hasil analisis regresi linier berganda diperoleh nilai R (koefisien determinasi) sebesar $0,74$ yang artinya variabel independent X terhadap nilai Y sebesar 74% .

b. Uji hasil f

Dari data hasil analisis regresi linier berganda diperoleh nilai f sebesar $3,421$. Hasil ini menunjukkan nilai $f = 3,421 >$ dari f tabel $2,996$ sehingga nilai signifikansi pengaruh x dan y membuktikan benar.

c. Uji hasil t

Dari data hasil analisis regresi linier berganda diperoleh nilai t sebesar $2,108$. Hasil ini menunjukkan nilai $t = 2,108 >$ t tabel $1,734$ sehingga nilai signifikansi pengaruh x dan y membuktikan benar.

4. KESIMPULAN

- Pekerjaan Penerangan Jalan Umum Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu Seksi 2A-Ujung Bekasi, Jawa Barat yang direncanakan selesai pada minggu ke-18 terealisasi selesai pada

minggu ke-22,60 sehingga mengalami keterlambatan $4,6$ minggu, dari hal biasa rencana anggaran sebesar Rp $2.519.665.625$ terealisasi Rp $2.653.059.688$ sehingga terjadi kenaikan biaya anggaran sebesar - $133.394.063$.

- Dari pembahasan hasil analisis kuesioner dengan Rumus RII (Relative Importance Index) dan aplikasi SPSS, di peroleh peringkat faktor keterlambatan dari tertinggi hingga terendah, sehingga faktor $X1$. Tenaga Kerja, $X2$. Peralatan Utama, $X3$. Material, $X4$. Keuangan, $X5$. Metode Pelaksanaan, $X6$. Kesesuaian Desain dan $X7$. Lokasi Kegiatan berpengaruh positif terhadap Y , hasil uji reliabilitas $X = 0,742$ nilai koefisien determinasi 74% , hasil uji $f = 3,421$ dan hasil uji $t = 2,108$ sehingga variabel X berpengaruh signifikan terhadap Y yang menjadikan faktor-faktor keterlambatan Pekerjaan Penerangan Jalan Umum Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu Seksi 2A-Ujung Bekasi, Jawa Barat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I. (1996). Manajemen proyek & Konstruksi Kanisius. Yogyakarta.
- Djaali. 2008. Skala Likert. Jakarta: Pustaka Utama.
- Duwi Priyatno. 2013. Analisis Korelasi, Regresi, dan Multivariate Dengan SPSS. Yogyakarta : Gava Media.
- Ervianto, W. I. (2002). Manajemen Proyek Konstruksi. Edisi Kedua (Edisi Revisi). Yogyakarta. Yogyakarta: Andi.
- Kusjadmikahadi (dalam Leonda, 2008) studi keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi tahun 2007 di daerah Belitung.

REVIEW BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE *EARNED VALUE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UMUM DAERAH (RSUD) KOMODO KABUPATEN MANGGARAI BARAT, NUSA TENGGARA TIMUR

Djoko Subagijo

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

Abstrak

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi memerlukan suatu manajemen yang baik agar proyek dapat mencapai suatu tujuan yang telah direncanakan. Ketepatan biaya, waktu dan mutu sangat berpengaruh terhadap keberhasilan suatu proyek. Diantara faktor – faktor yang perlu diperhatikan adalah faktor biaya dan waktu. Dari dua aspek tersebut pengendalian proyek dapat dilakukan dengan metode *Earned Value*.

Objek penelitian ini dilakukan pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Komodo Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur yang bertujuan untuk mengetahui nilai CV, SV, CPI, SPI, ETC, EAC, ETS, EAS mengetahui estimasi biaya dan waktu total pekerjaan proyek serta untuk mengetahui keuntungan atau kerugian pada proyek. Penelitian ini menggunakan data dari periode ke-1 hingga periode ke-18 dengan total durasi pekerjaan 37 periode.

Dari hasil analisis menggunakan metode *earned value* nilai CV = Rp 111.360.866 nilai (+) menunjukkan pekerjaan mengalami penghematan biaya dari anggaran yang disediakan atau direncanakan dengan nilai CPI = >1 dari pelaksanaan sedangkan nilai SV = Rp 3.196.461.991 nilai (+) menunjukkan bahwa pekerjaan berjalan lebih cepat dari jadwal yang telah direncanakan dengan nilai SPI = >1. Besarnya biaya pekerjaan tersisa diperoleh nilai ETC = Rp 56.328.504.182 dan total biaya penyelesaian proyek diperoleh nilai EAC = Rp 92.764.573.272 sedangkan nilai RAB adalah sebesar Rp 93.048.092.968 hal ini berarti pada akhir proyek diperkirakan akan terjadi keuntungan sebesar Rp 283.519.695. Dalam pekerjaan ini estimasi waktu sisa pekerjaan adalah 18 minggu dan estimasi waktu total pekerjaan adalah 36 minggu.

Kata kunci: *review*, biaya, waktu, *earned value*

1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme kegiatan atau pekerjaan yang rumit, berlapis-lapis dan saling ketergantungan satu sama lain. Selain itu, sifat pekerjaannya sangat terurai, terbagi-bagi dan terpisah-pisah sesuai karakteristik dan profesi pekerjaannya. Sehingga untuk mewujudkan keterpaduan dan integritas keseluruhan kegiatan hingga menghasilkan suatu bangunan, mutlak diperlukan upaya-upaya koordinasi dan pengendalian secara sistematis. Ketepatan waktu penyelesaian suatu proyek merupakan salah satu aspek yang dinilai pelanggan, oleh sebab itu sebaiknya perusahaan memberikan perhatian khusus pada perencanaan dan pengendalian suatu proyek agar dapat mencapai target waktu penyelesaian tanpa mengurangi kualitas dan pengerjaannya. Melalui perencanaan yang baik diharapkan waktu penyelesaian suatu proyek dapat sesuai dengan target yang diinginkan (Armaini).

Perencanaan dan pengendalian biaya serta waktu merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Selain penilaian dari segi kualitas, prestasi suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu. Biaya yang telah dikeluarkan dan waktu yang telah digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan harus diukur secara *kontinue* agar tidak terjadi penyimpangan terhadap rencana.

Dalam pelaksanaan di lapangan sangat jarang ditemui suatu proyek berjalan sesuai dengan perencanaan awal, proyek dapat terselesaikan lebih cepat, mengalami keterlambatan atau sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dalam kontrak. Suatu *item* pekerjaan yang selesai lebih cepat dari jadwal rencana belum tentu biaya yang dikeluarkan akan sesuai dengan anggaran. Jika ternyata biaya yang melebihi anggaran, maka hal ini menandakan bahwa terjadi pemakaian biaya yang tidak efisien. Hal ini dapat menyebabkan

proyek tidak dapat selesai dikarenakan kekurangan dana. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengendalian yang berorientasi pada kinerja, sehingga proyek dapat terselesaikan dengan baik.

Pengendalian pelaksanaan dengan mengevaluasi proyeksi penyelesaian memerlukan pengambilan keputusan yang tepat, penentuan sasaran dalam pencapaian standar, penetapan sebuah sistem pengelolaan manajemen yang baik dan segera. Konsep nilai hasil merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengelolaan proyek yang mengintegrasikan biaya dan waktu (Soedrajat). Berdasarkan kinerja biaya dan waktu ini, dapat diidentifikasi kinerja keseluruhan proyek maupun paket-paket pekerjaan di dalamnya dan kemudian memprediksi kinerja biaya dan waktu penyelesaian proyek. Hasil evaluasi kinerja proyek tersebut dapat digunakan sebagai peringatan awal jika terjadi ketidak efisiensi kinerja dalam penyelesaian proyek sehingga dapat dilakukan kebijakan-kebijakan manajemen dan perubahan metode pelaksanaan agar pembengkakan biaya dan keterlambatan penyelesaian proyek dapat dicegah.

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian *review* yaitu jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu atau penyelesaian masalah pada kondisi yang masih berjalan atau belum selesai. Variabel dalam penelitian ini yaitu biaya dan waktu. Untuk pengendalian biaya dan waktu yang memperhatikan kinerja proyek dengan metode *earned value*. Setelah mengetahui jenis penelitian dan variabelnya, maka pada metodologi ini yang digunakan adalah penelitian *review* pengendalian biaya dan waktu.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan data sekunder.

Data sekunder adalah metode pengambilan yang diperoleh dan dikumpulkan dalam bentuk dokumen elektronik dari kontraktor pelaksana

yang sudah ada. Data penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh sebagai berikut:

- RAB
- Kurva S
- Laporan mingguan
- Biaya aktual proyek

Pada data – data diatas yang telah dikumpulkan dari pihak kontraktor pelaksana, untuk diolah dengan melakukan review biaya dan waktu serta penyelesaian biaya dan waktu dalam pekerjaan pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Komodo.

2.2.2. Metode Analisis Data

Metode analisis yaitu kegiatan menganalisis data, dari data yang sudah diperoleh, melakukan kajian dengan teori dan data-data yang diperoleh. Analisis data ini dilakukan dengan metodologi penelitian analisis menggunakan indikator BCWS, ACWP, dan BCWP. Berdasarkan rumusan masalah yang ada, untuk menghitung dan menganalisis data.

a. Analisis Review Varian Biaya dan Varian Waktu

Pada Langkah-langkah ini akan dilakukan analisis nilai variasi dan indeks kinerja sebagai berikut:

- Dalam metode analisis ini untuk menghitung varian biaya dan varian waktu pekerjaan yang digunakan untuk mengetahui selisih antara nilai yang diperoleh setelah pekerjaan selesai dengan biaya aktual serta mengetahui selisih biaya pada pekerjaan terealisasi sesuai dengan anggaran yang direncanakan.
- Dalam metode analisis ini untuk menghitung indeks kinerja biaya dan indeks kinerja jadwal yang digunakan untuk mengetahui selisih nilai pekerjaan yang telah diselesaikan dengan biaya aktual yang sudah dikeluarkan serta mengetahui pada pekerjaan terealisasi sesuai dengan yang direncanakan.

b. Analisis Pemyelesaian Biaya dan Waktu Total Proyek

Pada Langkah-langkah ini akan dilakukan analisis perkiraan biaya dan waktu total proyek:

- Dalam metode analisis ini untuk menghitung proyeksi biaya sisa pekerjaan

biaya dan proyeksi biaya total pekerjaan yang digunakan untuk mengetahui perkiraan sisa biaya pekerjaan disetiap minggunya serta total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

- Dalam metode analisis ini untuk menghitung proyeksi waktu sisa pekerjaan dan proyeksi waktu total pekerjaan yang digunakan untuk menunjukan perkiraan sisa jadwal pekerjaan setiap minggu serta jadwal total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan (Erivianto).

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah dilakukan analisis data, maka dalam pembahasan hasil analisis menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

a. Pembahasan Hasil Analisis Review Varian Biaya dan Varian Waktu

Dari pembahasan hasil analisis nilai variasi dan indeks kinerja setelah dilakukan analisis data sebagai berikut:

- Pembahasan hasil analisis biaya yang sudah digunakan dan hasil analisis waktu rencana menunjukkan posisi kemajuan pekerjaan.
- Pembahasan hasil analisis indeks produktifitas biaya dan indeks produktifitas waktu.

b. Pembahasan Hasil Analisis Penyelesaian Biaya dan Waktu Total Proyek

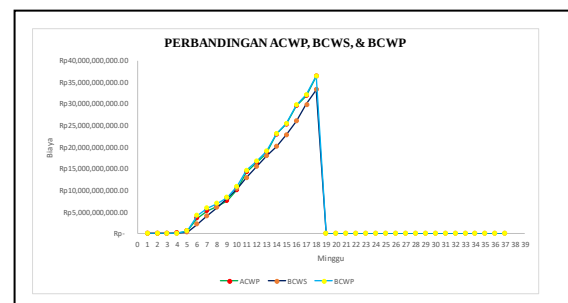
Dari pembahasan hasil analisis perkiraan biaya dan waktu total proyek setelah dilakukan analisis data sebagai berikut:

- Pembahasan hasil analisis proyeksi biaya sisa dan proyeksi biaya total.
- Pembahasan hasil analisis proyeksi sisa jadwal dan proyeksi jadwal total.

Setelah dilakukan analisis dari data-data diatas baru dilakukan pembahasan hasil analisis sehingga akan mendapatkan hasil nilai variansi, indeks kinerja, perkiraan sisa biaya, dan waktu total proyek. Maka dari hasil tersebut, akan menghasilkan sebuah kesimpulan yang bertujuan untuk menjawab dari rumusan masalah yang ada pada penelitian ini.

3. PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap biaya pelaksanaan menunjukan nilai ACWP lebih besar dari BCWP artinya biaya yang dikeluarkan lebih besar dari anggaran yang sudah ditentukan. Sedangkan analisis terhadap waktu pelaksanaan menunjukan nilai BCWP lebih besar dari BCWS artinya pelaksanaan lebih cepat dari jadwal yang direncanakan.



Gambar 3.1. Grafik perbandingan ACWP, BCWS, dan BCWP

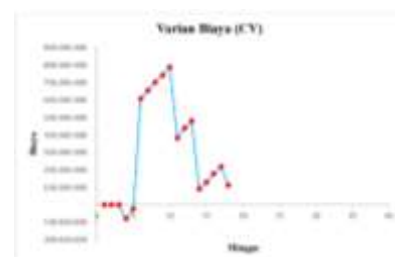
Sumber: Hasil analisis

3.1. Pembahasan Hasil analisis Review Biaya & Waktu

a. Pembahasan hasil Varian Biaya & Waktu

1) Pembahasan Hasil Review Biaya

Varian biaya merupakan selisih dari besarnya pekerjaan rencana dengan biaya aktual. Pada perhitungan nilai varian biaya menunjukan kondisi pada setiap minggunya. Nilai varian biaya sama dengan nol merupakan indikator bahwa pekerjaan terlaksana telah sesuai dengan biaya rencana. Sementara nilai positif menunjukan biaya pekerjaan lebih hemat dari biaya rencana, serta jika nilai varian biaya negatif menunjukan pekerjaan lebih boros dari pada jadwal rencana. Nilai varian biaya (CV) dapat dilihat pada grafik 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Grafik varian Biaya
Sumber: Hasil analisis

Dari gambar grafik 3.2 hasil analisis varian biaya menunjukkan terjadi kenaikan nilai CV seiring berjalannya waktu. Hingga pada minggu terakhir melakukan penelitian yaitu minggu ke-18. Indikator CV menunjukkan nilai negatif. Hal ini menunjukkan semua periode pekerjaan pada minggu ke-4 dan minggu ke-5 lebih tinggi dari biaya rencana. Nilai CV mengalami negatif pada periode ke-4 dan ke-5 disebabkan oleh kurang efektifnya tenaga pekerja.

2) Pembahasan Review Waktu

Varian jadwal merupakan selisih dari besarnya biaya pekerjaan rencana dengan biaya yang terealisasi. Pada perhitungan nilai varian jadwal menunjukkan kondisi proyek pada setiap minggunya. Nilai varian jadwal sama dengan nol merupakan indikator bahwa pekerjaan terlaksana telah sesuai dengan jadwal rencana. Sementara nilai positif menunjukkan jadwal pekerjaan lebih cepat dari jadwal rencana. Dan nilai varian jadwal negatif menunjukkan pekerjaan lebih lambat dari jadwal rencana. Nilai varian jadwal (SV) dapat dilihat pada grafik 3.3 berikut:



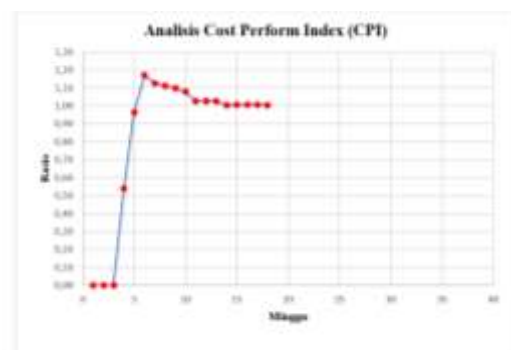
Gambar 3.3 Grafik varian jadwal
Sumber: Hasil analisis

Dari gambar grafik 3.3 hasil analisis varian jadwal menunjukkan terjadinya kenaikan nilai SV seiring berjalannya waktu. Hingga pada minggu terakhir melakukan penelitian yaitu minggu ke-18. Indikator SV menunjukkan nilai positif. Hal ini menunjukkan semua periode pekerjaan pada minggu ke-5 hingga minggu ke-18 pekerjaan lebih cepat dari jadwal rencana disebabkan oleh terjadinya perubahan metode pekerjaan dan penambahan jumlah alat kerja (Ibrahim).

b. Pembahasan Indeks Produktifitas Biaya Dan Indeks Produktifitas Waktu

1) Pembahasan Indeks produktifitas biaya

Indeks prestasi kinerja biaya (CPI) merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui indeks produktifitas biaya pada pekerjaan terealisasi apakah sesuai dengan anggaran rencana atau tidak. Nilai CPI kurang dari satu menunjukkan penyerapan anggaran lebih besar dari rencana dan nilai CPI lebih dari satu menunjukkan penyerapan sesuai atau lebih kecil dari anggaran yang direncanakan. Sementara nilai CPI sama dengan 1 menunjukkan kinerja biaya sesuai dengan anggaran.



Gambar 3.4 Grafik Indeks Produktifitas Biaya
Sumber: Hasil analisis

Dari gambar grafik 3.4 Indeks produktifitas biaya minggu ke-6 hingga minggu ke-18 menunjukkan nilai CPI diatas angka satu yang berarti indeks produktifitas biaya mengalami penurunan atau penghematan biaya dari anggaran proyek (Mukomoko).

2) Pembahasan Indeks Produktifitas Waktu

Indeks produktifitas jadwal (SPI) merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui indeks produktifitas jadwal pada pekerjaan terealisasi apakah sesuai dengan jadwal rencana atau tidak. Nilai SPI kurang dari satu menunjukkan keterlambatan jadwal dan nilai SPI lebih dari satu menunjukkan pekerjaan terealisasi lebih cepat dari jadwal rencana. Sementara nilai SPI sama dengan 1 menunjukkan kinerja pekerjaan terealisasi sama dengan jadwal rencana.



Gambar 3.5 Indeks Produktifitas Jadwal
Sumber: Hasil analisis

Dari gambar grafik 3.5 indeks produktifitas jadwal minggu ke-1 hingga minggu ke-4 menunjukkan nilai SPI dibawah angka satu yang berarti indeks produktifitas pekerjaan terealisasi dikerjakan lebih lambat dari jadwal rencana. Kemudian minggu ke-5 hingga minggu ke-18 menunjukkan nilai SPI berada diatas angka satu yang berarti indeks produktifitas pekerjaan terealisasi dikerjakan lebih cepat dari jadwal rencana. Hal ini menunjukkan jadwal pekerjaan lebih lambat di minggu ke-1 sampai minggu ke-4. Kemudian terjadi kenaikan pada minggu ke-5 hingga minggu ke-18 dengan indeks diatas angka satu. Nilai SPI pada minggu ke-1 hingga minggu ke-3 dibawah angka satu disebabkan terjadinya libur Idul Fitri 2022 dan pada minggu ke-4 pekerjaan sudah dimulai kembali dengan jumlah tenaga kerja yang terbatas pasca libur Idul Fitri 2022 (Mahendra).

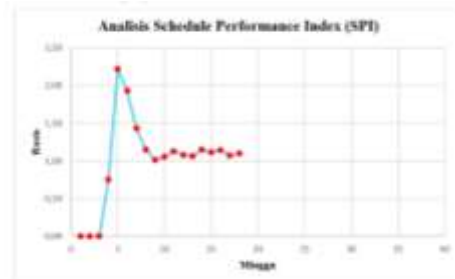
3.2. Pembahasan Indeks Produktifitas Biaya Dan Indeks Produktifitas Waktu

a. Pembahasan Indeks produktifitas biaya

Indeks prestasi kinerja biaya (CPI) merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui indeks produktifitas biaya pada pekerjaan terealisasi apakah sesuai dengan anggaran rencana atau tidak. Nilai CPI kurang dari satu menunjukkan penyerapan anggaran lebih besar dari rencana dan nilai CPI lebih dari satu menunjukkan penyerapan sesuai atau lebih kecil dari anggaran yang direncanakan. Sementara nilai CPI sama dengan 1 menunjukkan kinerja biaya sesuai dengan anggaran.

b. Pembahasan Indeks Produktifitas Waktu

Indeks produktifitas jadwal (SPI) merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui indeks produktifitas jadwal pada pekerjaan terealisasi apakah sesuai dengan jadwal rencana atau tidak. Nilai SPI kurang dari satu menunjukkan keterlambatan jadwal dan nilai SPI lebih dari satu menunjukkan pekerjaan terealisasi lebih cepat dari jadwal rencana. Sementara nilai SPI sama dengan 1 menunjukkan kinerja pekerjaan terealisasi sama dengan jadwal rencana.



Gambar 3.6 Indeks Produktifitas Jadwal
Sumber: Hasil analisis

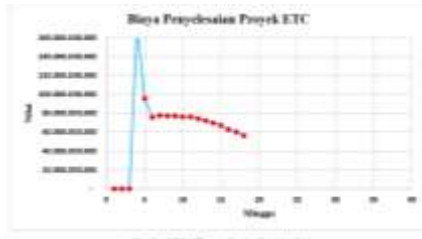
Dari gambar grafik 3.6 indeks produktifitas jadwal minggu ke-1 hingga minggu ke-4 menunjukkan nilai SPI dibawah angka satu yang berarti indeks produktifitas pekerjaan terealisasi dikerjakan lebih lambat dari jadwal rencana. Kemudian minggu ke-5 hingga minggu ke-18 menunjukkan nilai SPI berada diatas angka satu yang berarti indeks produktifitas pekerjaan terealisasi dikerjakan lebih cepat dari jadwal rencana. Hal ini menunjukkan jadwal pekerjaan lebih lambat di minggu ke-1 sampai minggu ke-4.

3.3. Pembahasan Analisis Penyelesaian Biaya dan Waktu Total Proyek

a. Pembahasan Penyelesaian Biaya Pekerjaan Tersisa & Biaya Total

1) Pembahasan Penyelesaian Biaya Pekerjaan Tersisa

Perkiraan biaya pekerjaan sisa merupakan indikator untuk menunjukkan varian perkiraan sisa biaya pekerjaan disetiap minggunya. Nilai ETC efektif harus berada diangka dimana pekerjaan terealisasi sesuai dengan anggaran pekerjaan sisa rencana. Diluar itu pekerjaan terealisasi dikatakan tidak efektif.



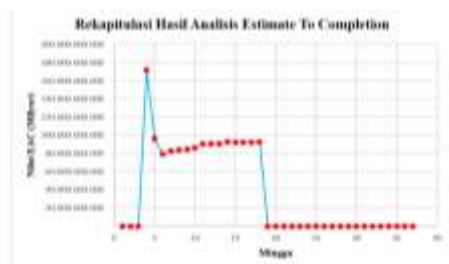
Gambar 3.7 Grafik penyelesaian biaya tersisa

Sumber: Hasil analisis

Dari gambar grafik 3.7 ETC pada minggu ke-1 hingga minggu ke-18 menunjukkan nilai ETC cenderung mengalami penurunan hingga akhir pelaporan pada periode minggu ke-18 berada diangka Rp 56.328.504.182.

2) Pembahasan Penyelesaian biaya total

Perkiraan biaya total EAC merupakan indikator untuk menunjukkan varian biaya total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek. Nilai EAC lebih hemat jika nilai tersebut berada dibawah anggaran yang telah direncanakan.



Gambar 4.8. Grafik penyelesaian biaya total

Sumber: Hasil analisis

Dari gambar grafik 4.8 EAC pada minggu ke-4 menunjukkan nilai yang sangat tinggi yaitu sebesar Rp 172.009.170.798 biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek. Sementara pada periode ke-18 memperoleh nilai Rp 92.764.573.272 yang berarti perkiraan proyek akan diselesaikan dengan biaya total pekerjaan sebesar Rp 92.764.573.272.

4. KESIMPULAN

- 1) Pada perhitungan *earned value* diperoleh nilai CV = Rp 111.360.866 nilai (+) menunjukkan pekerjaan penghematan biaya dari anggaran yang disediakan atau

direncanakan dengan nilai CPI = >1 dari pelaksanaan sedangkan nilai SV = Rp 3.196.461.991 nilai (+) menunjukkan bahwa pekerjaan berjalan lebih cepat dari jadwal yang telah direncanakan dengan nilai SPI = >1.

- 2) Besarnya biaya pekerjaan tersisa diperoleh nilai ETC = Rp 56.328.504.182 dan total biaya penyelesaian proyek diperoleh nilai EAC = Rp 92.764.573.272 sedangkan nilai RAB adalah sebesar Rp 93.048.092.968 hal ini berarti pada akhir proyek diperkirakan akan terjadi keuntungan sebesar Rp 283.519.695. Dalam pekerjaan ini estimasi waktu sisa pekerjaan adalah 18 minggu dan estimasi waktu total pekerjaan adalah 36 minggu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Armaini Akhirson Karaini, Pengantar Manajemen Proyek. Depok: Gunadarma, 1994.
- A. Soedrajat Sastraatmaja, 1984, Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan. Penerbit Nova, Bandung.
- Erivianto, W . I. 2002. Manajemen Proyek Konstruksi, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ibrahim, H.Bachtar. 1993. Rencana Dan Estimate Real Of Cost. Cetakan ke-2. Jakarta : Bumi Aksara.
- J. A. Mukomoko. 1987. Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan. Jakarta : Gaya Media Pratama.
- Mahendra Sultan Syah. (2004). Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek. Cetakan Pertama, PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

EVALUASI BIAYA DAN WAKTU PROYEK OPTIMALISASI SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) KOTA BLITAR DENGAN METODE *CRITICAL PATH METHOD* (CPM)

Udien Yulianto

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

Abstrak

Keberhasilan atau kegagalan dari suatu proyek sering kali disebabkan kurang terencanaanya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif dan tidak efisien, hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Proyek Optimalisasi SPAM Kota Blitar merupakan suatu contoh proyek yang mengalami keterlambatan penyelesaian selama 28 hari. Penulis mencoba mengevaluasi pelaksanaan proyek tersebut dengan melakukan analisis percepatan menggunakan metode penambahan jam kerja (lembur) dan menggunakan metode penambahan tenaga kerja, nantinya analisis tersebut akan berpengaruh pada waktu (durasi) dan biaya proyek.

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu Analisis Korelasi dengan membandingkan 2 metode percepatan sehingga didapatkan Biaya dan Waktu paling optimum untuk menyelesaikan proyek.

Sebelum melakukan analisis, terlebih dahulu membuat *Precedence Diagram Method* (PDM) dari kegiatan-kegiatan proyek menggunakan *software MS. Project* untuk mengetahui *Critical Path Method* (CPM) atau pekerjaan yang melalui lintasan (jalur) kritis, kemudian kegiatan pada jalur kritis akan dilakukan analisa percepatan. Hasil analisis menyebutkan bahwa dengan durasi normal proyek 315 hari membutuhkan biaya sebesar Rp.113.685.411,86; dengan percepatan penambahan jam kerja (lembur) durasi proyek dapat dipercepat 35 hari dan membutuhkan biaya sebesar Rp.183.352.612,50; dengan percepatan penambahan 20% tenaga kerja durasi proyek dapat dipercepat 45 hari dan membutuhkan biaya sebesar Rp128.365.518,23. Disarankan untuk para penyedia jasa agar lebih memilih percepatan dengan penambahan tenaga kerja dibanding percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) dikarenakan produktivitas yang menurun dan terdapat biaya tambahan lain jika melakukan penambahan jam kerja (lembur).

Kata kunci: evaluasi, optimalisasi, SPAM

1. PENDAHULUAN

Pemerintah telah menyusun rencana prioritas pembangunan Indonesia tahun 2015-2019 dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015 – 2019. RPJMN menyediakan kerangka kerja bagi rencana pembangunan jangka menengah dan bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat, mengatasi disparitas dan ketidaksetaraan. Dalam hal ini, air minum dan sanitasi menjadi salah satu sektor prioritas pembangunan. RPJMN secara spesifik mengatur target optimis untuk menurunkan kawasan kumuh dan menyediakan akses universal terhadap air dan sanitasi (Target 100-0-100), termasuk menghentikan praktek Buang Air Besar (BAB) sembarangan pada tahun 2019. RPJMN 2015 – 2019 juga telah menetapkan beberapa tingkatan layanan yang harus terpenuhi di tahun 2019 untuk akses universal terhadap air minum di perkotaan sebagai berikut (Husein):

- 60% penduduk memiliki akses terhadap air minum perpipaan dan 40% terhadap air minum non-perpipaan
- 85% penduduk perkotaan mendapatkan air minum setidaknya 100 liter per orang per hari dan 15% lainnya mendapatkan 60 liter per orang per hari; dan
- seluruh penyediaan air minum telah memenuhi standar 4K (kualitas, kuantitas, kontinuitas dan keterjangkauan)

Pemerintah Pusat melalui program *National Urban Water Supply Project* (NUWSP) mendukung pembangunan penyediaan air minum dengan pembiayaan investasi yang inovatif dan efektif. Bantuan yang disediakan untuk Pemda/Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan bantuan yang terintegrasi antara bantuan non-fisik (bantuan teknis dan peningkatan kapasitas) dan bantuan fisik berupa investasi infrastruktur yang jenis dan besarnya disesuaikan dengan kapasitas daerah dan

PDAM. Dalam hal ini Pemerintah Daerah dan PDAM Kota Blitar Provinsi Jawa Timur mendapatkan bantuan fisik berupa Optimalisasi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota Blitar, yang ada di Kota Blitar Jawa Timur.

Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen proyek. Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang ditentukan. Perubahan kondisi yang begitu cepat menuntut setiap pemimpin yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan, serta menyusun bentuk tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat dilakukan bila ada konsep perencanaan yang matang dan didasarkan pada data, informasi, kemampuan, dan pengalaman (Harianto).

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian evaluasi. Evaluasi adalah jenis kegiatan atau proses sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan dalam satu kegiatan dengan didasari data dan informasi yang lengkap tentang obyek dalam evaluasi itu, sehingga akan menghasilkan sebuah produk yang punya nilai.

Variabel dalam penelitian ini adalah biaya dan waktu pelaksanaan proyek, terutama pada kegiatan-kegiatan kritis (*Critical Path*). Metodologi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metodologi Evaluasi terhadap biaya dan waktu proyek yang mengalami keterlambatan, dengan membandingkan percepatan menggunakan metode penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah serangkaian kegiatan atau prosedur yang harus digunakan dalam melakukan sebuah penelitian. Keberhasilan sebuah penelitian tergantung bagaimana menerapkan metode yang digunakan sehingga mampu menjawab tujuan.

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data Sekunder, yaitu data yang diperoleh dari pihak lain seperti: data statistik, data hasil laboratorium/tes/uji dan lain-lain. Data Sekunder yang diperoleh untuk melakukan penelitian ini adalah:

- Data Rencana Anggaran Biaya (RAB) Addendum 2
- *Time Schedule*,
- Kurva S,
- AHSP yang digunakan oleh Penyedia Jasa.
- Jumlah Tenaga kerja

2.2.2. Metode Analisis Data

Metode analisis data adalah kegiatan menganalisis data, dari data yang telah didapatkan maka melakukan kajian dengan teori dan data-data yang sudah diperoleh. Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu Analisis Korelasi dengan membandingkan 2 metode percepatan sehingga didapatkan Biaya dan Waktu paling optimum untuk menyelesaikan proyek. Berdasarkan rumusan masalah yang ada, perhitungan yang akan dianalisis antara lain (Widhiarto):

- a. Perhitungan Jaringan Kerja
Karena data lapangan tidak mempunyai diagram jaringan kerja, baik *Critical Path Method* (CPM) atau *Precedence Diagram Method* (PDM), dimana lapangan hanya memiliki *time schedule* berupa diagram batang (*bar-chart*) dan kurva-S. Langkah awal yang dilakukan perhitungan jaringan berupa PDM menggunakan aplikasi *Ms. Project* 2013 sehingga didapat pekerjaan-pekerjaan pada lintasan kritis.
- b. Perhitungan Percepatan Pekerjaan
Pekerjaan yang masuk dalam lintasan kritis dilakukan perhitungan percepatan dengan menggunakan dua alternatif yaitu penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam dan penambahan tenaga kerja.
- c. Melakukan Analisis Biaya yang Paling Optimum
Dari dua alternatif perhitungan tersebut maka akan diperoleh percepatan waktu suatu proyek dan biaya seoptimal mungkin.

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Metode pembahasan hasil analisis pada penelitian ini yaitu dengan membandingkan Biaya dan Waktu yang paling optimum ketika dilakukan percepatan pekerjaan baik dengan metode penambahan jam kerja (lembur) ataupun dengan metode penambahan tenaga kerja.

Setelah didapatkan Biaya dan Waktu percepatan yang paling optimum dari kedua metode percepatan tersebut, selanjutnya adalah merekomendasikan metode percepatan tersebut kepada pihak penyedia jasa untuk dilakukan percepatan pada proyek yang akan datang dan juga sebagai referensi penelitian dibidang akademis.

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1. Analisis Jaringan Kerja *Critical Path Method* (CPM)

Langkah awal dalam menyelesaikan masalah adalah membuat jaringan kerja berupa PDM dengan durasi normal berdasarkan *time schedule* yang dibuat pihak Pelaksana, sehingga diperoleh waktu penyelesaian proyek. PDM dibuat untuk menunjukkan keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan lainnya, secara lebih jelas (Soeharto).

Durasi normal adalah 8 jam/hari senin-minggu, pekerjaan dimulai dari pukul 08.00 – 12.00 kemudian dilanjutkan lagi pukul 13.00 – 17.00.

Durasi normal diperkirakan berdasarkan *time schedule* yang dibuat oleh pihak Pelaksana. Secara umum, pekerjaan proyek yang dilakukan terdapat dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Durasi Normal Proyek

No.	Pekerjaan	Durasi (Minggu)	Durasi (Hari)
A Pekerjaan Persiapan			
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	2	14
2	Survey, Pengukuran dan Utsat	2	14
3	Penyediaan Kebutuhan SMC3	32	224
B Perbaikan Teknis			
4	Pekerjaan dan Pemasangan <i>Sealed Gate Valve Baseline (Zonasi)</i>	8	56
5	Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan <i>Watermeter + Logger</i>	8	56
6	Pembuatan Unit Removal Fe dan Mn	40	280
7	Penanganan Zona Pakunden	38	266
8	Penanganan Zona Soekarno Atas	31	217
9	Penanganan Zona Cut Nyak Dien	34	238
10	Penanganan Zona Kalimantan	35	245

(Sumber: Time Schedule pihak Pelaksana)

Dari hasil analisa jaringan kerja PDM tersebut diperoleh waktu penyelesaian proyek

dalam kondisi normal adalah 315 hari. Selanjutnya diperoleh juga kegiatan-kegiatan kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*Critical Path*).

Kegiatan-kegiatan kritis tersebut adalah kegiatan yang akan dilakukan analisis percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja adalah kegiatan Berikut adalah rekapitulasi pekerjaan yang membentuk lintasan kritis (*Critical Path*) ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut (SNI 7394:2008):

Tabel 3.2 Pekerjaan yang akan dilakukan Percepatan

No.	Kode Pek.	Pekerjaan	Durasi (Hari)
1	59	Penanganan Zona Pakunden	
2	64	Ground Reservoir Kampar 300 m ³	
3	66	Pekerjaan Tanah	21
4	67	Pekerjaan Beton dan Pasang	84
5	68	Pekerjaan Perpipaan	42
6	69	Pekerjaan Box Outlet (<i>Watermeter</i>)	28
7	70	Pekerjaan <i>Finishing</i>	56
8	71	Pekerjaan Rumah Jaga dan Pagar Kawasan	
9	72	Pekerjaan Rumah Jaga Zona Kampar	56
10	108	Penanganan Zona Kalimantan	
11	109	Pembuatan Ground Reservoir Kap. 300 m ³	
12	110	Pekerjaan Persiapan	7
13	111	Pekerjaan Tanah	21
Total Durasi Normal Proyek			315

(Sumber: Hasil analisis jaringan kerja via MS Project 2013)

3.1.2. Analisis Jumlah dan Harga Pekerja pada Durasi Normal Proyek

Contoh perhitungan jumlah pekerja per hari untuk kegiatan **Pekerjaan Tanah** pada Ground Reservoir Zona Pakunden-Kampar

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN					
Pekerjaan : Optimalisasi SPAM Kota Blitar Lokasi : Kota Blitar Pengantar Jasa : Satuan Kerja Pelaksanaan Prasarana Perumahan Wilayah II Jawa Timur Tahun Anggaran : 2020 - 2021					
NO.	URAIAN	KODE	VOLUME	SATUAN	HARGA
					Jumlah (Rp)
3	Pekerjaan Galian Tanah Baseline 1 m	A.3.3.1.3.			
	Polaca		0,718	m ³	81.300,00
	Hasir		10,418	m ³	20.000,00
	Jumlah Tenaga Kerja				51.225,00
	Jumlah Bahan, Alat dan Tenaga				51.225,00
	Overhead + Profit 15%				7.683,75
	Jumlah Total Upah				58.908,75

Gambar 3.1 AHSP Pekerjaan Galian Tanah
(Sumber: AHSP yang digunakan Penyedia Jasa)

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

Dari hasil analisa jaringan kerja pada proyek Optimalisasi SPAM Kota Blitar terdapat total 118 item pekerjaan yang telah diinput oleh

penulis kedalam aplikasi *MS. Project 2013* dan terdapat 13 pekerjaan yang melintasi jalur kritis CPM (*Critical Path Method*) yang dilambangkan dengan warna merah. Untuk lebih detailnya terkait jaringan kerja PDM (*Precedence Diagram Method*) yang membentuk lintasan kritis CPM (*Critical Path Method*).

Rekapitulasi Biaya dan Waktu untuk durasi Normal Proyek, durasi Percepatan dengan metode Penambahan Tenaga Kerja (Lembur), dan durasi dengan metode Penambahan Tenaga Kerja digambarkan dalam bentuk Grafik dan Tabel 3.3. berikut.



Gambar 3.2 Grafik Waktu Pelaksanaan Proyek
Sumber: Data Olahan



Gambar 3.3 Grafik Biaya Pelaksanaan Proyek
Sumber: Data Olahan

Tabel 3.4 Rekapitulasi Perhitungan Biaya dan Waktu pada Lintasa Kritis

No.	Uraian Kegiatan	Pekerjaan	Normal		Lembur		Tambahan Tenaga Kerja	
			Waktu (hari)	Biaya (Rp)	Waktu (hari)	Biaya (Rp)	Waktu (hari)	Biaya (Rp)
1	100	Persiapan Site Pekerjaan	1	0	1	0	1	0
2	101	Landas Basah/ Rata-rata 200 m²	1	0	1	0	1	0
3	102	Pekerjaan Tanah	23	0	23	0	23	0
4	103	Pekerjaan Beton dan Pasangan	84	0	84	0	84	0
5	104	Pekerjaan Pengaspasan	42	0	42	0	42	0
6	105	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
7	106	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
8	107	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
9	108	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
10	109	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
11	110	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
12	111	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
13	112	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
14	113	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
15	114	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
16	115	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
17	116	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
18	117	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
19	118	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
20	119	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
21	120	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
22	121	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
23	122	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
24	123	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
25	124	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
26	125	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
27	126	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
28	127	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
29	128	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
30	129	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
31	130	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
32	131	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
33	132	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
34	133	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
35	134	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
36	135	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
37	136	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
38	137	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
39	138	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
40	139	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
41	140	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
42	141	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
43	142	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
44	143	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
45	144	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
46	145	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
47	146	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
48	147	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
49	148	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
50	149	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
51	150	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
52	151	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
53	152	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
54	153	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
55	154	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
56	155	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
57	156	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
58	157	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
59	158	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
60	159	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
61	160	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
62	161	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
63	162	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
64	163	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
65	164	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
66	165	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
67	166	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
68	167	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
69	168	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
70	169	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
71	170	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
72	171	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
73	172	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
74	173	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
75	174	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
76	175	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
77	176	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
78	177	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
79	178	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
80	179	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
81	180	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
82	181	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
83	182	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
84	183	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
85	184	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
86	185	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
87	186	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
88	187	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
89	188	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
90	189	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
91	190	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
92	191	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
93	192	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
94	193	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
95	194	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
96	195	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
97	196	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
98	197	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
99	198	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
100	199	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
101	200	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
102	201	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
103	202	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
104	203	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
105	204	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
106	205	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
107	206	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
108	207	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
109	208	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
110	209	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
111	210	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
112	211	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
113	212	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
114	213	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
115	214	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
116	215	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
117	216	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
118	217	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
119	218	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
120	219	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
121	220	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
122	221	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
123	222	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
124	223	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
125	224	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
126	225	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
127	226	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
128	227	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
129	228	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
130	229	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
131	230	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
132	231	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
133	232	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
134	233	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
135	234	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
136	235	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
137	236	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
138	237	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
139	238	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
140	239	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
141	240	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
142	241	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
143	242	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
144	243	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
145	244	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
146	245	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
147	246	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
148	247	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
149	248	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
150	249	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
151	250	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
152	251	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
153	252	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
154	253	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
155	254	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
156	255	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
157	256	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
158	257	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
159	258	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
160	259	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
161	260	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
162	261	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
163	262	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
164	263	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
165	264	Pekerjaan Pasang Plat (Kawatbeton)	18	0	18	0	18	0
166	26							

dengan metode Penambahan Tenaga Kerja lebih efektif dan optimal daripada percepatan dengan metode Penambahan Jam Kerja (Lembur). Dalam kondisi lapangan Penambahan Jam Kerja (Lembur) juga kurang efektif dikarenakan produktifitas tenaga kerja yang menurun jika bekerja selama lebih dari 8 jam kerja, juga harus mempertimbangkan biaya tidak langsung seperti biaya listrik, penerangan, konsumsi dan lain-lain.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Husein, A. (2009). *Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, Dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: ANDI.
- Harianto, (2003). *Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Metode Trade Off* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Soeharto. (1995). *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Widhiarto, H., & Nugroho, M. W. (2014, July). *Evaluasi Proyek Rehabilitasi Pembangunan Gedung Di Tinjau Berdasarkan Waktu Dan Biaya Pengerjaan. Extrapolasi Jurnal Teknik Sipil Untag, VII*, 73-82.
- SNI 7394:2008 *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah Untuk Konstruksi Bangunan dan Perumahan*. BSN, Jakarta.

EVALUASI FASILITAS PENYEBERANGAN JALAN DI RUAS JALAN JENDERAL SUDIRMAN SOKARAJA KABUPATEN BANYUMAS

Yudi Setiawan

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

Abstrak

Kawasan pusat pertokoan dan sekolah merupakan kawasan yang akan banyak menimbulkan tumbuhnya pejalan kaki. Hasil pengamatan survei pada kawasan *mix landuse* pada Kecamatan Sokaraja terdapat fasilitas penyeberangan jalan yang terletak tepat di depan sekolah yaitu SMPN 1 Sokaraja. Fasilitas penyeberangan jalan tersebut adalah *zebra cross*. Pada jam sibuk sekolah kawasan ini banyak muncul masalah lalu lintas. Tingginya volume kendaraan dan kecepatan kendaraan pada ruas jalan tersebut dapat menimbulkan akibat risiko bagi penyeberang jalan. Dalam penelitian ini evaluasi fasilitas penyeberang jalan perlu dilakukan untuk meningkatkan keselamatan pejalan kaki terutama bagi pelajar SMPN 1 Sokaraja.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan hitungan PV^2 dimana tujuan dari penelitian ini adalah akan memberikan hasil rekomendasi terhadap hasil evaluasi kebutuhan fasilitas penyeberangan jalan di kawasan tersebut. Dalam penelitian ini juga mengkaji mengenai kapasitas ruas jalan dan tingkat pelayanan jalan yang mana nantinya akan diprediksi kapasitas jalan selama 5 tahun ke depan setelah diadakannya rekomendasi.

Hasil dari penelitian tersebut direkomendasikan untuk diterapkan *Pelican Crossing* pada kawasan SMPN 1 Sokaraja. Tingkat pelayanan ruas Jalan Jenderal Sudirman adalah B dengan kecepatan lalu lintas 48 km/jam dari arah Purbalingga – Purwokerto dan 58 km/jam dari arah Purwokerto – Purbalingga. Volume penyeberang jalan 429 orang/jam pada jam sibuk pagi dengan kecepatan rata-rata 13,4 detik.

Kata kunci : *evaluasi, penyeberangan, ruas jalan, sokaraja*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan pejalan kaki sebagai salah satu bagian dari sistem transportasi, oleh karena itu perlu dibuatkan fasilitas yang baik. Menurut HCM (*Highway Capacity Manual*, 2000), fasilitas penyeberangan adalah suatu fasilitas pejalan kaki di jalan untuk mengkonsentrasikan pejalan kaki yang menyeberang. Setiap pejalan kaki yang menyeberang pada fasilitas penyeberangan ini memperoleh prioritas beberapa saat untuk berjalan lebih dahulu. Namun, semakin banyak dan semakin cepat kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan yang padat dan ramai maka akan semakin sulit pula pejalan kaki melakukan kegiatan menyeberang jalan (*Global Road*).

Kabupaten Banyumas merupakan salah satu wilayah terluas di provinsi Jawa Tengah. Ruas Jalan Jend. Sudirman, Kecamatan Sokaraja, Kabupaten Banyumas merupakan jalan kolektor yang berkecepatan tinggi di atas 60 km/jam. Pada ruas jalan tersebut terdapat kawasan pendidikan dan kawasan komersil yaitu SMPN 1 Sokaraja dan beberapa pusat

oleh-oleh. Pada kondisi nyatanya, banyak kendaraan baik angkutan maupun bus yang melewati ruas jalan tersebut menaik turunkan penumpang di ruas jalan tersebut dan hampir seluruh siswa SMPN 1 Sokaraja menggunakan moda angkutan umum yang pada akhirnya siswa dan masyarakat akan melakukan kegiatan menyeberang.

Maka dalam penelitian tersebut diusulkan fasilitas penyeberangan dengan pelindung diusulkan dengan menggunakan pulau pelindung dengan dilengkapi lampu isyarat karena mengingat jalan Prof. Sudarto, SH Kota Semarang adalah jalan dua arah dengan dua lajur. Untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan bagi pejalan kaki khususnya pada ruas Jalan Jenderal Sudirman, Kecamatan Sokaraja, Kabupaten Banyumas khususnya fasilitas penyeberangan pejalan kaki, maka perlu dilakukan penelitian mengenai Evaluasi fasilitas penyeberangan jalan di Ruas Jalan Jenderal Sudirman Sokaraja Kabupaten Banyumas (Insan).

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah Jenis Penelitian Evaluasi. Penelitian Evaluasi disebut juga dengan Penelitian Evaluatif. Penelitian Evaluasi dapat diartikan suatu proses yang dilakukan dalam rangka menentukan kebijakan dengan terlebih dahulu mempertimbangkan nilai-nilai positif dan keuntungan suatu program, serta mempertimbangkan proses serta teknik yang telah digunakan untuk melakukan suatu penelitian. Penelitian Evaluatif merupakan suatu desain dan prosedur evaluasi dalam pengumpulan dan menganalisis data secara sistematis untuk menentukan nilai atau manfaat (*worth*) dari suatu praktik (pendidikan). Nilai atau manfaat dari suatu praktik pendidikan didasarkan atas hasil pengukuran dan pengumpulan data dengan menggunakan standar atau kriteria tertentu yang digunakan secara absolut ataupun relative. Sedangkan evaluasi adalah sebuah kegiatan pengumpulan data atau informasi, untuk dibandingkan dengan kriteria, kemudian diambil kesimpulan. Kesimpulan inilah yang disebut sebagai hasil evaluasi jadi Penelitian Evaluasi prinsipnya untuk mengambil keputusan dengan membandingkan data atau informasi yang dikumpulkan terhadap kriteria, standar, atau tolak ukur yang digunakan sebagai pembandingan bagi data yang diperoleh.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengumpulan data primer melalui survei/observasi langsung di lapangan. Proses pengumpulan data merupakan cara yang digunakan peneliti untuk mendapatkan data dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif. Data yang didapat dari hasil survei di lokasi studi.

a. Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data lapangan yang didapatkan melalui proses pengamatan dan pengukuran langsung terhadap bahan kajian di lapangan. Adapun metode survei yang dilakukan adalah sebagai berikut (Departemen Pekerjaan Umum):

- Survei Volume Lalu Lintas
Dilakukan untuk memperoleh data yang akurat mengenai jumlah pergerakan kendaraan atau pejalan kaki dalam atau melalui suatu daerah, atau pada titik – titik yang dipilih pada daerah – daerah tersebut melalui sistem jalan raya. Survei volume lalu lintas harian rata-rata kendaraan (LHR) dan pejalan kaki dilakukan di Ruas Jalan Jenderal Sudirman, Sokaraja Banyumas. LHR dan pejalan kaki yang dihitung yaitu gerak kendaraan sepanjang ruas jalan tersebut dengan mengelompokkan per jenis kendaraan. Perhitungan LHR dan pejalan kaki dapat dilakukan menggunakan kamera video sebagai alat bantu dalam merekam data kondisi jalan. Hal ini dilakukan demi menghindari terjadinya kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi pada saat pengambilan data.
- Survei Volume Penyeberang Jalan
Dilakukan untuk memperoleh data jumlah pergerakan penyeberang jalan yang melakukan kegiatan menyeberang.
- Survei Kecepatan Sesaat Kendaraan
Dilakukan untuk mendapatkan kecepatan tiap kendaraan yang melewati lokasi jalan yang ditentukan. Survei ini dilakukan dengan menggunakan alat pengukur kecepatan berupa *speed gun* dan dilakukan pada jam sibuk sekolah pagi, siang atau sore dengan rencana waktu pelaksanaan penelitian.
- Survei Kecepatan Menyeberang Pejalan Kaki
Dilakukan dengan cara mengamati pejalan kaki yang sedang menyeberang dan kemudian ditulis pada formulir terkait waktu tempuh selama menyeberang ruas jalan.
- Survei Inventarisasi Jalan
Dilakukan untuk mengetahui dimensi, kondisi sarana dan prasarana serta geometrik jalan. Survei ini dilakukan pada saat keadaan sangat sepi sehingga tidak mengganggu lalu lintas dan menjamin keamanan surveyor dari kecelakaan. Pada pengukuran panjang ruas diukur hingga persimpangan terdekat baik bersinyal maupun tidak bersinyal.

2.2.2. Metode Analisis Data

Setelah data-data yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian ini sudah terkumpul semua, maka data-data tersebut akan dianalisis menggunakan *software Microsoft excel* untuk menghitung perhitungan matematis dalam penelitian ini seperti : perhitungan jumlah pejalan kaki, kecepatan pejalan kaki, volume lalu lintas. Selain itu, *software auto cad* dan *sketchup* digunakan untuk menggambarkan penampang lokasi ruas yang diteliti maupun direkomendasikan (MKJI).

Penanganan masalah yang ada. Adapun penjelasan lebih lanjut mengenai proses pelaksanaan analisis data sebagai berikut :

- a. Data Volume Lalu Lintas
Dilakukan dengan cara mengamati lalu lintas pada lokasi penelitian dan kemudian ditulis formulir pengamatan volume lalu lintas. Survei dilakukan ketika peak hour dan ketika waktu datang dan pulang sekolah yaitu pada pukul 06.00 – 08.00 WIB, 11.00 – 13.00 WIB, dan 14.00 – 16.00 WIB.
- b. Data Kecepatan Sesaat Kendaraan
Dilakukan dengan cara menghitung waktu tempuh kendaraan dalam 100 m dengan mengambil beberapa sample kendaraan per jenis kendaraan per jam. Hasilnya dicantumkan dalam formulir pengamatan dianalisis menggunakan persentil 85 guna untuk mengetahui kecepatan sesaat kendaraan yang melintasi kawasan tersebut.
- c. Data Kecepatan Menyeberang Pejalan Kaki
Dilakukan dengan cara menghitung waktu tempuh ketika penyeberang jalan menyeberangi suatu ruas jalan menggunakan alat stopwatch yang kemudian hasilnya ditulis pada formulir pengamatan. Penghitungan menggunakan beberapa sampel penyeberang jalan saja per jam.
- d. Data Pemilihan Fasilitas penyeberangan
Metode umum untuk mengidentifikasi permasalahan – permasalahan yang mungkin terjadi adalah melalui pengukuran konflik kendaraan dengan pejalan kaki, baik PV maupun PV^2 . Dimana P adalah volume pejalan kaki yang menyeberangi

jalan pada Panjang 100 meter, sedangkan V adalah volume kendaraan perjam pada jalan dua arah yang tidak terbagi.

- e. Data Inventaris Ruas Jalan
Survei inventaris Jalan dilakukan pada ruas Jalan Jenderal Sudirman, Sokaraja Banyumas sepanjang 235,6 m. Survei ini dilakukan untuk mengetahui kondisi pada lokasi penelitian.

2.2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah didapatkan analisis data maka langkah selanjutnya adalah menentukan alternatif solusi yang memungkinkan untuk memecahkan permasalahan yang ada diantaranya :

- a. Evaluasi fasilitas pejalan kaki dengan kondisi eksisting pada ruas Jalan Jenderal Sudirman Sokaraja Kabupaten Banyumas
- b. Rekomendasi tipe dan desain fasilitas pejalan kaki di ruas Jalan Jenderal Sudirman Sokaraja Kabupaten Banyumas.

3. PEMBAHASAN

3.1. Evaluasi Fasilitas Penyeberangan Jalan

Untuk menentukan fasilitas penyeberangan adalah menggunakan perhitungan PV^2 . Pada lokasi penelitian terdapat *zebra cross* dengan petugas pengatur arus penyeberangan pada saat jam sibuk sekolah. Pemasangan fasilitas penyeberangan diperlukan adanya evaluasi apakah fasilitas tersebut sudah sesuai dengan kondisi lapangan atau belum dan menimbulkan masalah lainnya. Dengan begitu akan didapatkan sebuah rekomendasi untuk mengatasi masalah – masalah tersebut. Berikut merupakan perhitungan rekomendasi fasilitas penyeberangan pejalan kaki di ruas Jalan Jenderal Sudirman tepatnya di depan SMPN 1 Sokaraja Kabupaten Banyumas.

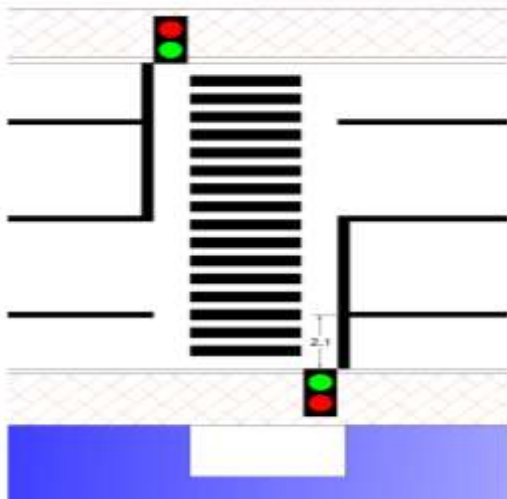
Tabel 3.1 Penentuan Fasilitas Penyeberangan

Waktu	P ¹ (orang/jam)	Q ¹ (kend/jam)	N ¹	PV ¹	Tertinggi
06.00 – 07.00	228	1632	2663424	1.142.008.896	X
07.00 – 08.00	99	1627	2647128	211.770.320	X
11.00 – 12.00	90	1496	2200196	130.383.564	
12.00 – 13.00	95	1651	2725801	128.112.647	
14.00 – 15.00	101	1496	2238016	347.176.768	X
15.00 – 16.00	96	1779	3164841	269.011.483	X
	Nilai 4P	Nilai 4V	Fasilitas		
Total	522	6514	Pelican crossing dengan lapak tunggu		
Rata-rata	130,5	1633,5			
PV ¹	349525001,3		3 x 10 ⁶		

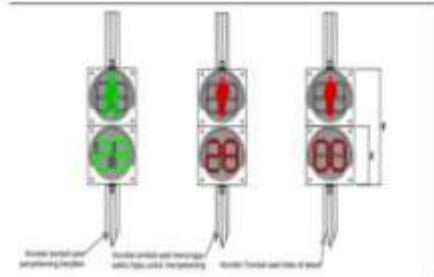
Perhitungan pada lokasi penyeberangan pejalan kaki di ruas Jalan Jenderal Sudirman Sokaraja, hasil pengamatan lapangan arus pejalan kaki menyeberang pada jam sibuk pagi yaitu jam 06.00-07.00 yaitu 228 orang/jam, jam 07.00-08.00 yaitu 99 dan jam sibuk sore pada jam 14.00-15.00 yaitu 101 orang/jam, jam 15.00-16.00 yaitu 96 orang/jam dan arus lalu lintas pada jam sibuk pagi jam 06.00-07.00 yaitu 1632 kend/jam, jam 07.00-08.00 yaitu 1627 kend/jam sedangkan pada jam sibuk sore jam 14.00-15.00 yaitu 1496 kend/jam, jam 15.00-16.00 yaitu 1779 kend/jam. Dengan demikian perhitungan dari arus pejalan kaki menyeberang 50-1100 orang/jam dan arus kendaraan >500 kend/jam maka rekomendasi fasilitas penyeberangan berupa *Pelican Crossing* (Peraturan Pemerintah Nomor 32 tahun 2011).

3.2. Rekomendasi Tipe dan Desain *Pelican Crossing* (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 03/PRT/M/2014).

1. Pemasangan *Pelican Crossing*

Gambar 3.1 Penempatan *Pelican Crossing*
Sumber: data olahanGambar 3.2 Visualisasi Rekomendasi Penempatan
Pelican Crossing
Sumber: Data Olahan

- 1) *Pelican crossing* dipasang dengan jarak paling dekat 60 cm dari tepi badan dengan lampiran RPD Juknis Perlengkapan Jalan.

Gambar 3.3 Lampu *Pelican Crossing*
Sumber: Data Olahan

- 2) *Pelican Crossing* dipasang ada 2 (dua) buah yaitu pada sisi kanan jalan dan sisi kiri jalan. kedua lampu dipasang pada kotakan dengan ukuran panjang 60 cm dengan diameter masing-masing lampu 20 cm.
- 3) Patok pengaman diletakkan 50 cm dari tiang alat pemberi isyarat lalu lintas atau rumah perangkat kendali alat pemberi isyarat lalu lintas dengan sedemikian rupa sehingga tiang alat pemberi isyarat lalu lintas aman dari kendaraan yang oleh sebab itu keluar dari jalur kendaraan dan jumlah patok pengaman paling sedikit 3 (tiga) buah untuk setiap alat pemberi isyarat lalu lintas maupun rumah perangkat kendali alat pemberi isyarat lalu lintas.
- 4) Durasi Lampu *Pelican Crossing*
Pada perencanaan durasi lampu *pelican crossing* yang dihitung hanya pada periode 4, sementara untuk periode 1 dipakai waktu standar dari buku *The Design of Pedestrian*

Crossings (Departement For Transport Of United Kingdom, 1995) yaitu sebesar 7 detik.

$$PT = \frac{L}{1,2} + 1,7 \left(\frac{N}{N-1} \right)$$

Dengan :

- PT = Waktu hijau minimum bagi pejalan kaki (detik)
 L = Panjang bidang penyeberangan (meter)
 N = Volume pejalan kaki (pejalan kaki/siklus)
 W = Lebar bidang penyeberangan (meter), min 2,5 meter

4. KESIMPULAN

- a. Volume lalu lintas ruas Jalan Jenderal Sudirman Sokaraja pada jam 06.00 – 08.00 adalah 1904 smp/jam sedangkan pada jam 14.00 – 16.00 adalah 1871 smp/jam. Sehingga menghasilkan analisis tingkat pelayanan jalan ruas tersebut adalah B. volume penyeberangan jalan tertinggi pada pada jam sibuk pagi 06.00 – 07.00 adalah 429 orang/jam dan jam sibuk sore terjadi pada jam 14.00 – 15.00 adalah 173 orang/jam. Rata-rata kecepatan menyeberang pejalan kaki adalah 16,4 detik. hasil kecepatan lalu lintas dianalisis menggunakan persentil 85. Arah Purbalingga – Purwokerto 85% kendaraan yang melewati jalan tersebut memiliki kecepatan 48 km/jam sedangkan 85% kendaraan yang melewati jalan dari arah Purwokerto – Purbalingga adalah 58 km/jam. Dari hasil analisis kebutuhan fasilitas penyeberangan diperoleh kesimpulan bahwa ruas Jalan Jenderal Sudirman kawasan SMPN 1 Sokaraja membutuhkan *Pelican Crossing* sebagai fasilitas penyeberangan
- b. Spesifikasi pelican crossing dalam PM 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi ISYARAT Lalu Lintas dan RPD Juknis Perlengkapan Jalan, yaitu ditempatkan 60 cm dari tepi badan jalan. tinggi tiang pelican crossing 365 cm dan tinggi tombol permintaan 150 cm. Berdasarkan perhitungan pelican crossing bahwa waktu siklus yang dibutuhkan adalah 21 detik

untuk menyebrang jalan dan penambahan beberapa fasilitas perlengkapan jalan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1995. *Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawan Perkotaan*.
- Global Road Safety Partnership Indonesia. 2015. Keselamatan Pejalan Kaki: *Manual Keselamatan Jalan bagi Pengambil Keputusan dan Praktisi*
- Insan Pranata, Genta. 2017. *Evaluasi Efektivitas dan Kelayakan Teknis Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) di CBD Kota Bandar Lampung. Lampung*
- Republik Indonesia. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 03/PRT/M/2014 *Tentang Pedoman Perencanaan, Penyediaan, Dan Pemantaatan Prasarana Dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki Di Kawasan Perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2011. Peraturan Pemerintah Nomor 32 tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa. *Analisis Dampak serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas*. Jakarta

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PEMESANAN JASA DOKUMENTASI BERBASIS WEBSITE PADA LUQEFOTO STUDIO

Aji Nurrohman

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

Abstrak

Luqefoto Studio selama ini melakukan pemasaran jasa dokumentasinya hanya mengandalkan media sosial seperti *WhatsApp* dan *Instagram*. Konsumen yang ingin mengetahui harga paket jasa maupun jadwal pemesanan foto biasanya datang secara langsung ke studio. Oleh karenanya dibutuhkan rancangan sistem pemesanan jasa dokumentasi berbasis *website* pada Luqefoto Studio. Bertujuan untuk memudahkan konsumen untuk mengakses informasi seputar produk jasa yang di tawarkan. Melalui observasi nantinya dilakukan pengamatan, pengumpulan data, dan pencatatan dengan sistematis mengenai Luqefoto Studio. Sistem baru yang akan berjalan yaitu konsumen mengunjungi *website* Luqefoto Studio, *website* akan menampilkan paket foto yang ditawarkan, konsumen yang ingin melakukan pemesanan foto harus login terlebih dahulu. Diharapkan aplikasi pemesanan Luqefoto Studio memberikan kemudahan bagi konsumen untuk mengetahui jasa dan layanan yang ditawarkan Luqefoto Studio, mempermudah dalam melakukan pemesanan dan mempermudah melakukan pembayaran. Metode pembuatan penelitian ini yaitu menggunakan pengembangan perangkat lunak *waterfall* dan pemodelan *Unified Modelling Language (UML)* yang menggunakan *Microsoft Visual Studio Code* dengan bahasa pemrograman *PHP* dan *JavaScript* dengan *database MySQL*. Teknik pengumpulan data dengan observasi dan wawancara. Berdasarkan hasil yang telah diujikan oleh sistem dengan menggunakan *testing black box* secara manual telah sesuai. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah sistem informasi berbasis *website* yang dapat menampung berbagai informasi berkaitan dengan Luqefoto Studio sehingga dapat dengan mudah diakses oleh *client*. Pada perancangan sistem informasi pemesanan jasa dokumentasi berbasis *website* pada Luqefoto Studio ini terdapat halaman pengunjung dan halaman admin.

Kata kunci: luqefoto, sistem, *PHP*, *Microsoft Visual Studio Code*, *UML*

1. PENDAHULUAN

Di zaman yang modern ini, perkembangan teknologi selalu menunjukan kemajuan yang sangat pesat, salah satunya adalah perkembangan di dunia teknologi komputer dan jaringan internet, dan secara sadar atau tidak sadar, internet sudah menjadi bagian dari kehidupan kita sehari-hari. Seiring dengan perkembangan teknologi, metode perdaganganpun terus berkembang dari waktu ke waktu, salah satunya adalah dampak pada kemajuan teknologi yang memungkinkan pemesanan dilakukan secara *online*, yaitu melalui internet. Penggunaan komputer dan internet sudah menjadi kebutuhan utama dalam rangka meningkatkan kinerja dalam suatu perusahaan dan dapat juga digunakan untuk

pemesanan jasa. Banyak perusahaan yang telah menggunakan pemesanan dengan menggunakan koneksi internet melalui *website* untuk memudahkan pemesanan oleh pelanggan dikarenakan *website* dapat diakses dimana dan kapan saja serta juga dapat membantu mempromosikan produk atau jasa dengan biaya yang relative terjangkau dan dapat menjangkau wilayah yang lebih luas. Luqefoto Studio bergerak dalam usaha jasa dokumentasi yang cukup lama berdiri dan berkembang di bekasi. Studio yang terletak di Jalan Irigasi Baru II D 16 No.8, Bekasi ini, melayani semua jasa dokumentasi, seperti *wedding*, *prewedding*, wisuda, pembuatan buku tahunan, *photobooth*, foto *maternity*, acara *event* dan lain sebagainya, Luqefoto Studio untuk pemesanan jasa dimulai dari

pelanggan datang ke lokasi untuk menanyakan harga jasa yang ditawarkan, kemudian karyawan memberikan brosur dan pelanggan memilih paket, kemudian karyawan membuat nota pemesanan dan penerima pembayaran oleh pelanggan dan dari nota tersebut karyawan membuat laporan yang akan di serahkan kepada pemilik Luqefoto Studio.

Menurut Pressman, metode uji coba *black box* memfokuskan pada keperluan *functional* dari *software*. Karena itu uji coba *black box* memungkinkan pengembang *software* untuk membuat himpunan kondisi *input* yang akan melatih seluruh syarat – syarat *functional* suatu program. Uji coba *black box* bukan merupakan alternatif dari uji coba *white box*, tetapi merupakan pendekatan yang melengkapi untuk menemukan kesalahan lainnya selain menggunakan metode *white box* (Susilowati,2020).

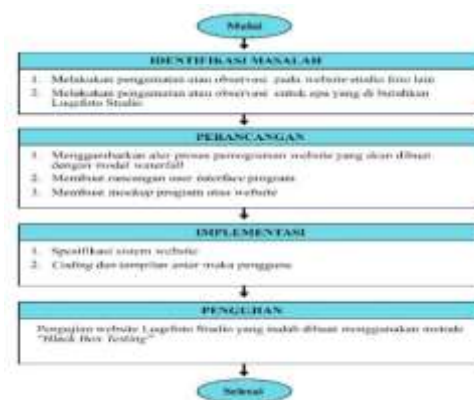
2. METODOLOGI

1. Jenis Penelitian

Adapun jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kualitatif. 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 Studio Luqefoto.

2. Kerangka Pemikiran

Adapun penelitian ini dibangun berdasarkan kerangka pemikiran sebagai berikut:



Gambar 1 : Kerangka Pemikiran
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022

3. Perencanaan Sistem

Perencanaan ini merupakan sebuah proses dasar untuk mengetahui kebutuhan pengguna, menentukan rencana fitur apa saja yang akan dibuat, menjadwalkan dan mengatur waktu agar aplikasi yang dibuat dapat selesai tepat pada waktunya dan sistem informasi dapat dijalankan sesuai dengan hasil yang diinginkan.

Proses perencanaan meliputi beberapa tahapan yang dibagi menjadi beberapa aktivitas, sesuai dengan gambar dibawah ini:



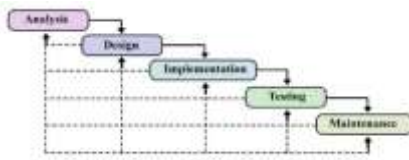
Gambar 2 : Perencanaan Sistem
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022

4. Metode Pengembangan Sistem

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

pengujian atau *testing* dan pengelolaan atau *maintenance*.

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



Gambar 3 : SDLC Model Waterfall
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022

Menurut Hidayat, *Website* merupakan sekumpulan halaman-halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks gambar diam maupun gerak, animasi, suara, atau gabungan dari semuanya, baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk serangkaian bangunan yang saling terkait [Adrian,2017].

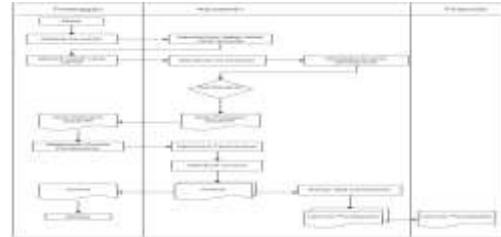
Menurut Kusuma Ardhana, *MySQL* dikembangkan oleh pengembang dan konsultan *database* bernama *MySQL AB* sekitar tahun 1994 di Swedia. Tujuan awal dikembangkan untuk mengembangkan aplikasi berbasis *web* pada *client*. *MySQL* sebuah perangkat lunak sistem manajemen basis data *SQL (database management system)* atau *DBMS* yang *multithread*, *multi-user*, dengan sekitar 6 juta instalasi di seluruh dunia. *MySQL* merupakan perangkat lunak (*software*) gratis dibawah lisensi *GPL (GNU General Public License)* [Siregar,2016].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Sistem Berjalan Saat ini

Analisis terhadap penyajian informasi mengenai galeri foto, galeri video dari Luqefoto Studio selama ini masih mengandalkan sosial media *Instagram*, dan pelayanan untuk memberikan informasi tambahan kepada *client* seperti harga paket dan cara pemesanan masih menggunakan *direct message (DM)* dan *via whatsapp* atau

datang langsung ke studio karena belum tersedianya sistem yang membantu pemesanan secara *online* serta pencatatan data transaksi, data paket dan data acara belum secara komputerisasi sehingga sering terjadi kesalahan dalam pencatatan data, dan di bawah ini adalah gambaran dari proses pemesanan saat ini.

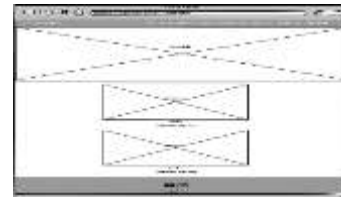


Gambar 4 : Sistem Berjalan
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022

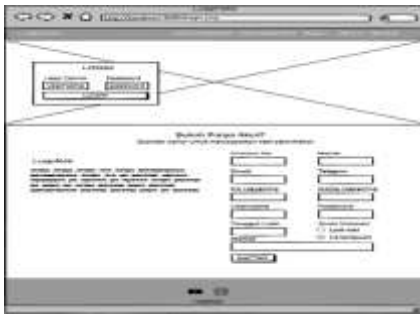
b. Usecase Diagram

Use case diagram Luqefoto Studio memiliki 2 (dua) aktor utama yang dilambangkan dengan simbol “orang” dengan labelnya yaitu *admin* dan pelanggan atau *user*. Dari *use case* tersebut dapat dilihat bahwa hak akses pelanggan adalah sebagai berikut: mengakses *website*, memesan paket, login dengan *username* dan *password* dan melakukan transaksi. Kemudian ada juga seorang aktor yang bertindak sebagai *admin* yang mempunyai hak akses sebagai berikut: mengakses *website*, login kedalam sistem menggunakan *username* dan *password*, mengelola menu *website* (menambah, mengubah, menghapus) galeri foto, video dan paket, melihat dan mengubah transaksi (belum lunas, lunas) mengelola data list acara, mengelola data *admin* dan member.

c. Rancangan dan Tampilan Aplikasi



Gambar 5 : Rancangan Dashboard
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022



Gambar 6 : Rancangan Login
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022



Gambar 7 : Tampilan Halaman Utama
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022

Pada gambar 7 Tampilan halaman utama atau halaman photography dijelaskan jika didalam halaman ini terdapat list pemotretan, yang jika di klik akan menuju halaman galeri dan menampilkan foto yang lebih lengkap.



Gambar 8 : Tampilan Gallery
Sumber : Pola Pikir Peneliti 2022

4. KESIMPULAN

1. Perancangan sebuah *website* sistem informasi pemesanan jasa dokumentasi pada Luqefoto Studio yang berisikan informasi galeri, paket, order dan lainnya telah dibuat dan dapat dikembangkan kembali.
2. Menyajikan *website* sistem informasi pemesanan untuk memudahkan para *client*

dengan mudah memilih paket dan melakukan pemesanan secara *online* tanpa harus datang langsung ke studio.

3. Hasil pengujian *website* sistem informasi pemesanan pada Luqefoto Studio dengan menggunakan black box secara manual telah sesuai. *Website* Luqefoto Studio merupakan salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan dalam publikasi, penyajian informasi, dan pemesanan secara manual saat ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- A. Utomo, Y. Sutanto, E. Tiningrum, and E. M. Susilowati, "No Title," *Penguji. Apl. Transaksi Perdagangan. Menggunakan Black Box Test. Bound. Value Anal.*, vol. vol 04 no, 2020.
- Borg, W.R. & Gall, M.D. Gall (1983). *Education Research : An Introduction, Fifth Edition*. New York: Longman.
- M. D. J. Adrian, "No Title," *Sist. Inf. Penjadwalan Dr. Berbassis Web Dengan Menggunakan Framew. Codeigniter (Studi Kasus Rumah Sakit Yukum Med. Centre)*, vol. 11. No.2, 2017
- S. R. S. Siregar, "No Title," *Ranc. Sist. Inf. Pengelolaan Data Kependud. Desa (Studi Kasus di Kant. Desa Sangiang Kec. Sepatan Timur)*, vol. Vol. 6 No., 2016.

PEMBUATAN MINIATUR ALAT PEMANAS AIR MANDI MENGUNAKAN *REMOTE CONTROL* BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA8535

Triyono Budi Santoso

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

Abstrak

Kepadatan aktivitas dan kesibukan pekerjaan pada masa sekarang ini membuat hal rutin ingin dikerjakan secara praktis. Dari tahun ke tahun akan selalu ditemukan alat untuk memudahkan atau mempercepat pekerjaan-pekerjaan manusia. Kemudahan ini semakin memanjakan manusia dalam kehidupannya sehari-hari termasuk kegiatan yang selalu dilakukan sebelum maupun setelah melakukan aktivitas seharian penuh seperti kegiatan mandi. Sulitnya mengatur suhu air mandi secara manual menyebabkan kurang nyaman pada tubuh apabila air yang dimandikan terlalu dingin maupun terlalu panas. Pembuatan alat ini bertujuan untuk memudahkan aktivitas sehari-hari dalam mendapatkan suhu air mandi yang diinginkan secara praktis. Pada alat ini digunakan mikrokontroler ATMEGA8535 yang berfungsi sebagai pusat kontrol sistem yang dapat dikontrol dari jarak jauh dengan menggunakan *remote control* berbasis *smartphone*, apabila misalnya ingin memanaskan air mandi dari ruang tamu dan memperoleh suhu yang diinginkan secara otomatis. Sistem dilengkapi dengan komponen pendukung seperti *display LCD*, manual kontrol dan kompor pemanas termasuk pompa. Proses pembuatan alat ini diawali dari perancangan bentuk miniatur, pengujian dan pengambilan data untuk membuktikan alat telah bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Setelah dilakukan pengujian dan pengambilan data maka dapat disimpulkan bahwa Sistem Pemanas Air ini telah dapat dirancang dan dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan deskripsi kerjanya, dimana sistem akan bekerja apabila suhu yang *disetting* (nilai *setpoint*) dibuat lebih tinggi dari suhu air. Akibat adanya pengaruh suhu lingkungan terhadap suhu air keluaran, dapat disiasati dengan menambahkan nilai *setpoint* sehingga suhu yang diinginkan benar-benar sesuai. Alat ini diharapkan mampu menjadi alternatif produk pemanas air dalam memanjakan penggunaanya ditengah-tengah padatnya aktivitas pengguna.

Kata kunci : Mikrokontroler, ATMEGA8535, Pemanas air, *Remote control*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat pesat dalam beberapa dasawarsa terakhir ini mengakibatkan semakin cepat perubahan yang ada di dunia. Salah satu teknologi yang mengalami perkembangan pesat adalah elektronika. Dari tahun ke tahun akan selalu ditemukan alat untuk memudahkan atau mempercepat pekerjaan-pekerjaan manusia. Kemudahan ini semakin memanjakan manusia dalam kehidupannya sehari-hari.

Dalam beberapa kondisi tertentu, seseorang membutuhkan air panas sekitar suhu 37°C-42°C untuk mandi, misalnya pada pagi hari. Saat suhu udara masih dingin, dimana setiap orang harus setiap hari mandi sebelum mulai melaksanakan aktivitas rutin. Misalkan lagi saat pada malam hari, seseorang ingin menyegarkan badan dengan mandi setelah seharian lelah bekerja. Tapi tidak berani mandi dengan air dingin. Maka jika mandi dengan air panas, tentu terasa nyaman. Lelah di sekujur badan terasa hilang. Air panas

juga dibutuhkan saat kondisi tubuh kurang sehat. Jika memaksakan diri untuk mandi dengan air dingin, maka bisa dipastikan kondisi tubuh akan memburuk. Namun apabila suhu air mandi yang terlalu panas juga dapat mengurangi kenyamanan.

Bila diperhatikan dari segi kehidupan sehari-hari sekarang dapat dilihat bahwa tingkat kerumitan pekerjaan sudah dapat di kurangi atau dapat dikatakan manusia ingin melakukan sesuatu itu dengan cara tanpa mengeluarkan banyak tenaga. Maka dengan itu kehidupan sekarang dapat dikatakan sudah dimanjakan teknologi demikian juga halnya rancang bangun miniatur alat pemanas air mandi ini.

Didasari hal-hal diatas, maka dirancang sebuah Miniatur Alat Pemanas Air Mandi Menggunakan *Remote Control* berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535.

2. METODOLOGI

Secara garis besar, metode perancangan alat ini digambarkan sebagaimana pada Diagram Alir pada Gambar 1, dimulai dengan melakukan studi literatur dengan cara metode pengumpulan data maupun informasi dari bermacam-macam buku dan jurnal. Kemudian dilakukan pengumpulan data dan dokumentasi yang telah ada untuk membantu dalam pelaksanaan penelitian. Setelah ini barulah dilakukan analisa dan perancangan sistem berdasarkan data dan dokumentasi tersebut. Selama pelaksanaan perancangan sistem dilakukan, sangat mengutamakan keselamatan kerja untuk menghindari kecelakaan yang kemungkinan terjadi pada proses pembuatan alat yang dapat melukai tubuh. Setelah perancangan sistem selesai dilakukan, maka pengujian dan pengambilan data dilakukan untuk menghasilkan kesimpulan hasil perancangan.



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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan papan sebagai dudukan peralatan.

Dalam pembuatan papan sebagai tempat dudukan alat/sistem, digunakan bahan papan partikel board yang ukurannya telah disesuaikan dengan penempatan letak keran, solenoid, pompa motor, *display*, rangkaian kontroler, tabung penampungan air, dan sensor agar terstruktur dengan baik dan rapi sehingga fungsi kerjanya lebih maksimal. Implementasi desain tersebut dapat dilihat pada gambar 2, 3 dan 4 berikut ini:



Gambar 2. Hasil Implementasi Tampak Depan
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



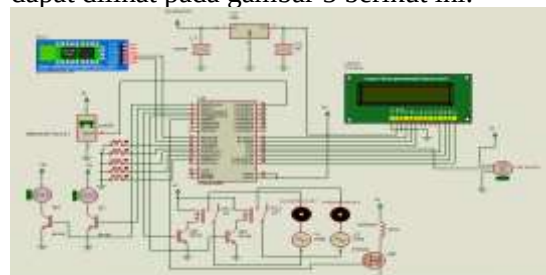
Gambar 3. Hasil Implementasi Tampak Belakang
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 4. Hasil Implementasi Tampak Samping
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.2 Perancangan Rangkaian Sistem

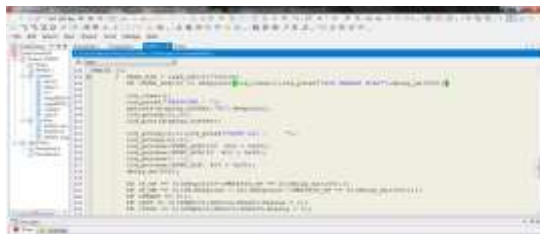
Secara keseluruhan, rangkaian alat ini terdiri dari rangkaian *LCD* (Setiawan, 2010), *Bluetooth HC-05* (Components, 2018), Sensor LM35 (Allo, 2013), Motor Servo, mikrokontroler ATmega8535 (Atmel, 2018), *coil* pemantik, *Solenoid valve* (Suprianto, 2015), *remote control* (smartphone), *relay* (Kho, 2016), dan *push button*. Untuk lebih jelasnya konfigurasi pengkawatan rangkaian dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Rangkaian Sistem Pemanas
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.3 Perangkat Lunak Sistem

Untuk menyusun perintah dan urutan kerja sehingga mikrokontroler dapat bekerja dan menghasilkan *output* sesuai *input* yang kita kendalikan, digunakan Perangkat Lunak menggunakan *Code Vision AVR* dan *Extreme Burner*. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam penyusunan kode adalah bahasa C (Heryanto, 2008) yang tampilan GUI (*Grafic User Interface*) nya dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Tampilan Menu *User Interface Code Vision AVR* Versi 3.27

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

Sedangkan *Extreme Burner* digunakan sebagai perangkat tambahan yang fungsinya untuk mengunggah kode program ke IC memori mikrokontroler. *Extreme Burner* berbentuk *software* yang dijalankan pada komputer dengan *user interface* seperti tampak pada gambar 7. Terdapat menu untuk membuka *file* program yang tersimpan pada *folder* tertentu saat pembuatan program. Setelah kode program tersimpan pada *buffer Extreme Burner*, maka kode tersebut dapat langsung diunggah pada mikrokontroler dengan mencari menu *flash*. Selain mengunggah, *Extreme Burner* juga dapat membaca kode yang ada pada mikrokontroler untuk tujuan duplikasi.



Gambar 7. Tampilan *Software Uploader Extreme Burner* versi 1.0

Sumber : Hasil Olahan Data Penelitian

3.4 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Nilai tegangan yang dibutuhkan sebagai tegangan operasional dari alat adalah 5V dan 12VDC. Tegangan 12V diperoleh dari adaptor

yang digunakan sedangkan untuk mendapatkan tegangan 5V digunakan IC regulator LM7805 untuk mendapatkan tegangan yang stabil sebagai tegangan masukan pada mikrokontroler. Hasil pengujian sebagaimana pada tabel 1 cukup untuk memenuhi nilai tegangan yang dibutuhkan dan untuk menjalankan mikrokontroler ATmega8535 dengan spesifikasi 4,5-5,5 V.

Tabel 1. Tegangan Keluaran Catu Daya

Pengujian	Tegangan IC LM7805	Tegangan Adaptor
1	5,06 V	12,17 V
2	5,06 V	12,15 V
3	5,06 V	12,18 V

Sumber: hasil Olahan data

3.5 Pengujian Sensor Suhu LM35

Tabel 2 dan gambar 8 menampilkan hasil pengujian yang dilakukan pada sensor LM35, yang diperoleh dengan cara menaikkan suhu secara bertahap dan mengukur setiap kenaikan suhu tersebut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35

Suhu (°C)	Tegangan (V)	Tampilan LCD
25,1	0,251	25,10
27,3	0,272	27,32
28,9	0,281	28,79
30,1	0,296	30,0
32,6	0,323	32,72
33,9	0,344	33,45
36,7	0,363	36,72
38,9	0,382	38,92
42,1	0,421	42,15
44,8	0,452	44,78
45,6	0,454	45,61
47,2	0,475	47,21
50,3	0,546	50,32

Sumber: hasil Olahan data



Gambar 8. Tampilan Suhu Sensor Pada *Display LCD* Dan Tegangan Sensor

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.6 Pengujian Pemantik Api

Alat pemantik api terbuat dari *coil* atau kumparan yang akan membangkitkan tegangan tinggi sehingga terjadi percikan saat *coil* diaktifkan. *Coil* bekerja pada tegangan 1,5V hingga 12V dan agar umur pemakaian lebih lama dan awet maka pada rancangan ini menggunakan tegangan minimum yaitu 1,5V

dari sebuah batu baterai. Cara pengujian adalah mengamati *output coil* saat diberi tegangan pada masukannya sebagaimana pada gambar 9.



Gambar 9. Loncatan Api Saat *Coil* Diberikan Tegangan

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.7 Pengujian ATmega8535

Pengujian IC mikrokontroler dilakukan untuk menguji dan mengetahui apakah rangkaian kontroler telah bekerja dengan baik atau tidak. Untuk itu dilakukan perbandingan antara program yang dibuat dengan hasil pengukuran. Jika terdapat perbedaan logika keluaran antara program dan pengukuran akan memberi indikasi kalau ada kesalahan dalam rangkaian.

Adapun algoritma program yang ditulis dalam bahasa C adalah

```
DDRA = 0xFF; PORTA = 0xE0;
DDRB = 0xFF; PORTB = 0xED;
DDRC = 0xFF; PORTC = 0x00;
DDRD = 0xFF; PORTD = 0x22;
```

Program dibuat dan diunggah ke IC mikrokontroler kemudian dijalankan, maka hasil pengukuran tegangan masing-masing pin adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35

Pin	Tegangan (Volt)	Logik	Pin	Tegangan (Volt)	Logik
1	4,90	1	21	0,01	0
2	0,01	0	22	0,01	0
3	4,98	1	23	0,02	0
4	4,99	1	24	0,01	0
5	0,02	1	25	0,01	0
6	4,96	1	26	0,02	0
7	4,99	1	27	0,01	0
8	4,99	1	28	0,02	0
9	5,01	1	29	0,02	0
10	5,01	1	30	0,01	0
11	0,01	0	31	4,99	1
12	2,34	0	32	5,01	1
13	2,07	0	33	4,99	1
14	0,01	0	34	4,97	1
15	5,01	1	35	4,99	1
16	0,01	0	36	0,01	0
17	0,02	0	37	0,01	0
18	0,02	0	38	0,01	0
19	4,99	1	39	0,01	0
20	0,01	0	40	0,01	0

Sumber: hasil Olahan data

Data logik dari keluaran tiap port:

PORTA : 11100000 = E0h

PORTB : 11101101 = EDh

PORTC : 00000000 = 00h

PORTD : 00100010 = 22h

Setelah dilakukan pengujian berdasarkan logika keluaran tiap port dan dibandingkan dengan data program maka terlihat ada kesamaan antara program dan *output* pin. Hasil ini menunjukkan tidak terdapat bahwa rangkaian mikrokontroler ATmega8535 telah bekerja dengan baik.



Gambar 10. Pengukuran Tegangan Pin Mikrokontroler ATmega8535

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.10 Pengujian Sistem Pompa Air

Pengujian pompa air dilakukan dengan memberi suplai arus dan melihat apakah pompa bekerja atau tidak. Pompa juga diuji dengan melihat jumlah air yang mengalir setiap menit yang dicatat pada sebuah tabel. Berikut ini adalah hasil pengujian pompa air yang digunakan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Debit Air

Waktu (menit)	Debit Air (liter)
1	1,7
2	3,4
3	5,1
4	6,8
5	8,5

Sumber: hasil Olahan data

3.8 Pengujian Display LCD

Pengujian *LCD* menggunakan program yang dibuat khusus untuk menampilkan sebuah pesan pada *LCD* oleh mikrokontroler. Program dibuat dengan bahasa C, dan dijalankan pada kontroler dengan kondisi terhubung Mikrokontroler dengan *LCD*. Berikut adalah program yg dibuat untuk pengujian tersebut.

```

Init_LCD(16);
while(1)
{
LCD_gotoxy(0,0);
LCD_putsf("ALAT PEMANAS AIR ");
LCD_gotoxy(0,1);
LCD_putsf("OTOMATIS");
}

```

Setelah dijalankan pada rangkaian, dan diaktifkan, *display* akan menampilkan pesan “ALAT PEMANAS AIR OTOMATIS” yang menandakan bahwa pengujian ini dinyatakan berhasil dan bekerja dengan baik. Sehingga *display* ini dapat digunakan pada alat yang dibuat yaitu sebagai penampil informasi atau status alat.



Gambar 11. Hasil Pengujian *Display LCD* Sebagai Penampil Status

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.9 Pengujian Remote Control

Remote control adalah bagian terpisah untuk mengontrol alat pemanas air tanpa kabel. Rancangan ini menggunakan sebuah *smartphone* sebagai *remote control*. Koneksi antara alat dengan *smartphone* menggunakan media *bluetooth* yang kompatibel dengan *smartphone*. Untuk menghubungkan kedua perangkat *bluetooth* digunakan adapter *bluetooth* HC 05. Hasil pengujian pada sistem *remote control* menggunakan media *bluetooth* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5 Hasil Pengujian Remote Control Bluetooth

Input	Proses	Output
Tombol naik	Suhu naik	Standby
Tombol Turun	Suhu turun	Standby
Start	Pemanas aktif	Suhu air naik
Air panas	Pompa air panas aktif	Air panas
Air dingin	Pompa air dingin aktif	Air dingin

Sumber: hasil Olahan data

3.11 Pengujian Terhadap Suhu Air Keluaran

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan thermometer terhadap suhu air

setelah keluar dari keran. Pengujian dilakukan dengan dengan suhu lingkungan 28°C. Hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Perbandingan Pengaturan Suhu Dengan Suhu Keluaran Air

Pengujian	Setting Suhu (°C)	Suhu Keluaran (°C)
1	30	28,1
2	32	30,2
3	34	32,4
4	36	34,5
5	38	36,5
6	40	38,6
7	42	40,8
8	45	44,1
9	48	47,4
10	50	49,7

Sumber: hasil Olahan data

3.12 Langkah Kerja dari Alat Pemanas yang dihasilkan

Sebagai hasil akhir dari perancangan ini, dihasilkan sebuah Prosedur atau langkah kerja alat pemanas air mandi agar dapat digunakan, yang hasilnya terangkum dalam tabel 7 dan 8.

- 1) Aktifkan catu daya dari sumber tegangan maka sistem dalam keadaan standby dan mikrokontroler mulai bekerja yaitu dengan menampilkan pesan pembuka pada *display LCD* kemudian akan mendeteksi perintah dari *user*.
- 2) *LCD* akan menampilkan suhu air saat ini yang terdeteksi oleh sensor. *User* dapat mengeset suhu yang diinginkan melalui tombol yang ada pada panel alat atau melalui *remote control*.
- 3) Setelah *setting* suhu dilakukan maka untuk memulai proses dapat ditekan tombol *start*. Sesaat setelah tombol *start* ditekan, motor servo akan bekerja yaitu memutar knop kompor agar gas keluar pada tungku.
- 4) Setelah gas keluar *coil* akan melakukan pemanasan (pengapian) dan memanasi tangki aluminium yang diatasnya.
- 5) Sensor akan mendeteksi suhu air setiap saat saat pemanasan berlangsung dan menampilkan nya pada *display LCD*.
- 6) Setelah suhu air mencapai suhu setpoint secara otomatis knop kompor akan dimatikan oleh motor servo dan seketika api akan padam. Tampilan *display* akan menampilkan suhu air saat ini, kemudian air siap dialirkan keluar.
- 7) Air akan keluar melalui sebuah keran manual yang diaktifkan melalui tombol air panas. Terdapat dua tombol untuk

pilihan air panas dan air dingin. Saat tombol air dingin ditekan, pompa akan aktif dan menghisap air dingin dari tangki air dingin dan mengeluarkannya melalui keran.

Tabel 7 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Tombol ditekan	Proses	Tampilan Display	Kompor gas
Suhu naik	Setpoint suhu	Kenaikan suhu	Mati
Start	Servo buka knop	Suhu saat ini	Mati
	Pemantik bekerja	Suhu sensor	Hidup
	Pemanasan api	Kenaikan suhu air	Hidup
	Suhu = setpoint	Air telah panas	Hidup
	Servo tutup knop	Suhu saat ini	Mati
Tombol air panas	Pompa dan solenoid air panas aktif	"Hot water"	Mati
Tombol air dingin	Pompa dan solenoid air dingin aktif	"Cold water"	Mati

Tabel 8 Pengujian Operasi Alat

Suhu Air	Suhu Distur	Status Alat
28	25	Tidak beroperasi
28	28	Tidak Beroperasi
28	30	Beroperasi
30	28	Tidak Beroperasi
30	40	Beroperasi



Gambar 13. Tampilan Display Saat Pengaturan Suhu Air

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 12. Tampilan Display Saat Proses Pemanasan

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian miniatur alat pemanas air mandi ini dapat disimpulkan bahwa Sistem Pemanas Air

telah dapat dirancang dan terbukti dapat beroperasi sesuai dengan deskripsi kerjanya. Sistem akan bekerja apabila suhu yang disetting (nilai *setpoint*) dibuat lebih tinggi dari suhu air. Akibat adanya pengaruh suhu lingkungan terhadap suhu air keluaran yang dihasilkan, dapat disiasati dengan menambahkan nilai *settingan (setpoint)* suhu air yang diinginkan karena suhu lingkungan dapat mengurangi suhu air keluaran dari alat pemanas air mandi ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, (2010), Mikrokontroler ATMEGA 8535 Bascom-AVR, Yogyakarta, ANDI.
- Components, (2018), HC 05-Bluetooth Modul, <https://components101.com>.
- Allo (2013), Rancang Bangun Alat Ukur Temperatur untuk mengukur selisih dua Keadaan.
- Atmel, (2018), *Atmega 16 Data Sheet*, www.atmel.com
- Suprianto, (2015), Pengertian Dan Prinsip Kerja Solenoid Valve, <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-prinsip-kerja-solenoid-valve/>
- Kho, (2016), Pengertian Relay dan Fungsinya, <https://www.teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>
- Heryanto, (2008) , Pemrograman bahasa C untuk mikrokontroler ATMEGA8535, Yogyakarta, ANDI.

MONITORING SUHU BERLEBIH PANEL ROOM PADA GTSU PLTU BABELAN BERBASIS IOT DAN LORA

¹*Leni Devera Asrar*, ²*Cahyono Kurniawan Hidayat*, ³*Junior Liku Sri Mahardhika*

¹²³*Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta*
leniasrar@gmail.com

Abstrak

PLTU mempunyai komponen penting yaitu *Grab Type Ship Unloader* (GTSU), dan komponen ini terletak dan menjadi bagian dari *Coal Handling System*. GTSU digunakan untuk pembongkaran batubara dari kapal tongkang yang tidak memiliki alat untuk membongkar batubara sendiri. Peralatan ini memiliki banyak komponen elektrik dan mekanik yang dikontrol oleh operator, semua perangkat elektrik dan perangkat pengontrolnya berada pada suatu ruangan yang disebut *Electrical Kiosk* (E-Kiosk). Di PLTU Babelan, ditemukan kerusakan komponen elektronik kontrol sistem yang ada di dalam E-Kiosk GTSU unit 1, dan menurut pengamatan disebabkan panas berlebih dari ruangan yang tiba tiba mengalami kelainan fungsi pendingin ruangan yang tidak terpantau oleh operator di E-Kiosk. Penelitian ini bertujuan untuk mencegah kelebihan panas pada ruangan E-Kiosk dengan cara monitoring suhu ruangan secara berkala dan penggunaan notifikasi alarm berbasis *IoT* (*Internet Of Things*) dan *LoRa* (*Long Range*). Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian eksperimental kuantitatif, dan pengumpulan data yang digunakan observasi dan beberapa literatur, dan metode perancangan *prototype*. Sensor yang digunakan untuk pengukuran suhu adalah Modul *DHT22* modul sebagai ADC, dan modul *IoT* yang digunakan *NodeMCU* serta data suhu di ruangan *E-Kiosk* dikirimkan ke *cloud* *Thingier IO*, sedangkan komunikasi data *peer to peer* antara *sensor node* dan *receiving node* menggunakan modul *LoRa*. Hasil pengujian alat diperoleh bahwa pembacaan suhu oleh modul sensor *DHT22* dan *thermocouple* type K didapatkan perbedaan atau deviasi pembacaan 0,331 °C. Nilai tersebut sesuai dengan Permendag no 52 tahun 2019 yaitu untuk *thermocouple* tipe K nilai standar deviasi nya adalah $\leq 0,3$ °C. Alarm pemberitahuan ke operator dock yang bertugas di *setting* pada suhu lebih besar dari 27 °C. Pada pengujian jarak pengiriman data *LoRa* metode *Line of sight* paling jauh adalah 500 meter dan masih terbaca oleh *receiving node* dengan nilai *RSSI* paling rendah -98 dBm, untuk *Non Line of sight* paling jauh terbaca pada jarak 1000 meter dengan *RSSI* paling rendah -112 dBm.

Kata Kunci : *Grab Type Ship Unloader*, *DHT22 Thermocouple* type K, *IoT*, *LoRa*, *NodeMCU*, *Thingier.IO*

1. PENDAHULUAN

PLTU Babelan merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang energi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang mempunyai 2 unit boiler yang berkapasitas 2 x 144 MW. Pada pembangkit uap berbahan bakar batubara, diperlukan suatu sistem pemindah batu bara yang akan diteruskan menuju transportasi bahan bakar dari tongkang menuju ke tempat penimbunan (*stockpile*), dan dari penimbunan, batubara akan disalurkan ke *furnace boiler* untuk digunakan membangkitkan uap panas. Sistem pengangkut perpindahan batubara dari tongkang menuju transportasi batubara pada pembangkit listrik tenaga uap dinamakan GTSU (*Grab Type Ship Unloader*) (S. D. On et al, 1998) (Grundy, 2005). GTSU berfungsi untuk bongkar muat batubara dari tongkang, kapasitas bongkar adalah 800 t/h. Pada sistem GTSU terdapat ruang kontrol (*control room*) dan ruang kontrol utama atau yang disebut E-

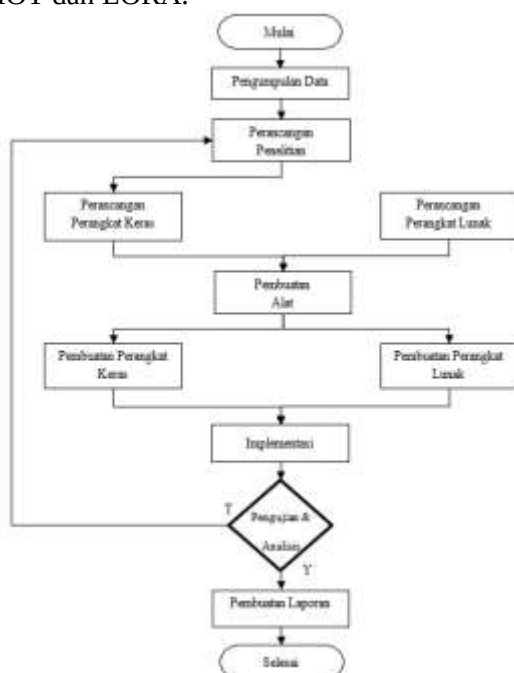
kiosk yang digunakan untuk pengendali pergerakan GTSU.

Di dalam E-kiosk terdapat komponen utama dalam pengendalian GSTU seperti inverter, PLC dan elektrikal komponen yang digunakan untuk menunjang pengendalian GTSU. E-Kiosk yang didalamnya berisikan komponen elektronik memiliki suhu ruangan 20 – 25 ° Celcius, Operator berada di dalam *dock controller* yang berada 300 - 1000 meter dari E-kiosk yang tidak memungkinkan untuk mengetahui suhu ruangan yang berada di E-Kiosk (Grundy, 2005). Data dari operator *log book* dan Work Order terjadi 2 kali dalam setahun GTSU 1 tidak dapat beroperasi dikarenakan kerusakan pada komponen kontrol yang ada di E-KIOSK yang menyebabkan GTSU 1 tidak beroperasi selama 1 hari (24 jam). Berdasarkan hal ini perlu dilakukan rancang bangun sistem monitoring untuk deteksi suhu berlebih pada E-Kiosk sehingga dapat mencegah terjadinya *downtime*.

Penelitian dilakukan di PLTU Babelan Kab. Bekasi pada GTSU 1 dengan tujuan untuk mendapatkan akurasi pembacaan suhu ruangan E-Kiosk GTSU 1 mendekati kondisi sebenarnya serta mendapat suhu ideal berapa derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) alarm di ruang operator akan berbunyi dan mendapatkan jarak ideal komunikasi data yang dikirim oleh LoRa. LoRa adalah modul komunikasi radio frekuensi yang dipatenkan oleh semtech, cara kerjanya berdasarkan modulasi chirp spread spectrum (CSS) (Seneviratne & Seneviratne, 2019). Perangkat LoRa mengacu pada peraturan PERDIRJEN SDPPI No.3 tahun 2019 tentang LPWA (*low power wide area*) wajib memenuhi karakteristik utama yaitu pita frekuensi radio rentang 920-923 MHz (Rancangan Peraturan Direktur Jenderal Sumber Daya Dan Perangkat Pos Dan Informatika Nomor Tahun 2018 Tentang Persyaratan Teknis Dan/Atau Perangkat Telekomunikasi Low Power Wide Area, 2018) (Informatika, 2018).

2. METODOLOGI

Penelitian ini membuat rancang bangun sistem monitoring suhu panel room berbasis IOT dan LORA.



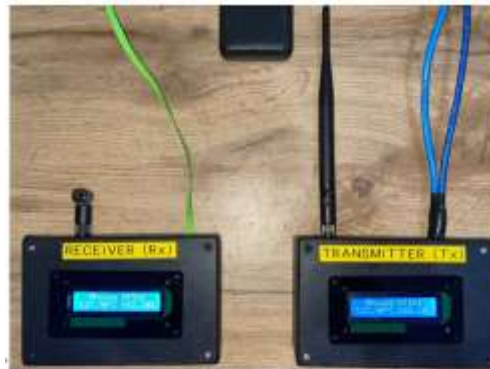
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Peralatan Sensor yang digunakan untuk pengukuran suhu adalah Modul *DHT22* modul sebagai ADC (Liu, 2013), Modul *IoT* adalah *NodeMCU* data suhu di ruangan *E-*

Kiosk (Adnan & others, 2019) sedangkan komunikasi data *peer to peer* antara *sensor node* dan *receiving node* menggunakan modul *LoRa*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

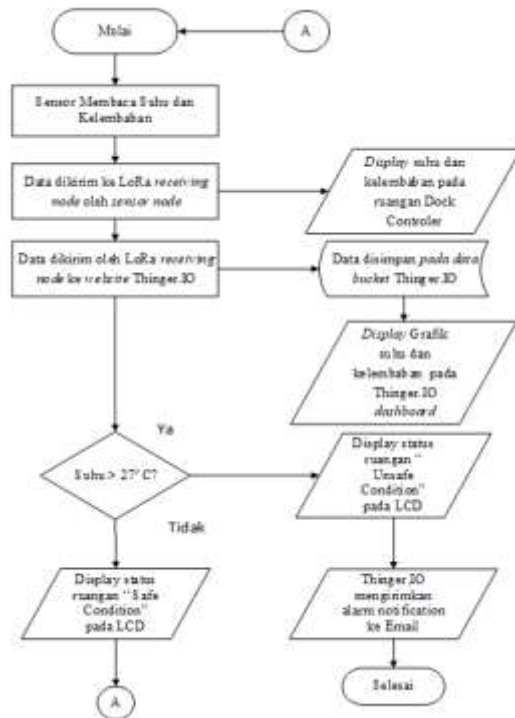
Rancang bangun pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.



Gambar 2. Prototype Rancang Bangun Monitoring Suhu E-Kiosk GTSU 1 Babelan
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada gambar 2 menunjukkan *receiving node (receiver)* dan *sensor node (Transmitter)* yang telah disusun dan dirangkai menjadi box dengan antenna yang dilengkapi dengan LCD 16x2 untuk menampilkan nilai dari *sensor*.

Rancang bangun monitoring suhu pada *Grab Type Ship Unloader (GTSU)* memiliki prinsip kerja secara otomatis ketika semua peralatan bekerja dengan menyalakan semua power untuk semua perangkat keras. Secara singkat alur kerja alat seperti terlihat pada Gambar 3.

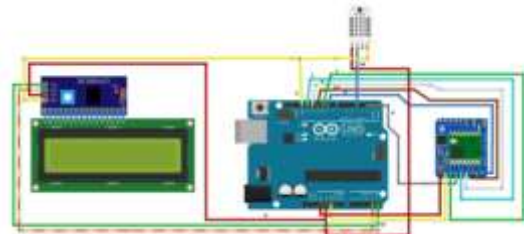


Gambar 3. Diagram Alir Prinsip Kerja Rancang Bangun Alat

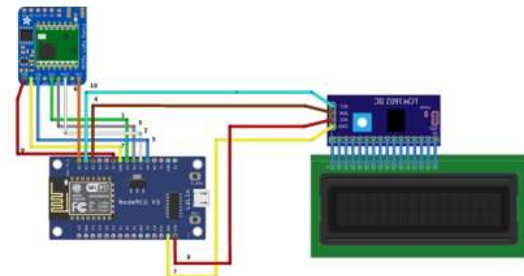
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Diagram alir diatas dimulai dari sensor membaca ambient suhu dan kelembaban kemudian dikirim ke *receiving node* melalui *sensor node*, kemudian data yang diterima ditampilkan pada LCD display di Dock Controller room, data dari sensor juga dikirim ke *website* Thinger.IO, data tersebut disimpan di *database data bucket*, *display* sensor akan ditampilkan pada *dashboard* di Thinger.IO. Masuk menuju flowchart pilihan apakah suhu melebihi suhu standar ruangan yaitu lebih besar dari 27 °C, jika Ya maka flowchart akan melanjutkan pada proses selanjutnya yaitu *alarm* suhu di ruangan *dock controller* display LCD menampilkan "Unsafe Condition" dan notifikasi email oleh Thinger.IO terkirim ke email yang dituju dengan itu Operator akan lebih cepat untuk pengambilan tindakan yaitu membuat report kepada departemen terkait untuk proses cek dan perbaikan.

Diagram skematik yang digunakan pada penelitian yaitu LoRa *sensor node* atau *Transmitter* dan LoRa *receiving node* atau *Receiver* dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Skematik *Sensor Node*
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 5. Skematik *Receiving Node*
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 1. Konfigurasi Pin *Sensor Node*.

NO	Arduino Nano Pin	LoRa	DHT22	LCD
1	13	SCLK		
2	11	MOSI		
3	12	MISO		
4	2	DI01		
5	GND	GND	GND	GND
6	VCC	VCC	VCC	VCC
7	10	SS/ SEL		
8	9	Reset		
9	3			
10	4		DATA	
11	5			
12	7			
13	A5			SCL
14	A4			SDA

Tabel 1. Konfigurasi Pin *receiving node*

NO	NodeMCU	LoRa	I2C display
1	D5	SCLK	
2	D7	MOSI/SDI	
3	D6	MISO/SDO	
4	D2	DI00	
5	D8	NSS/Select	
6	D0	RST	
7	GND	GND	GND
8	3.3 Volt / 5volt	VCC (3,3V)	VCC (5V)
9	D3		SCL
10	D1		SDA
11	D4		

Pembuatan Perangkat Lunak

Rancang bangun sistem monitoring ini menggunakan perangkat lunak untuk *coding program* yang akan di *upload* ke *microcontroller*. Perangkat lunak tersebut adalah IDE (*Integrated Development Environment*), software ini digunakan untuk *compile program* menjadi kode *hexadecimal* dan *biner* untuk di *upload* ke *microcontroller*. Ada 2 program terpisah yang harus di *coding*, pertama *program* untuk *node sensor* yang diupload ke Arduino uno untuk mengirimkan data, *program* kedua di-*upload* ke NodeMCU sebagai penerima data dan sebagai pengirim data ke Thingier IO. Selanjutnya, *Board*, *port* komunikasi dan *baud rate* yang digunakan harus disesuaikan dengan *microcontroller* yang digunakan, untuk Arduino digunakan board Arduino nano dengan *port com* 8 *baud rate* 9600 dan untuk NodeMCU board yang digunakan NodeMCU 1.0 (ESP 12E Module), *port com* 10 dengan *baud rate* 115200. *Setting board*, *port* dan *baud rate* tersebut terdapat pada menu *Tools* pada *software* Arduino IDE.

Alat Pembantu dan Pengujian Sistem

Alat bantu pengujian yang dibutuhkan di dalam pengujian rancang bangun *prototype* ini, adapun alat bantu tersebut antara lain termometer dan higrometer digital serta stop watch timer. *Thermometer* digital digunakan untuk pengujian validasi dan reabilitas dari sensor suhu DHT22, sedangkan *stopwatch timer* digunakan untuk menghitung waktu pengambilan sampel data suhu dari sensor DHT22 dan *Thermometer* digital (*multifunction environment meter*). Untuk pengambilan data pertama yang dilakukan adalah memeriksa alat rancang bangun untuk hubungan pada rangkaian ke rangkaiannya kemudian melakukan pengujian pada alat secara keseluruhan dalam merespon input yang diterima dan mengeluarkan output yang sedemikian rupa. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22 ini dilakukan dengan membandingkan 2 alat ukur suhu dan kelembaban, yaitu dengan Termometer dan Higrometer digital yang ada dalam satu alat bernama *multifunction environment meter* menurut buku manual petunjuk thermometer digital memiliki tingkat akurasi $\pm 0,2$ °C dan sensor DHT22, berdasarkan datasheet memiliki tingkat akurasi $\pm 0,5$ °C. Pengujian

dilakukan menggunakan termometer dan higrometer digital dengan merk Krisbow 10176832 yang telah terkalibrasi oleh PT Delta Instrumentasi sebagai acuan standar pembacaan suhu dan kelembaban. Pengujian dilakukan dengan metode membandingkan pembacaan suhu dan kelembaban DHT22 dengan Krisbow 10176832 pada suatu ruangan atau tempat yang sama dan dipaparkan oleh media panas yaitu pemanas dalam hal ini solder ataupun heater, sampel data diambil dalam waktu 2 menit rentan 10 detik untuk mengetahui kinerja sensor pada perubahan suhu yang cepat, berikut ini adalah gambar proses pengujian. Hasil pengujian dalam pengukuran suhu antara kedua pengukur, dan didapatkan hasil pengukuran menggunakan DHT22 dan Krisbow, dan secara singkat dengan waktu 0-180 detik, diperoleh 27,8-42,4 °C dengan DHT22 dan 27,5-42,7 °C dengan Krisbow, serta selisih nilai 0,3-0,7. Dengan Higrometer berkisar 62,0-33,4 °C dengan DHT22 dan 63,7-35,4 °C dengan Krisbow.

Mengacu pada alat penguji yang telah terkalibrasi dalam kurun waktu 3 bulan sekali dengan menganut pada peraturan menteri perdagangan no 52 tahun 2019 besarnya standar deviasi untuk thermocouple type K adalah $\leq 0,3$ °C, dan dengan tingkat akurasi dari alat yaitu Akurasi $\pm 1,5$ °C untuk suhu dan Akurasi $\pm 3,5$ % untuk kelembaban lalu dibandingkan dengan hasil percobaan yang dimana didapatkan nilai 0,51 °C untuk suhu dan 2,1% untuk kelembaban maka pembacaan dari sensor DHT22 sudah dalam akurasi dari alat yang sudah terkalibrasi, maka dapat disimpulkan untuk pembacaan dari sensor DHT22 sudah sesuai dengan standar.

Pengujian Suhu Dan Kelembaban Pada E-Kiosk Room

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban pada ruangan E-Kiosk room dengan Termometer dan Higrometer digital (*multifunction environment meter*) juga menggunakan sensor DHT22 yang telah terkalibrasi sesuai standar. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan Termometer dan Higrometer digital (*multifunction environment meter*) juga menggunakan sensor DHT22 dalam suatu tempat di dalam E-Kiosk room dalam posisi berdekatan dan diambil data dalam rentan

waktu 1 jam *interval* 5 menit untuk mendapatkan data yang cukup untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan keadaan aslinya. Seluruh hasil secara ringkas dapat disampaikan bahwa pada menit 0-60, diperoleh suhu 22,3-22,6 (suhu standar 22,3-22,9 dengan kesalahan 0,1-0,6%). Untuk kelembaban diperoleh 67,2-70,1 (standar 68,2-70,4%) dengan maksimum kesalahan 2,6%.



Gambar 6. Pengambilan Data Temperatur Ruangan E-Kiosk

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pengujian Pengiriman data LoRa

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja LoRa yang digunakan dalam mengirim data sensing dari sensor node ke receiving node. Pada pengujian pertama dilakukan dengan metode *line of sight* (LOS), dimana tidak ada penghalang antara sensor node ke receiving node jarak yang diujikan yaitu 100 meter, 250 meter, 500 meter. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai data yaitu suhu dan kelembaban yang dibaca oleh *receiving node* dan melihat nilai RSSI (*Received Signal Strength Indication*). Jeda waktu pengiriman data tersebut adalah 10 detik sekali. Paket data yang dikirim pada setiap jarak tersebut kemudian diambil sebanyak 3 data.



Gambar 7. Pengujian Jarak Jangkauan LoRa Pada Metode LOS (*Line OF Sight*)

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

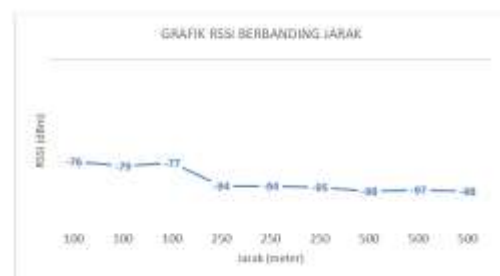
Gambar 7 menunjukkan jarak pengukuran dapat diperkirakan dengan bantuan google maps dan dapat kita lihat pada gambar bahwa tidak ada penghalang seperti gedung yang tinggi maupun tumbuh tumbuhan yang menghalangi transmisi data. Dokumentasi dari pengujian pengiriman data LoRa ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 8. Dokumentasi Pembacaan Receiver Pada Pengujian Metode LOS (*Line OF Sight*)

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Gambar 8 menunjukkan data suhu, kelembaban dan data RSSI yang diterima oleh *receiving node*, terlihat bahwa *timestamp received* paket satu dengan yang lain memiliki jarak 10 detik dan menunjukkan bahwa tidak ada delay penerimaan data, data ditampilkan dalam bentuk tabel dibawah ini. Dari gambar, terlihat bahwa jarak pengujian yaitu 100 – 500 meter, (*transmitter*) *sensor node* mengirimkan data menuju (*receiver*) *receiving node* dengan baik, dan dapat diterima baik pula.



Gambar 9. Grafik RSSI versus Jarak Pengujian Kondisi LOS (*Line OF Sight*)

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak pengujian maka semakin

menurun kualitas dari sinyal yang diterima oleh (*receiver*) *receiving node*. Pengujian kedua dilanjutkan dengan metode *non line of sight* (NLOS) dimana lokasi yang akan diuji adalah tempat yang terhalang oleh bangunan dan tumbuhan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai RSSI (*Received Signal Strength Indication*). Interval waktu pengiriman data tersebut adalah 10 detik sekali. Paket data yang dikirim pada setiap jarak tersebut kemudian diambil sebanyak 3 data.



Gambar 10. Dokumentasi Pengambilan Data Pada Posisi NLOS (*Non Line OF Sight*)
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Gambar 10 menunjukkan lokasi pengujian terhalang bangunan yang sangat tinggi menghalangi transmisi data, ditunjukkan data suhu, kelembaban dan data RSSI yang diterima oleh *receiver*, *timestamp received* paket satu dengan yang lain terpaut 10 detik menunjukkan tidak ada *delay* penerimaan data.



Gambar 11. Grafik RSSI versus Jarak Pengujian Kondisi NLOS (*Non Line OF Sight*)
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Dari Gambar 11 diatas dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak pengujian maka semakin menurun kualitas dari sinyal yang diterima oleh (*receiver*) *receiving node* dan pada jarak 1040 meter nilai *sensor* tidak dapat terbaca oleh Rx (*receiver*).

Pengujian Pengiriman Data ke Thingier.IO

Data yang telah diterima *receiver node* kemudian akan dikirimkan ke Thingier.IO sebagai data akuisisi untuk keperluan evaluasi dan analisa data, data ini juga dipergunakan oleh operator GTSU untuk memonitor tren suhu E-Kiosk room secara grafis. Berikut ini adalah tampilan atau dokumentasi dari pengujian pengiriman data suhu E-Kiosk room ke Thingier.IO. Pada gambar 4.16 terlihat bahwa *device* DHT22 (Rx) *receiver* terhubung dengan Thingier.IO dan terdeteksi *device* pada keadaan *online* dengan IP address 140.213.15.31. Kemudian Sensor suhu dan kelembaban pada *node sensor* disimulasikan dengan menggunakan pemanas untuk melihat tren data yang diterima oleh *receiver node* dan terhubung dengan Thingier.IO, data tersebut dapat dilihat pada *dashboard* Thingier.IO. Pada gambar 4.17 dapat dilihat bahwa pada tampilan *donut meter* suhu dan kelembaban menunjukkan perubahan setelah disimulasikan dengan pemanas dan terlihat grafik tren suhu dan kelembaban mengalami perubahan dengan interval pengecekan selama 15 menit dari pukul 14:30:00 sampai pukul 15:00:00, pada saat bersamaan pula email warning yang dikirim oleh Thingier.IO ketika suhu berada di atas 27 C° menandakan bahwa keadaan dalam ruangan E-Kiosk tidak dalam keadaan standar yaitu 22 - 27 C° email pemberitahuan tidak akan berhenti terkirim menuju email yang sudah di setting sebelumnya sampai suhu ruangan menunjukkan dibawah 27 C°. Pada gambar diatas dapat dilihat email pemberitahuan yang dikirimkan oleh Thingier.IO *bot* terus mengirimkan pemberitahuan keadaan peringatan suhu E-Kiosk GTSU 1, pemberitahuan akan berhenti ketika suhu kembali ke semula atau dibawah 27 C° atau dengan mematikan *device rx (receiver)*. Untuk keperluan evaluasi ataupun analisa data suhu dan kelembaban dapat disimpan pada *data bucket* yang ada di dalam menu Thingier.IO yang sudah terlebih dahulu di setting interval waktu pengambilan data 1 menit sekali, data tersebut dapat di download untuk keperluan evaluasi. Pada gambar 4.19 dapat dilihat data suhu dan kelembaban dapat di export ke perangkat pribadi dengan format CSV (*comma separated value*). Data tersebut kemudian digunakan dalam evaluasi dan

analisa dan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Excel.



Gambar 12. Akuisisi Data Thinger.IO
Ditampilkan Dalam Grafik Excel
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

4. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh dan telah diuraikan secara rinci dalam bagian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa dari alat monitoring suhu dapat bekerja dengan baik dengan menunjukkan pembacaan yang memiliki deviasi dengan standar (alat yang terkalibrasi) yaitu 0,331 °C dengan akurasi alat yang digunakan sebagai standar Akurasinya $\pm 1,5$ °C, dan pembacaan kelembaban dengan deviasi 2,1 % dengan akurasi alat yang digunakan sebagai standar Akurasinya Akurasi $\pm 3,5$ %. Alarm pemberitahuan ke operator GTSU yang sedang bertugas di *setting* pada suhu 27 °C. Sistem *monitoring* dengan konsep *internet of things* (IoT) yang terintegrasi dengan *website* Thinger.IO dapat menampilkan nilai suhu dan kelembaban Ruang E-Kiosk GTSU 1 PLTU Babelan dengan menampilkan data berupa grafik yang dapat mempermudah untuk melakukan monitoring maupun evaluasi nilai suhu dan kelembaban untuk pengambilan tindakan secara tepat dan cepat. Jarak terjauh yang dikirimkan oleh LoRa menurut hasil pengujian, pada metode LOS = 500 meter dengan RSSI terendah -98 dBm, dan pada metode NLOS =1000 meter dengan RSSI terendah -112 dBm sedangkan pada jarak 1050 meter hasil pembacaan sensor tidak terbaca.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A. R., & others. (2019). *Ancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Rumah Dengan Model Client-Server Menggunakan Nodemcu Esp-12e Berbasis Internet Of Things (IoT)*.
Grundy, R. (2005). Recommended data center temperature \& humidity. *Retirado A*, 22.

Informatika, K. K. dan. (2018). *Rancangan Peraturan Direktur Jenderal Sumber Daya Dan Perangkat Pos Dan Informatika Nomor Tahun 2018 Tentang Persyaratan Teknis Dan/Atau Perangkat Telekomunikasi Low Power Wide Area. Indonesia* (p. 38).

Rancangan Peraturan Direktur Jenderal Sumber Daya Dan Perangkat Pos Dan Informatika Nomor Tahun 2018 Tentang Persyaratan Teknis Dan/Atau Perangkat Telekomunikasi Low Power Wide Area, Pub. L. No. Nomor 3 Tahun 2019, Republik Indonesia 38 (2018).

Liu, T. (2013). Digital-output relative humidity \& temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302). *Aosong Electronics Co., Ltd.*

S. D. On et al. (1998). *Training Manual Training Manual*.

Seneviratne, P., & Seneviratne, P. (2019). Introduction to LoRa and LoRaWAN. *Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks*, 1–22.

EVALUASI PERBANDINGAN DAYA DUKUNG TANAH MENGUNAKAN HASIL SONDIR DAN SPT PADA PROYEK IN HOUSE HUDSON SQUARE DI PAGEDANGAN, TANGERANG-BANTEN

Ike Oktaviani

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

Abstrak

Kondisi tanah satu daerah dengan yang lain berbeda-beda meskipun berada dalam kota yang sama. Untuk mengetahui gambaran kondisi, stratifikasi tanah yang ada dibawahnya diperlukan penyelidikan tanah, Pengujian tersebut terdiri dari sondir dan Standard Penetration Test, kedua jenis pengujian ini memiliki metode pelaksanaan yang berbeda, namun memiliki tujuan yang sama. oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi perbandingan daya dukung tanah menggunakan hasil sondir dan SPT pada Proyek In House Hudson Square di Pagedangan, Tangerang-Banten. Daya dukung tanah merupakan kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja diatasnya yang disalurkan melalui fondasi. Dalam perhitungan nilai daya dukung tiang pancang menggunakan hasil sondir memakai metode Meyerhoff dan Aoki dan De Alencar, sedangkan hasil SPT memakai metode Meyerhoff 1956 dan Decourt 1982. Metode pengumpulan data adalah dokumen, analisis data menggunakan analisis data skripsi dan analisis data kuantitatif, nilai daya dukung tanah yang terkecil dipakai untuk tujuan keamanan. Hasil analisis adalah kedalaman efektif rata-rata tiang pancang Area 1 dan 2 kedalaman 10 m, Area 3 kedalaman 5 m, sementara nilai daya dukung tiang pancang minimum dan maksimum menggunakan hasil sondir pada Area 1 sebesar 57,62 ton dan 135,35 ton, Area 2 sebesar 40,01 ton dan 97,77 ton, Area 3 sebesar 32,68 ton dan 95,36 ton, sedangkan menggunakan SPT titik B-01 diperoleh 24,77 ton dan 81,33 ton, titik B-02 diperoleh 20,48 ton dan 85,92 ton, titik B-03 diperoleh 8,11 ton dan 21,42 ton. Dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung tiang pancang paling aman dan efisien menggunakan SPT, namun untuk kemudahan lapangan, biaya dan waktu menggunakan sondir.

Kata kunci : Tanah, Sondir, Standard Penetration Test, Daya Dukung Tanah, Tiang Pancang

1. PENDAHULUAN

Material tanah merupakan material alami yang terbentuk seiring dengan proses geologi yang terjadi di bumi, oleh karena itu kondisi pada suatu daerah dengan daerah yang lain akan sangat berbeda. Dalam bumi ini tidak ada tanah yang memiliki karakteristik tanah yang sama persis, karakteristik yang dimaksud adalah stratifikasi tanah, komposisi mineral, gradasi butir tanah, kekuatan tanah, daya dukung tanah dan lain sebagainya. Semua pembangunan infrastruktur baik itu rumah tinggal, ruko, gedung bangunan tinggi, bendungan, dinding penahan tanah, jembatan dan lain sebagainya perlu dilakukan penyelidikan tanah terlebih dahulu untuk mengetahui gambaran kondisi tanah yang ada dibawahnya sehingga perencanaan fondasi dapat dilakukan lebih komprehensif.

Penyelidikan tanah yang dimaksud adalah pengujian in situ test yaitu: pengujian Cone Penetration Test (sondir) dan (Standard Penetration Test) SPT. Sondir adalah suatu

alat untuk mengetahui profil atau stratifikasi tanah dengan cara mengidentifikasi perilaku tanah dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung dengan selimut alat konusnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta sifat daya dukung maupun daya lekat setiap kedalamannya. Sedangkan pengujian tanah dengan menggunakan mesin bor bertujuan untuk melihat lapisan tanah yang dilakukan secara visual, mengambil sampel tanah terganggu maupun tidak terganggu sampai kedalaman yang diinginkan, pengujian SPT biasanya bersamaan dengan pengujian boring dimana pengujian SPT bertujuan untuk identifikasi penetrasi per lapisan tanah yang dipergunakan untuk desain fondasi. Pengujian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi tanah di daerah tersebut sehingga kita dapat mengetahui jenis fondasi yang akan kita gunakan nantinya.

Seperti kita ketahui bahwa setiap bangunan sipil khususnya pada perencanaan fondasi,

terlebih dahulu harus kita ketahui sifat tanahnya, hal ini dimaksudkan agar bangunan diatas fondasi tersebut dapat berdiri dengan kokoh dan stabil, tanpa dilakukannya pengujian lapangan kita tidak akan mampu untuk merencanakan fondasi yang sesuai dengan kondisi fisik tanah pada suatu daerah tersebut, dengan perencanaan fondasi yang salah maka akan menyebabkan bangunan diatasnya akan roboh. Adanya latar belakang ini maka perlu dilakukan Evaluasi Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah menggunakan Hasil Sondir dan SPT pada Proyek In House Hudson Square di Pagedangan, Tangerang–Banten. Hal ini diperlukan untuk mengetahui perbandingan nilai daya dukung tanah dengan menggunakan hasil sondir dan SPT, dari kedua nilai tersebut akan diperoleh nilai daya dukung tanah yang aman dan efisien digunakan untuk perencanaan pembangunan konstruksi.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah evaluasi, dinamakan metode evaluasi karena pada penelitian ini melakukan analisis terhadap penilaian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi yang telah selesai dilaksanakan. Adapun kerangka pemikiran dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



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

1. Metode Penelitian

a. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumen,

dinamakan metode dokumen karena pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari lembaga/institusi atau pihak pemilik data yaitu berupa data soil test yang diperoleh dari PT Gratia Laboratorium Konstruksi.

b. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan analisis data kuantitatif yaitu kegiatan mengolah data dari data yang sudah diperoleh pada tahapan pengumpulan data, pada tahap analisis data ini juga akan dilakukan pengelompokan data supaya memudahkan dalam proses analisis data. Cara melakukan analisis data berdasarkan pola pikir/kerangka pemikiran yaitu pengolahan data sekunder yang berkaitan dengan rumusan masalah.

1. Menentukan Kedalaman Efektif Tiang Pancang menggunakan Hasil Sondir dan SPT.
2. Analisis Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah menggunakan Hasil Sondir dan SPT secara Konvensional dengan Variasi Dimensi Tiang Pancang.

c. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah diperoleh hasil penelitian pada tahap analisis data maka selanjutnya dilakukan pembahasan hasil analisis untuk memastikan apakah penelitian yang telah selesai dilakukan sudah memenuhi tujuan penelitian yang dibuat pada Bab I dan apakah sudah berjalan sesuai dengan metode yang sudah dibuat pada Bab III. Pembahasan analisis data ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pembahasan Hasil Analisis Kedalaman Efektif Tiang Pancang menggunakan Hasil Sondir dan SPT

Pembahasan hasil analisis kedalaman efektif tiang pancang ditentukan dari grafik hubungan antara kedalaman tanah dengan nilai q_c maksimum pada pengujian sondir, sementara grafik hubungan antara kedalaman tanah dengan nilai NSPT maksimum pada pengujian SPT yang dapat dilihat pada masing-masing titik pengujian, pembahasan hasil analisis ini disajikan dengan grafik setelah itu dari grafik akan terlihat nilai hubungan kedalaman dengan nilai q_c maksimum dan hubungan kedalaman nilai NSPT maksimum akan ditetapkan sebagai

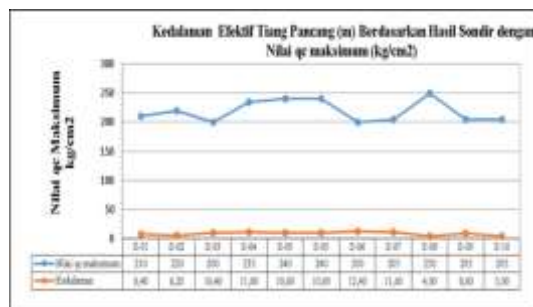
kedalaman efektif. Hasil dari penyelidikan sondir berupa diagram yang menampilkan hubungan antara kedalaman sondir dengan besar nilai perlawanan konus (q_c) serta jumlah hambatan perekat (TF) (Muthmainnah, 2021).

2. Pembahasan Hasil Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah menggunakan Hasil Sondir dan SPT secara Konvensional dengan Variasi Dimensi Tiang Pancang

Hasil sondir dan SPT secara konvensional dengan variasi dimensi tiang pancang ditentukan dengan mengambil nilai daya dukung tanah terkecil pada kedalaman efektif yang berada di daerah yang berdekatan untuk pengujian sondir dan SPT (Standard Penetration Test), pembahasan hasil analisis ini disajikan dengan tabel yang berisikan nilai daya dukung ijin tanah pada masing-masing titik pengujian dengan membandingkan nilai daya dukung pada titik uji sondir dan SPT yang berdekatan dan untuk nilai yang paling paling aman diambil nilai terkecil dari data. SPT adalah metode uji yang bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu atau tidak terganggu dengan metode penumbukan. (Hakam, 2008:560) menyatakan nilai tumbukan/pukulan yang digunakan untuk keperluan desain atau disebut dengan N_{spt} adalah 2 tumbukan terakhir atau $N_{spt} = N_2 + N_3$.

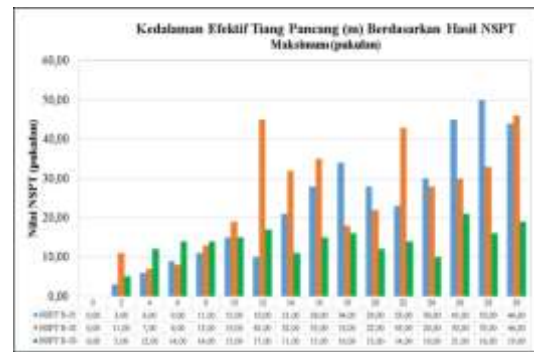
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembahasan Hasil Analisis Kedalaman Efektif Tiang Pancang menggunakan Hasil Sondir dan SPT



Gambar 2. Kedalaman tiang pancang menggunakan hasil sondir dengan nilai q_c maksimum

Sumber: Olahan penelitian mandiri 2023



Gambar 3. Kedalaman tiang pancang menggunakan hasil NSPT maksimum
Sumber: Olahan penelitian mandiri 2023

Dengan memperhatikan Gambar 2 dan Gambar 3 diperoleh pembahasan hasil analisis sebagai berikut:

1. Kedalaman efektif tiang pancang menggunakan hasil sondir dan SPT (*Standard Penetration Test*) pada proyek In House Hudson Square di Pagedangan, Tangerang-Banten adalah sebagai berikut:
 - a. Area 1 sondir titik S-03, S-04, S-05 yang berdekatan dengan SPT titik B-01 sebagai berikut:
 - Sondir titik S-04 = 11,00 m dengan nilai q_c (tahanan ujung) maksimum sebesar 235 kg/cm², Titik B-01 = 28 m memiliki nilai NSPT maksimum sebesar 50 pukulan (q_c sebesar 120–200 kg/cm²)
 - b. Area 2 sondir titik S-05, S-06, S-07 yang berdekatan dengan SPT titik B-02 sebagai berikut:
 - Sondir titik S-06 = 12,40 m dengan nilai q_c (tahanan ujung) maksimum sebesar 200 kg/cm², SPT titik B-02 = 30 m dengan nilai NSPT maksimum sebesar 46 pukulan (q_c sebesar 120–200 kg/cm²).
 - c. Area 3 sondir titik S-08, S-09, S-10 yang berdekatan dengan SPT titik B-03 sebagai berikut:
 - Sondir titik S-09 = 8,60 m dengan nilai q_c (tahanan ujung) maksimum sebesar 205 kg/cm², SPT titik B-03 = 26 m memiliki nilai NSPT maksimum sebesar 21 pukulan (q_c sebesar 40–120 kg/cm²).
 - d. Analisis menunjukkan bahwa hasil sondir lebih besar dari hasil SPT maka untuk keamanan hendaknya yang dipilih hasil SPT.

2. Pembahasan Hasil Analisis Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah menggunakan Hasil Sondir dan SPT secara Konvensional dengan Variasi Dimensi Tiang Pancang

Dengan melakukan analisis perbandingan nilai daya dukung tanah menggunakan data sondir dan SPT (Standard Penetration Test) secara konvensional dengan variasi dimensi tiang pancang Proyek In House Hudson Square di Pagedangan, Tangerang-banten menggunakan metode Meyerhoff 1956 & Aoki De Alencar (sondir) dan metode Meyerhoff 1956 & Decourt 1982 (SPT) maka diperoleh nilai daya dukung ijin tiang pancang pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Nilai Daya Dukung Ijin Tiang Pancang menggunakan Hasil Sondir Titik S-03, S-04, S-05 dan SPT Titik B-01

D/S (cm)	Sondir Titik S-03 (ton)	Sondir Titik S-04 (ton)	Sondir Titik S-05 (ton)	SPT Titik B-01 (ton)	Daya Dukung ijin Aman (ton)
D 30	57,62	71,64	65,70	24,77	24,77
D 40	87,59	70,30	79,35	42,19	42,19
D 50	123,00	94,05	106,83	64,19	64,19
S 30	73,36	91,22	89,49	31,32	31,32
S 40	111,52	137,84	132,57	53,43	53,43
S 50	135,35	192,76	192,00	81,33	81,33

Sumber: Olahan penelitian mandiri 2023

Tabel 2. Nilai Daya Dukung Ijin Tiang Pancang menggunakan Hasil Sondir Titik S-05, S-06, S-07 dan SPT Titik B-02

D/S (cm)	Sondir Titik S-05 (ton)	Sondir Titik S-06 (ton)	Sondir Titik S-07 (ton)	SPT Titik B-02 (ton)	Daya Dukung ijin Aman (ton)
D 30	65,70	70,46	40,01	20,48	20,48
D 40	79,35	126,96	58,47	34,38	34,38
D 50	106,83	173,90	78,66	51,81	51,81
S 30	89,49	109,77	50,95	26,05	26,05
S 40	132,57	164,92	73,07	43,73	43,73
S 50	192,00	229,61	97,77	65,92	65,92

Sumber: Olahan penelitian mandiri 2023

Tabel 3. Nilai Daya Dukung Ijin Tiang Pancang menggunakan Hasil Sondir Titik S-08, S-09, S-10 dan SPT Titik B-03

D/S (cm)	Sondir Titik S-08 (ton)	Sondir Titik S-09 (ton)	Sondir Titik S-10 (ton)	SPT Titik B-03 (ton)	Daya Dukung ijin Aman (ton)
D 30	32,68	61,87	38,71	8,11	8,11
D 40	54,75	94,67	60,58	12,14	12,14
D 50	82,52	137,97	86,93	16,82	16,82
S 30	41,61	78,78	49,29	10,33	10,33
S 40	69,71	132,37	77,13	15,46	15,46
S 50	95,36	199,63	110,68	21,42	21,42

Sumber: Olahan penelitian mandiri 2023

Dengan memperhatikan Tabel 1–Tabel 3 diperoleh hasil pembahasan analisis sebagai berikut:

1. Daya dukung ijin tiang pancang pada lokasi kajian adalah sebagai berikut:

- Pada Area 1 Sondir titik S-04 kedalaman 11,0 m daya dukung ijin minimum 71,64 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 192,76 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm yang berdekatan dengan SPT titik B-01 diperoleh daya dukung ijin minimum kedalaman 28 m sebesar 24,77 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 81,33 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm.
- Pada Area 2 sondir titik S-06 kedalaman 12,6 m daya dukung ijin minimum 70,46 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 229,61 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm yang berdekatan dengan SPT titik B-02 diperoleh daya dukung ijin minimum kedalaman 30 m sebesar 20,48 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 65,92 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm.
- Pada Area 3 sondir titik S-09 kedalaman 8,6 m daya dukung ijin minimum 61,87 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 199,63 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm yang berdekatan dengan SPT titik B-03 kedalaman 26 m diperoleh daya dukung ijin minimum 8,11 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 21,42 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- Kedalaman efektif tiang pancang menggunakan hasil sondir dan SPT (*Standard Penetration Test*) pada proyek *In House Hudson Square* di Pagedangan, Tangerang-Banten sebagai berikut:
 - Area 1 sondir titik S-04 = 11,00 m dengan nilai q_c (tahanan ujung) maksimum sebesar 235 kg/cm², Titik B-01 = 28 m memiliki nilai NSPT maksimum sebesar 50 pukulan (q_c sebesar 120–200 kg/cm²)
 - Area 2 sondir titik S-06 = 12,40 m dengan nilai q_c (tahanan ujung)

- maksimum sebesar 200 kg/cm², SPT titik B-02 = 30 m dengan nilai NSPT maksimum sebesar 46 pukulan (qc sebesar 120–200 kg/cm²).
- c. Area 3 sondir titik S-09 = 8,60 m dengan nilai qc (tahanan ujung) maksimum sebesar 205 kg/cm², SPT titik B-03 = 26 m memiliki nilai NSPT maksimum sebesar 21 pukulan (qc sebesar 40–120 kg/cm²).
 - d. Analisis menunjukkan bahwa hasil sondir lebih besar dari hasil SPT maka untuk keamanan hendaknya yang dipilih hasil SPT.
2. Daya dukung ijin tiang pancang pada lokasi kajian dengan variasi dimensi tiang pancang sebagai berikut:
- a. Pada Area 1 sondir titik S-04 kedalaman 11,0 m daya dukung ijin minimum 71,64 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 192,76 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm yang berdekatan dengan SPT titik B-01 diperoleh daya dukung ijin minimum kedalaman 28 m sebesar 24,77 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 81,33 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm.
 - b. Pada Area 2 sondir titik S-06 kedalaman 12,6 m daya dukung ijin minimum 70,46 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 229,61 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm yang berdekatan dengan SPT titik B-02 diperoleh daya dukung ijin minimum kedalaman 30 m sebesar 20,48 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 65,92 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm.
 - c. Pada Area 3 sondir titik S-09 kedalaman 8,6 m daya dukung ijin minimum 61,87 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 199,63 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm yang berdekatan dengan SPT titik B-03 kedalaman 26 m diperoleh daya dukung ijin minimum 8,11 ton dengan penampang lingkaran diameter 30 cm dan maksimum 21,42 ton dengan penampang persegi sisi 50 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakam, A., *Rekayasa Pondasi*, Padang:CV. Bintang Grafika, 262, 2008.
- Muthmainnah, M. (2021). Analisis Kapasitas Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang dengan Variasi Dimensi (Bearing Capacity and Settlement Analysis of Spun Pile Foundation with Various Dimention). Universitas Islam Indonesia:Yogyakarta, 2021..

ANALISA UNJUK KERJA MOTOR BENSIN 1 SILINDER 4 TAK DENGAN GENERATOR 1000 W BEBAN HEATER PADA PUTARAN BERVARIASI DI LABORATORIUM INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

Parman Sinaga

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

Abstrak

Untuk memberikan pengetahuan kepada mahasiswa tentang mesin dan penggunaannya, laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU) menyediakan mesin generator sebagai prasarana pengujian kerja mesin. Namun, saat ini alat uji generator yang ada di laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU) mengalami masalah yaitu, ada beberapa komponen pada alat tersebut tidak dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Dalam hal ini, dilakukan perbaikan dengan mengganti bak penampungan air, menambahkan dan merakit ulang sistem elektrikal dengan menambahkan box panel untuk mempermudah pembacaan indikator mesin, dan penggantian heater sebagai beban dalam mesin. Untuk itu dilakukan perbaikan perbaikan mesin unjuk kerja tersebut untuk mengetahui daya mesin yang dihasilkan dan juga efisiensi dari bahan bakar yang dihasilkan dengan beban heater dan putaran yang bervariasi. Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data peralatan yang digunakan, mempersiapkan alat uji yang sudah direkondisi, dilanjutkan dengan pengujian pada alat dengan variable kecepatan motor dan beban yang sudah ditentukan, dari pengujian tersebut didapat hasil besar dari Tegangan, Arus, Frekuensi, Kecepatan Putaran Generator (rpm), Efisiensi Bahan Bakar. Dari Hasil Pengujian itu dilakukan analisa untuk mendapatkan besar Daya yang dihasilkan dari alat unjuk kerja tersebut. Dari analisa tersebut diperoleh daya terkecil yaitu sebesar 225,6 Watt dengan rpm 2.541 dengan beban 650 Watt dan terbesar sebesar 1.118,6 Watt dengan rpm 3.227 dengan beban 1.300 Watt. Untuk Torsi yang dihasilkan dari mesin tersebut untuk torsi terkecil sebesar 0,85 Nm dengan rpm 2.541 dengan beban 650 Watt dan terbesar sebesar 3,29 Nm dengan beban 1.300 Watt. Dan laju aliran bahan bakar yang dihasilkan terkecil yaitu sebesar 0,34 kg/h dengan rpm 2.541 beban 650 Watt dan laju aliran bahan bakar terbesar sebesar 0,63 kg/h untuk rpm 3.227 dengan beban 1.300 Watt.

Kata Kunci : Mesin Generator, Rekondisi Alat, Heater, Efisiensi, Daya

1. PENDAHULUAN

Untuk memberikan pengetahuan kepada mahasiswa tentang mesin dan penggunaannya, laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU) menyediakan mesin generator sebagai prasarana pengujian kerja mesin. Namun, saat ini alat uji generator yang ada di laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU) mengalami masalah yaitu, ada beberapa komponen pada alat tersebut tidak dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Sehingga, proses pembelajaran untuk memberikan pengetahuan tentang

penggunaan mesin kepada mahasiswa mengalami kendala dan tidak sesuai dengan target pencapaiannya.

Dari beberapa permasalahan diatas, penulis mengajukan judul pembahasan mengenai “Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin 1 Silinder 4 Tak dengan Generator 1000 Watt Beban Heater dengan Putaran Bervariasi pada Laboratorium Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU)”. Analisa tersebut diharapkan dapat menunjukan performa mesin tersebut dalam putaran yang bervariasi yang untuk selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan

pembelajaran alat praktikum dan mengatasi permasalahan yang terjadi pada proses praktikum pengujian kerja mesin terhadap pengaruh sistem heater, serta dapat dilakukan proses pengujian kerja mesin generator set, Generator set atau genset adalah sebuah perangkat mesin yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat mesin berbeda yaitu engine dan generator atau alternator (G. Paul, 2015) dengan metode heater terhadap pengaruh penggunaan jenis bahan bakar dan kecepatan serta dapat dilakukan proses pembelajaran dalam laboratorium milik kampus Institut Teknologi Budi Utomo.

2. METODOLOGI

2.1 Sistem Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan variasi sebagai berikut:

1. Melakukan studi pendahuluan, menentukan permasalahan yang akan dibahas dan mencari sumber literatur yang berkaitan serta data awal yang diperlukan. Tahap ini merupakan tahap persiapan atas penelitian yang akan dilakukan. Melakukan studi dan jugamenjadi dasar untuk melakukan penelitian.
2. Melakukan pengambilan data, sebagai berikut :
 - a. Melakukan Perubahan Putaran (rpm) yang bervariasi (2.500 rpm, 3.000 rpm, dan 3.200 rpm) dengan beban 1 heater dan 2 heater;
 - b. Daya listrik (Watt) keluaran genset yang dihasilkan genset pada setiap varian pembebanan dan varian kecepatan yang sudah ditentukan;
 - c. Tegangan listrik terminal (Volt), arus listrik (A), dan frekuensi (Hz) yang dihasilkan

genset pada setiap varian pembebanan dan varian kecepatan yang sudah ditentukan;

- d. Efisiensi waktu habisnya bahan bakar yang dihasilkan dari proses varian pembebanan dan varian kecepatan yang sudah ditentukan;
 - e. pembebanan dan varian kecepatan yang sudah ditentukan;
3. Membuat perbandingan hasil dari data yang dicatat.
 4. Pembahasan dan evaluasi perbandingan, dalam tahap ini akan Pembahasan dan evaluasi perbandingan, dalam tahap ini akan.
 5. Kesimpulan.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian, teknik pengumpulan data merupakan faktor penting demi keberhasilan penelitian. Hal ini berkaitan dengan bagaimana cara mengumpulkan data, sumbernya, dan apa alat yang digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Hasil Pengujian yang diambil untuk Motor Bensin 1 Silinder 4 Tak dengan Generator 1.000 Watt Beban Heater dengan Putaran Bervariasi ini diantaranya Putaran Mesin (n), Tegangan (V), Arus (I), Daya (P), Waktu yang dibutuhkan (t), Suhu air (T). Pengambilan data dilakukan pada genset dengan pembebanan 1 heater (650Watt) dan 2 heater (1.300 Watt), dengan putaran yang bervariasi yaitu 2.541 rpm, 3.000 rpm, dan 3.200 rpm. Data yang diperoleh dari hasil pengujian genset kemudian dilakukan interpretasi data. Kemudian dibuat tabel agar mempermudah dalam analisis data. Dari hasil pengujian yang telah

dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Pengujian Mesin dengan Beban 1 Heater (650 Watt)
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Put (n) rpm	Vol Bahan Bakar	Daya Heater	Waktu (t)		I	V
	(ml)	Watt	menit	s	A	V
2.541	100	650	12	52	1,6	141
3.000	100	650	9	10	2,5	212
3.227	100	650	8	22	3	268

Tabel 2 Hasil Pengujian Mesin dengan Beban 2 Heater (1.300 Watt)
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Put (n) rpm	Vol Bahan Bakar	Daya Heater	Waktu (t)		I	V
	(ml)	Watt	menit	s	A	V
2.541	100	1.300	10	43	3,4	111
3.000	100	1.300	7	32	4,3	182
3.227	100	1.300	6	9	4,7	238

3.2 Analisa Perhitungan Daya Kerja Mesin dengan Bahan Bakar Pertamina dengan Beban 1 Heater 650 Watt

Adapun perhitungan pengujian bahan bakar solar pada putaran 2.541 rpm, pemakaian heater 650 watt, waktu 12,52 menit, sebagai berikut :

Dimana :

$$\begin{aligned} Ne &= \text{Watt} \\ T &= \text{Torsi (Nm)} \\ \omega &= \text{Kecepatan sudut (rad/s)} \\ Ng &= \text{Daya Keluaran (J/s)} \\ mf &= \text{Laju Bahan Bakar (kg/h)} \\ Sfc &= \text{Spesifik Fuel Consumption (kg/hp)} \end{aligned}$$

Maka :

1. Daya

$$\begin{aligned} Ne &= V \times I \\ &= 141 \times 1,6 \\ &= 225,6 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Torsi

$$\begin{aligned} T &= \frac{60 \times Ne}{2 \times \pi \times n} \\ &= \frac{60 \times 225,6}{2 \times 3,14 \times 2.541} \\ &= 0,85 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Kecepatan Sudut

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi \times n}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 2.541}{60} \\ &= 265,96 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Laju Aliran Bahan Bakar

$$\begin{aligned} mf &= \frac{v}{t} \times 60 \times \rho \\ &= \frac{0,0001 \text{ m}^3}{12,52} \times 60 \times 723 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,34 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

5. Perhitungan Spesifik Fuel Consumption

$$\begin{aligned} Sfc &= \frac{mf}{Ne} \\ &= \frac{0,34 \text{ kg/h}}{0,3 \text{ hp}} \\ &= 1,13 \text{ kg/hp.h} \end{aligned}$$

3.3 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Pertamina dengan Beban 1 Heater 650 watt pada Putaran 3.227 rpm

Bahan bakar Pertamina pada putaran 3.227 rpm, pemakaian heater 650 watt, waktu 8,22 menit, sebagai berikut :

Dimana :

$$\begin{aligned} Ne &= \text{Watt} \\ T &= \text{Torsi (Nm)} \\ \Omega &= \text{Kecepatan sudut (rad/dt)} \\ Ng &= \text{Daya Keluaran (J/s)} \\ mf &= \text{Laju Bahan Bakar (kg/h)} \\ Sfc &= \text{Spesifik Fuel Consumption (kg/hp)} \end{aligned}$$

Maka :

1. Daya

$$\begin{aligned} Ne &= V \times I \\ &= 268 \times 3 \\ &= 804 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Torsi

$$\begin{aligned} T &= \frac{60 \times Ne}{2 \times \pi \times n} \\ &= \frac{60 \times 804}{2 \times 3,14 \times 3.227} \\ &= 2,36 \text{ Nm} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Kecepatan Sudut

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi \times n}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 3.227}{60} \\ &= 340,38 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Laju Aliran Bahan Bakar

$$\begin{aligned} mf &= \frac{v}{t} \times 60 \times \rho \\ &= \frac{0,0001 \text{ m}^3}{8,22} \times 60 \times 723 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,53 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

5. Perhitungan Spesifik Fuel Consumption

$$\begin{aligned} Sfc &= \frac{mf}{Ne} \\ &= \frac{0,53 \text{ kg/h}}{1,08 \text{ hp}} \\ &= 0,49 \text{ kg/hp.h} \end{aligned}$$

Tabel 3 Analisa Perhitungan Motor Bensin Bahan Bakar Pertamina dengan Beban 1 Heater 650 Watt
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Putaran (n)	Bahan Heater (Watt)	Waktu (menit)	Daya (Ne)	Torsi (Nm)	Kec. Sudut (n) rad/s	Laju Aliran Bahan Bakar (kg/h)	Sfc (kg/hp.h)
2.541	650	12,52	225,6	0,85	265,96	0,34	1,13
3.000	650	9,38	530	1,69	314	0,46	0,66
3.227	650	8,22	804	2,36	340,38	0,53	0,49

3.4 Analisa Perhitungan Daya Kerja Mesin dengan Bahan Bakar Pertamina dengan Beban 2 Heater 1.300 Watt

3.4.1.1 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Pertamina dengan Beban Heater 1.300 Watt pada Putaran 2.541 rpm

Adapun perhitungan pengujian bahan bakar Pertamina pada putaran 2.541 rpm, pemakaian heater 1.300 watt, waktu 10,43 menit, sebagai berikut :

Dimana :

Ne = Watt

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan sudut

(rad/dt) NG = Daya

Keluaran (J/s)

mf = Laju Bahan Bakar

(kg/h)

Sfc = Spesifik Fuel

Consumption (kg/hp)

Maka :

1. Daya

$$Ne = V \times I = 111 \times 3,4 \\ = 377,4 \text{ Watt}$$

2. Torsi

$$T = 60 \times Ne \\ 2 \times \pi \times n \\ = 60 \times 377,42 \times 3,14 \times \\ 2.541 \\ = 1,42 \text{ Nm}$$

3. Perhitungan Kecepatan Sudut

$$\omega = \frac{2\pi \times n}{60} \\ = \frac{2 \times 3,14 \times 2.541}{60} \\ = 2 \times 3,14 \times 2.541 \times 60$$

4. Perhitungan Laju Aliran Bahan Bakar

$$mf = \frac{V}{t} \times 60 \times \rho \\ = \frac{0,0001 \text{ m}^3}{10,43} \times 60 \times 723 \text{ kg/m}^3 \\ = 0,42 \text{ kg/h}$$

5. Perhitungan Spesifik Fuel Consumption

$$Sfc = \frac{mf}{Ne} \\ = \frac{0,42 \text{ kg/h}}{0,51 \text{ hp}} \\ = 0,82 \text{ kg/hp.h}$$

3.5 Analisa Perhitungan Daya Kerja Mesin Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Pertamina dengan Beban 2 Heater 1.300 watt pada Putaran 3.000 rpm

Adapun perhitungan pengujian bahan bakar solar pada putaran 3.000 rpm, pemakaian heater 1.300 watt, waktu 7,32 menit, sebagai berikut :

Dimana :

Ne = Watt

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan sudut (rad/dt)

NG = Daya Keluaran (J/s)

mf = Laju Bahan Bakar (kg/h)

Sfc = Spesifik Fuel Consumption (kg/hp)

Maka :

1. Daya

$$N_e = V \times I$$

$$= 182 \times 4,3$$

$$= 452 \text{ Watt}$$
2. Torsi

$$T = \frac{60 \times N_e}{2 \pi \times n}$$

$$= \frac{60 \times 452}{2 \pi \times 3.14 \times 3.000}$$

$$= 2,49 \text{ Nm}$$
3. Perhitungan Kecepatan Sudut

$$\omega = \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 3.000}{60}$$

$$= 314 \text{ rad/s}$$
4. Perhitungan Laju Aliran Bahan Bakar

$$mf = \frac{v}{t} \times 60 \times \rho$$

$$= \frac{0,0001 \text{ m}^3}{7,32} \times 60 \times 723 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,59 \text{ kg/h}$$
5. Perhitungan Spesifik Fuel Consumption

$$Sfc = \frac{mf}{N_e}$$

$$= \frac{0,59 \text{ kg/h}}{1,05 \text{ hp}}$$

$$= 0,56 \text{ kg/hp.h}$$

3.6 Perhitungan Pemakaian Bahan Pertamina dengan Beban 2 Heater 1.300 watt pada Putaran 3.227 rpm

Adapun perhitungan pengujian bahan bakar solar pada putaran 2051 rpm, pemakaian heater 2600 watt, waktu 13,44 menit, sebagai berikut :
Dimana :

N_e = Watt
 T = Torsi (Nm)
 ω = Kecepatan sudut (rad/dt)
 NG = Daya Keluaran (J/s)
 mf = Laju Bahan Bakar (kg/h)
 Sfc = Spesifik Fuel Consumption (kg/hp)
 Maka :

1. Daya

$$N_e = V \times I$$

$$= 238 \times 4,7$$

$$= 1.118,6 \text{ Watt}$$
2. Torsi

$$T = \frac{60 \times N_e}{2 \pi \times n}$$

$$= \frac{60 \times 1118,6}{2 \pi \times 3,14 \times 3.227}$$

$$= 3,29 \text{ Nm}$$

3. Perhitungan Kecepatan Sudut

$$\omega = \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 3.227}{60}$$

$$= 340,38 \text{ rad/s}$$
4. Perhitungan Laju Aliran Bahan Bakar

$$mf = \frac{v}{t} \times 60 \times \rho$$

$$= \frac{0,0001 \text{ m}^3}{6,9} \times 60 \times 723 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,63 \text{ kg/h}$$
5. Perhitungan Spesifik Fuel Consumption

$$Sfc = \frac{mf}{N_e}$$

$$= \frac{0,63 \text{ kg/h}}{1,5 \text{ hp}}$$

$$= 0,42 \text{ kg/hp.h}$$

Tabel 4 Analisa Perhitungan Motor Bensin Bahan Bakar Pertamina dengan Beban 2 Heater 1.300 Watt
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

Putaran (rpm)	Beban (Watt)	Waktu (menit)	Daya (Ne)	Torsi (Nm)	Kec. Sudut (rad/s)	Laju Aliran Bahan Bakar (kg/jam)	Sfc (kg/hp.h)
2.541	1.300	10,43	377,4	1,42	265,96	0,42	0,82
3.000	1.300	7,32	452	2,49	314	0,59	0,50
3.227	1.300	6,9	1.118,6	3,29	340,38	0,63	0,42



Gambar 1 Grafik Putaran terhadap Daya dengan Beban 650 Watt dan 1.300 Watt
Sumber : Penelitian Mandiri 2022





Gambar 3 Grafik Putaran Terhadap Laju Konsumsi Bahan Bakar dengan Beban 650 Watt dan 1.300 Watt
Sumber : Penelitian Mandiri 2022

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rekondisi alat unjuk kerja dengan penggantian dan perbaikan beberapa part, mesin dapat berjalan dengan normal dan dapat dilakukan pengujian dan penelitian.

1. Waktu yang dihasilkan dari mesin bensin dengan bahan bakar Pertamina murni 100ml dengan beban 650 Watt yaitu pada rpm 2.541 selama 12,52 menit, untuk rpm 3.000 selama 9,38 menit, dan untuk rpm 3.227 selama 8,22 menit. Sedangkan untuk beban 1.300 Watt pada rpm 2.541 selama 10,43 menit, untuk rpm 3.000 selama 7,32 menit, dan untuk rpm 3.227 selama 6,9 menit. Data ini membuktikan bahwa semakin besar beban dan kecepatan mesin, maka semakin cepat waktu yang didapatkan untuk menghabiskan bahan bakar. Sedangkan makin kecil beban dan kecepatan mesin, maka semakin lama waktu yang didapatkan untuk menghabiskan bahan bakar tersebut.
2. Daya dan torsi terbesar didapat pada rpm 3.227 beban 1.300 Watt dengan hasil sebesar 1118,6 Watt untuk Daya dan 3,29 Nm untuk Torsi, lalu Daya dan Torsi

terkecil didapat pada rpm 2.541 beban 650 Watt dengan hasil sebesar 225,6 Watt untuk Daya dan 0,85 Nm untuk Torsi. Data ini membuktikan bahwa semakin cepat putaran dan besar beban maka semakin besar daya yang dihasilkan, begitupula dengan Torsinya. Sedangkan makin lambat putaran dan kecil beban yang diterima maka semakin kecil daya dan semakin kecil torsi yang dihasilkan.

3. Laju aliran Konsumsi Bahan Bakar sangat dipengaruhi dengan kecepatan putaran dan bebanyang diberikan, didapatkan bahwa laju aliran terkecil dengan konsumsi 100ml Pertamina didapat 0,34 kg/h dengan rpm 2.541 dan konsumsi tertinggi sebesar 0,63 kg/h untuk 3.227 rpm.

4.2 Saran

Saran dari Penulis untuk selanjutnya dapat dilakukan heater/beban karena heater/beban tersebut terlalu besar jadi tidak dapat dimaksimalkan dalam proses pengujian dengan 3 beban, karena spesifikasi mesin generator yang tidak mencapai beban yang akan diberikan. Kemudian dapat dilakukan teknologi teknologi yang terbaru di kemudian waktu agar mesin tersebut dapat dipakai untuk alat uji/alat praktikum mahasiswa Institute Teknologi Budi Utomo.

DAFTAR PUSTAKA

- Tumilar, G. Paul, Lisi, F dan Pakiding, M, "Optimalisasi Penggunaan Bahan Bakar Pada Generator Set dengan Menggunakan Proses Elektrolisis", Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. 4 No. 2, hal. 78, Mei 2015.

PERANCANGAN ALAT PENGOLAH LIMBAH MINYAK PELUMAS MOTOR PORTABLE KAPASITAS 13,21 LTR PER JAM

Indra Wdarmadi

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
indrawidarmadi8@gmail.com*

Abstrak

Minyak pelumas atau yang lebih dikenal oli memang banyak ragam dan macamnya tergantung jenis penggunaan mesin yang membutuhkan oli yang tepat. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar mesin dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi teknis dan berfungsi sebagai pendingin. Minyak pelumas dibuat dengan bahan dasar yang relatif sama tetapi memiliki usia pakai berbeda sehingga harus diganti apabila usia pakai sudah tercapai. Penggantian oli yang rutin diganti secara berkala mengakibatkan penumpukan limbah pelumas yang dapat merusak lingkungan. Oleh karena itu, untuk membantu mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan dari limbah minyak pelumas dibutuhkan sebuah alat yang dapat mengolah limbah minyak pelumas tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengatasi pencemaran limbah minyak pelumas dan membantu masyarakat khususnya industri bengkel motor dalam mengolah limbah minyak pelumas menjadi bahan bakar alternatif (base oil). Pada perancangan alat pengolah limbah minyak pelumas ini terdapat aspek yang berperan penting yaitu aspek pemanas, pengaduk, dan material. Perancangan dilakukan dengan metode teoritis perhitungan pada sebuah alat pengolah limbah minyak pelumas dengan kapasitas 13,21ℓ. Hasil perancangan menunjukkan bahwa diperlukan *heater* pemanas untuk memanaskan limbah minyak pelumas adalah 60,44 kw, dengan kecepatan pengaduk sebesar 5 rpm, ukuran jari-jari tangki 145 mm, dan tinggi minyak pelumas di dalam tangki 200 mm.

Kata Kunci: Limbah pelumas, pemanas, pengaduk, alat pengolah, kecepatan pengaduk.

1. PENDAHULUAN

Pengguna kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan pada tiap tahunnya. Berdasarkan Badan Pusat Statistik pada tahun 2016, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia sebesar 13.338.593 kendaraan. Pada tahun 2017, jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan hingga sebesar 14.137.126 kendaraan. Jumlah tersebut terus mengalami peningkatan pada tahun 2018 yaitu sebesar 15.037.359 kendaraan (Badan Pusat Statistik, 2020). Dengan kata lain, peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Provinsi DKI Jakarta dapat mencapai 1 juta atau bahkan lebih banyak lagi pada tiap tahunnya. (BPS, 2020)⁽¹⁾

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor akan mempengaruhi penggunaan minyak pelumas atau oli. Semakin banyak jumlah kendaraan bermotor maka akan semakin meningkat pula jumlah sisa atau buangan limbah minyak pelumas. Minyak pelumas atau oli yang sudah terpakai dan tidak digunakan kembali biasanya akan diletakkan di dalam drum-drum tempat penyimpanan yang selanjutnya akan diambil oleh pengepul oli bekas untuk diolah kembali. Penyimpanan maupun pengelolaan oli bekas ini harus benar-

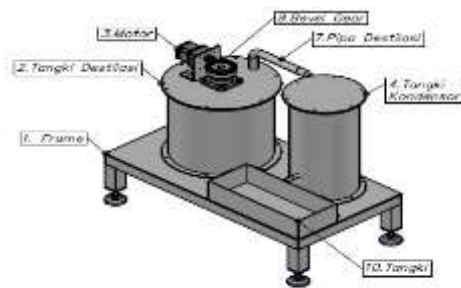
benar diperhatikan agar tidak membahayakan dan merugikan makhluk hidup serta lingkungan di sekitarnya. Selain itu, pengelolaan atau pemanfaatan oli bekas membutuhkan biaya yang cukup mahal sehingga hanya beberapa industri saja yang dapat melaksanakannya. (Ratman, .C.R, & Syafrudin, 2010)⁽²⁾

Untuk membantu mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan dari limbah minyak pelumas, saya mempunyai sebuah rancangan alat pengolah limbah minyak pelumas. Dengan tujuan mengatasi pencemaran limbah minyak pelumas dan dapat membantu masyarakat khususnya industri bengkel motor dalam mengolah limbah minyak pelumas yang dihasilkan menjadi bahan bakar alternatif.

Minyak pelumas bekas dihasilkan dari berbagai macam jenis mesin seperti mesin kendaraan bermotor, mesin motor diesel, maupun mesin turbin. Secara umum minyak pelumas bekas bersumber dari dua jenis produksi minyak pelumas yakni pelumas berbasis minyak bumi (*petroleum source*) atau *mineral base oil* dan *synthetic base oil*. Minyak pelumas bekas telah terkontaminasi oleh kotoran biasa ataupun bahan kimia akibat

dari penggunaannya. Terdapat berbagai macam kontaminan asing pada minyak pelumas bekas, baik dalam bentuk padatan maupun liquid campuran. Kontaminan dalam bentuk padatan masuk melalui udara di sekitar dan partikel logam dari mesin. Kontaminan dari udara berupa debu, tanah, dan kelembaban, maka dapat dikatakan sebagai limbah. Inilah yang melatar belakangi pembuatan destilator oli bekas yang dapat merubah oli bekas menjadi *base oil*. Berikut penjelasan singkat tentang *base oil*, *Base oil* adalah bahan bakar dasar yang digunakan untuk pembuatan minyak pelumas, berdasarkan dari komposisi kimia yang terkandung dalam *base oil* terdiri atas 6 unsur kimia yang terdiri dari *carbon, hydrogen, sulphur, nitrogen, oxygen* dan *metal*. (Mulyono, 2012)⁽³⁾

Gambar 1. Desain awal Alat Pengolah Limbah



Minyak Pelumas. (Sumber Dokumen Pribadi)

Pada proses perancangan mesin pengolah limbah ini beberapa hal yang menjadi perhitungan yaitu: rangka mesin, perencanaan tangki destilasi, perencanaan heater, perencanaan motor listrik, perencanaan poros pengaduk, perencanaan gigi kerucut, dan bantalan. Proses kerja alat menggunakan metode *destilasi*, metode *destilasi* adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (*viskositas*) bahan. Minyak pelumas sebanyak 13,21ltr dipanaskan di dalam tangki destilasi dengan temperatur 250 Derajat Celcius (523K) selama 2 jam (7200s). Jari-jari tangki destilasi 145 mm dan tinggi minyak pelumass didalam tangki sebanyak 200mm. dalam proses *destilasi* membutuhkan poros pengaduk yang bertujuan sebagai pemerataan *heat trasnfer* pada *fluida* agar lebih cepat dan *efisien*, proses pengadaukan dilakukan secara terus menerus dengan kecepatan 5 rpm dengan motor

sebagai penggeraknya. Hasil *destilasi* minyak pelumas kemudian di salurkan ke tangki kondensor yang berfungsi untuk merubah uap menjadi zat cair/ hasil destilasi.

Tabel 1. Modulus Elastisitas Berbagai Bahan.

Zat	Modulus elastisitas E (N/m ²)
Besi	100 x 10 ⁹
Baja	200 x 10 ⁹
Tembaga	110 x 10 ⁹
Perunggu	100 x 10 ⁹
Alumunium	70 x 10 ⁹
Beton	20 x 10 ⁹
Batu bara	14 x 10 ⁹
Marmer	50 x 10 ⁹
Granit	45 x 10 ⁹
Nilon	5 x 10 ⁹
Karet	0,5 x 10 ⁹

(Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta, PT Pradnya Paramita)⁽⁴⁾

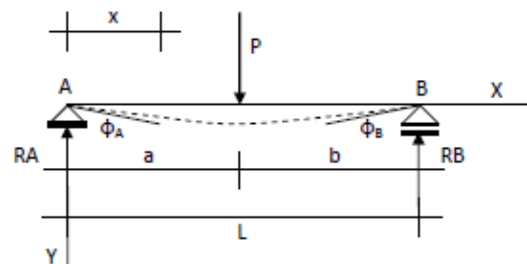
Dari data tabel 1, bahwa dalam perancangan mesin pemisah pegas ini menggunakan besi dengan modulus elastisitas

$$E = 100 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

Rumus momen inersia sebagai berikut :

(Mott, Robert L, 2009)⁽⁵⁾

$$I = \frac{T.H^3}{12} \dots\dots\dots(1.1)$$



Gambar 2. Beban Terpusat
Sumber: (Irawan A.P, 2007).^[6]

$$RA = Pb / L$$

$$RB = Pa / L$$

Lendutan terbesar untuk keadaan $a = b = \frac{1}{2} L$ akan terjadi di titik $x = \frac{1}{2} L$:

$$Y_{\max} = \frac{PL^3}{48 EIZ} \dots\dots\dots(1.2)$$

Untuk menentukan kapasitas isi tabung yang dipergunakan, maka rumus yang digunakan adalah :

$$V = \pi.r^2.h \dots\dots\dots(1.3)$$

Dimana:

V = volume oli didalam drum (ℓ)
 r = jari-jari tangki (m)
 h = tinggi oli di dalam tangki (m)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung massa oli didalam drum yang terbuka bagian atasnya adalah:

$$M = p \cdot V \dots\dots\dots(1.4)$$

Dimana:

m = massa oli di dalam tangki (kg)
 p = massa jenis oli (kg/m^3) = 800 kg/m^3
 V = volume oli di dalam tangki (ℓ)

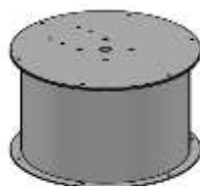
Menghitung gaya berat minyak pelumas di dalam tangki :

Persamaan yang digunakan untuk menghitung gaya berat minyak pelumas didalam tangki adalah :

$$W = m \cdot g \dots\dots\dots(1.5)$$

Dimana:

W = gaya berat pelumas (N)
 m = massa oli di dalam tangki (kg)
 g = gravitasi (m/s^2)



Gambar 3. Tangki Destilasi
(Sumber Dokumen Pribadi)



Gambar 4. Sketsa Heater
(Sumber: dokumen pribadi)

Untuk Mengetahui berapa besarnya daya heater yang dibutuhkan dari tiap heater yang akan digunakan , maka diperlukan perhitungan sebagai berikut:
 (Joko P.W, Dedy H, Giarno, Anhar R.A, 2018)⁽⁷⁾

Menghitung besarnya daya heater yang dibutuhkan pada tabung adalah :

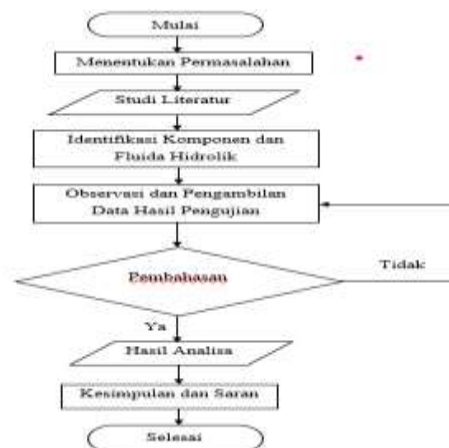
$$Q = m \cdot Cp \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{dt} \dots\dots\dots(1.6)$$

Dimana:

Q = daya heater yang dibutuhkan untuk memanaskan oli (W)
 m = massa oli di dalam tangka (kg)
 Cp = kalor jenis minyak pelumas (J/kg.k) 1915 J/kg.k
 dT = selisih temperature saturasi terhadap temperature oli di dalam drum (K)
 dt = waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan oli di dalam drum (s)

2. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan sesuai urutan diagram alir sebagai berikut :



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian
(Sumber dokumen pribadi)

Kontaminasi oli terjadi adanya benda-benda asing atau partikel pencemar di dalam oli. Terdapat beberapa macam benda pencemar bisa terdapat dalam oli yakni :

1. Keausan elemen, ini menunjukkan beberapa elemen biasanya terdiri dari tembaga, besi, chrominium, aluminium, timah, molybdenum, silicon, nikel atau magnesium.
2. Kotoran atau jelaga, kotoran dapat masuk kedalam oli melalui embusan udara lewat sela-sela ring dan melalui sela lapisan oli tipis kemudian merambat menuruni dinding selinder, jelaga timbul dari bahan bakar yang tidak habis.

Tabel 2. Tabel spesifikasi oli bekas.

No.	Keadaan Fisik	Cairan
1	Warna	Kuning - Kecoklatan
2	Bau	Khas Pelumas
3	Titik Nyala	220 Derajat Celcius
4	Viskositas	57,74 cSt pada 40 Derajat Celcius
		9,96 cSt pada 100 Derajat Celcius
5	Berat Jenis	874 kg/m ³ pada 20 Derajat Celcius
6	Kelarutan	Tidak larut dalam air

(Azharudin, Almadora, Anwar Sani, Jurnal Autenit Vol. 12, Politeknik Sriwijaya, 2020)⁽⁸⁾

Berikut spesifikasi alat pengolah limbah minyak pelumas:

1. Sumber energy yang digunakan untuk menghidupkan motor pengaduk adalah listrik dari energy yang berasal dari accu atau baterai dengan arus DC 12 volt dan 10 ampere .
2. Tabung atau tangki destilasi menggunakan material sus304 dengan diameter 290 mm dan tinggi 300 mm dengan ketebalan 2mm. dengan tinggi
3. minyak pelumas didalam tabung adalah 200 mm.
4. Pipa penyalur gas destilasi oli menggunakan pipa stainless steel dengan diameter luar 8mm dan diameter dalam 6,5mm dengan ketebalan 2mm.
5. Rangka mesin menggunakan besi hollow dengan ukuran 40mm x 40mm dengan tebal 1,2mm dengan dimensi rangka 750 mm x 400 mm x 206 mm.
6. Pemanas(Heater) menggunakan 2 buah heater untuk memanaskan minyak pelumas didalam tanki dengan temperature sebesar 250 Derajat Celcius (523 K), dan waktu yang diinginkan untuk mencapai temperature minyak pelumas 250 Derajat Celcius adalah 2 jam (7200 s).
7. Poros pengaduk menggunakan material S45C dengan massa jenis 7,85 kg/m³.
8. Bantalan yang digunakan untuk mesin ini adalah berjenis "Single Ball-Bearing" . Bantalan yang digunakan berjenis UCF dengan type204.
9. Pinion gear menggunakan modul m = 2, dan jumlah gigi z1 dan z2 adlah 12

dan 42 dengan ratio putaran 1:2. Motor penggerak menggunakan motor DC 12 volt, 0,12 kw, putaran 300rpm, dengan perbandingan gearbox 1:30.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume beban pada alat pengolah limbah minyak pelumas beserta komponennya didapat dengan menggunakan perintah MASSPROP pada autocad dengan cara:

- Aktifkan perintah MASSPROP
- Klik desain 3D
- Setelah itu akan muncul properties dari desain 3D yang kita klik, kita cukup fokus pada nilai volume-nya saya. Lebih jelasnya liat pada gambar dibawah ini:

```

----- SOLIDS -----
Mass: 4054905.4205
Volume: 4054905.4205
Bounding box: X: 220.4982 -- 370.4982
               Y: 90.1813 -- 490.1813
               Z: -107.0500 -- 308.0500
Centroid: X: 567.6403
           Y: 306.0328
           Z: 40.5230
Moments of inertia: X: 5.2762E+11
                   Y: 1.5841E+12
                   Z: 1.5846E+12
Products of inertia: XY: -6.9940E+11
                   YZ: -6.6974E+10
                   ZX: -6.5444E+10
Radii of gyration: X: 360.7300
                  Y: 625.0381
                  Z: 693.5526
Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:
I: 1.3054E+12 along [0.9347 -0.0747 -0.3476]
J: 2.7513E+12 along [-0.0149 0.9486 -0.2481]
K: 2.1477E+12 along [0.3552 0.2370 0.9042]

```

Gambar 6. Menentukan volume komponen pada desain dengan MASSPROP pada auto-cad. (Dokumen Pribadi)

Diketahui dari hitungan volume komponennya adalah 4054905,4 mm³ = 0,0040549054 m³, dengan material sus304 dengan massa jenis 8000 kg/m³. Untuk menentukan berat pada komponen dapat dihitung sbb. (Nostrad, D. Van, 1955) ⁽⁹⁾

Menentukan massa komponen;

$$m = p \cdot V$$

Dimana:

m = massa (kg)

p = massa jenis material SUS 404 (kg/m³) = 8000 kg/m³

V = volume material komponen (m³)

Maka, massa komponen adalah sebagai berikut:

$$m = p \cdot V$$

$$m = 8000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,0040549054 \text{ m}^3$$

$$m = 32,4392432 \text{ kg} \approx 32,4 \text{ kg}$$

Beban komponen yang telah dihitung didapat beban sebesar 32,4 kg. langkah selanjutnya adalah menentukan gaya berat komponen:

$$W = m \cdot g$$

Dimana

W = gaya berat komponen (N)

m = massa komponen (kg)

g = gravitasi (m/s^2)

Maka, gaya berat komponen adalah sebagai berikut:

$$W = m \cdot g$$

$$W = 32,4 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 317,52 \text{ N}$$

Dalam perancangan alat pengolah limbah minyak pelumas ini, rangka yang digunakan adalah hollow $40 \times 40 \text{ mm}$ yang memiliki modulus elastisitas $E = 100 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ (lihat pada tabel 1). Hollow yang digunakan dalam rancang bangun alat *pengolah limbah minyak pelumas* ini memiliki ketebalan 1,2 mm. Untuk menghitung momen inersia (I) pada rangka hollow, dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$I = \frac{T.H^3}{12}$$

$$I = \frac{40 \times 38,8^3}{12}$$

$$I = 194703,58 \text{ mm}^3$$

Penampang rangka pada hollow mengalami **defleksi** (lendutan) pembebanan terpusat diujung rangka dengan rangka yang panjangnya 750 mm = 0,75 m. maka dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_{max} = \frac{-WL}{3EI}$$

$$Y_{max} = \frac{-317,52 \times 0,75^3}{3(100 \times 10^9)(1,9470358 \times 10^{-4})}$$

$$Y_{max} = -0,00000229329 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan diatas, **nilai defleksi**

pada kerangka adalah $-0,00000229329 \text{ m}$. Karena nilai $-0,00000229329 \text{ m} < 1$, maka hasilnya adalah aman.

Menentukan kapasitas oli pelumas di dalam tangki

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = 3,14 \cdot 0,145 \text{ m} \cdot 0,145 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m}$$

$$V = 0,01321 \text{ m}^3$$

$$V = 13,21 \text{ l}$$

Menentukan massa minyak pelumas di dalam tangki dimana p = massa jenis oli (kg/m^3) = 800 kg/m^3

Maka, massa minyak pelumas di dalam tangki adalah sebagai berikut:

$$m = p \cdot V$$

$$m = 800 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,01321 \text{ m}^3$$

$$m = 10,57 \text{ kg}$$

Gaya berat minyak di dalam tangki adalah sebagai berikut:

$$W = m \cdot g$$

$$W = 10,57 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 103,586 \text{ N}$$

Untuk mengetahui berapa besarnya daya *heater* yang dibutuhkan dari tiap heater yang akan dipasang dengan temperature heater yang akan dicapai untuk memanaskan minyak pelumas didalam tangki adalah sebesar 250 derajat celcius (523 kelvin), dan waktu yang diinginkan untuk mencapai temperature minyak pelumas 250 Derajat Celcius adalah 2 jam (7200 s), maka perlu dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = m \cdot Cp \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{dt}$$

Dimana:

Cp = kalor jenis minyak pelumas (j/kg.k)
= 1915 j/kg.k

Maka, daya *heater* yang dibutuhkan adalah:

$$Q = m \cdot Cp \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{dt}$$

$$Q = 10,57 \text{ kg} \cdot 1915 \frac{\text{j}}{\text{kgk}} \cdot \frac{(523 - 308) \text{ k}}{7200 \text{ s}}$$

$$Q = 604,4 \text{ W}$$

$$Q = 60,44 \text{ kW}$$

Sedangkan Daya Motor diketahui dari data tegangan 12 Volt & kuat arus 10 A, maka :

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \text{ volt} \times 10 \text{ ampere}$$

$$P = 120 \text{ Watt} = 0,12 \text{ kW}$$

Selanjutnya untuk menghitung daya rencana adalah : [16]

$$P_d = \text{Daya Rencana (kW)}$$

$$F_c = \text{Faktor Koreksi (1,0)}$$

$$P = \text{Daya Motor (kW)}$$

Jadi :

$$P_d = P \cdot f_c$$

$$P_d = 0,12 \text{ kW} \cdot 1,0$$

$$P_d = 0,12 \text{ kW} = 0,16 \text{ Hp}$$

Dari hasil yang didapat maka digunakan **motor 0,3 Hp agar lebih aman** dalam penggunaannya.

Untuk menghitung torsi rencana yang dihasilkan sebagai berikut :

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$F = \text{beban pada tabung (N)} = \text{kapasitas pelumas di dalam tanki}$$

$$r = \text{jari-jari tabung (m)}$$

Penyelesaian :

$$T = F \cdot r$$

$$T = 103,586 \text{ N} \cdot 0,145 \text{ m}$$

$$T = 15,019 \text{ Nm}$$

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penentuan komponen pengolah limbah minyak pelumas motor portable kapasitas 13.21 ltr/jam:

1. Hasil perhitungan pembebanan pada rangka sebesar 317,52 N, rangka yang digunakan yaitu besi hollow 40mmx40mm dengan tebal hollow 1.2mm dengan panjang rangka 750mm dan dimensi tabung berdiameter 290 mm dan tinggi 300 mm. dengan tinggi minyak pelumas di dalam tabung 200 mm. tabung dapat menampung limbah minyak pelumas sebesar 13,21ℓ adalah **Aman**.
2. Daya heater yang dibutuhkan untuk memanaskan limbah minyak pelumas (250 C) adalah 60,44 kw dengan waktu 2 jam (7200 s).
3. Menggunakan baterai berarus DC 12 volt, 10 ampere dengan putaran

pengaduk 5 rpm. Dengan daya motor 0,12 kW maka torsi rencana yang dihasilkan 15,019 Nm (**aman**).

4. Dengan menggunakan material S45C dengan kekuatan tarik 3,22 kg/mm². Perencanaan poros yang didapat adalah 19,81 mm (**aman**).

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Badan Pusat Statistik 2020. Jakarta: Perkembangan Jumlah kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 2016-2020. Diakses tanggal 20 Agustus 2022. Tersedia dari: <https://jakarta.bps.go.id/backend/images/kendaraan-bermotor-2020-ind.JPG>.
- [2.] Ratman, C. R. dan Syafrudin. 2010. Penerapan Pengolahan Limbah B3 di PT.Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *Jurnal Presipitasi*, c.
- [3.] Mulyono, 2012. *Bahan Dasar Minyak Pelumas Mineral : Base Oli*, *Majalah Ilmiah Pusdiklat*, 2(3):35-43. diakses pada 20/08/2022.
- [4.] Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [5.] Mott, Robert L, 2009. *Elemen Mesin dan Perancangan Mekanis*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [6.] Irawan. A. P. (2007) *Diktat Kuliah Mekanika Teknik (Statika Struktur)*. Jakarta: Universitas Tarumanegara.
- [7.] Joko Prasetyo Witoko, Dedy Haryanto, Giarno, Mukhinun Hadi Kusuma, Mulya Juarsa, Anhar R.A (2018). *Jurnal Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XII), yang berjudul "Perhitungan Kebutuhan Daya Heater Padda Kolam Pemanas Heat Pipe"* diakses pada 19/09/2022.
- [8.] Azharudin, Almadora Anwar Sani, Muhammad Ade Ariasnya (Politeknik Negeri Sriwijaya, 2020) Judul Jurnal Autenit Vol12 No.2, Oktober 2020, ISSN:2085-1286 E-ISSN:2622-7649 yang berjudul "*Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekass) Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Perlakuan Panas Yang Konstan*".
- [9.] Nostrad, D.Van. 1955. *Defleksi balok-balok yang dibebani secara lateral*, diakses pada 19/09/2022.

ANALISA SISTEM PENGKONDISIAN DAN DISTRIBUSI PASOKAN DAN PENGEMBALIAN UDARA UNTUK RUANG BERUKURAN (45x18x6.35)M PADA PROYEK PUSAT

Sahidul Anam

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

syahidulanam1@gmail.com

Abstrak

Pusat data adalah pusat penyimpanan data dalam skala besar. Pusat data memiliki resiko sangat besar. Faktor yang dapat menyebabkan kegagalan antara lain yaitu kesalahan manusia, sistem pendingin, kabel dan sistem keamanan. Sistem pendingin merupakan pokok pembahasan dari penelitian ini, memaparkan tentang Analisa Sistem Pengkondisian dan Distribusi Pasokan dan Pengembalian Udara untuk Ruang Berukuran (45x18x6.35) M Pada Proyek Pusat Data. Permasalahan yang timbul dari pusat data adalah *overheating* dan kerusakan komponen. Dengan adanya permasalahan ini memfokuskan pada analisa sistem pengkondisian dan distribusi Pasokan & Pengembalian udara. Dengan tujuan untuk menentukan beban pendingin, mensimulasikan distribusi udara tersebut, yang mempengaruhi distribusi udara. Metode analisa ini menggunakan metode *CLTD*, *CFD* *6SigmaDCX*, *Heat load test*. Hasil perhitungan beban pendingin, simulasi pergerakan distribusi berdasarkan input dari spesifikasi dan perhitungan beban pendingin, serta analisa distribusi di temukanya kebocoran pada plenum chamber ceiling mengakibatkan terpecahnya distribusi udara.

Kata Kunci: Sistem Pendingin *Data Center*, *Wall Flow System*, *6SigmaDCX*

1. PENDAHULUAN

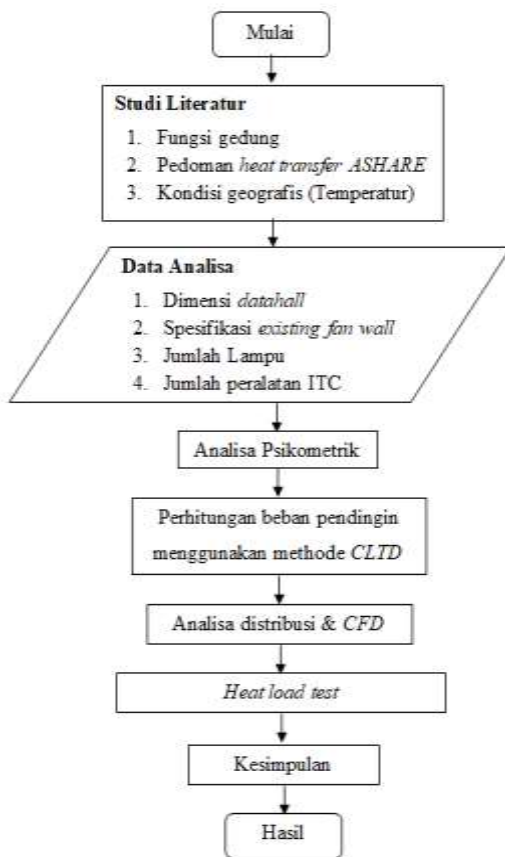
Sistem Pendingin harus terencana dengan baik agar aliran udara dari perangkat pendingin mengalir dengan arah parallel ke barisan kabinet/rak. Kriteria umum desain sistem pendingin pada pusat data yang harus dipenuhi, adalah memiliki skalabilitas dan adaptabilitas yang sangat baik, sudah terstandardisasi, sederhana namun cerdas. Sistem pendingin pada pusat data dibuat untuk menjaga kestabilan temperatur yang cocok untuk pusat data. Keadaan temperatur dan kelembapan yang harus dijaga di dalam pusat data, Temperatur kering: 20°C-25°C (68°F-77°F), dengan rata-rata keadaan temperatur normal diset menjadi 22°C±10C. Kelembapan relatif: 40%-50%, dengan titik normal berada pada 45%±5%. Titik embun maksimum: 21°C (69.8°F) Perubahan maksimum yang boleh terjadi dari batas suhu sekarang adalah sebesar 5°C (9°F) per jam, titik embun maksimum 21°C. Masalah pendinginan berada di urutan ke-2 setelah kesalahan manusia untuk faktor yang dapat menyebabkan kegagalan di pusat data. Karena di Indonesia sendiri beriklim tropis, masalah pendinginan bisa menjadi masalah yang sangat penting. Sebenarnya, pendinginan di pusat data cuma berakut di tiga hal diantaranya pendingin udara,

sirkulasi udara dan kontrol/monitoring suhu. (Rajif Rizal Fahlevi, Rd. Rohmat Saedudin, Adityas Widjarto. 2018)

Pusat data terdiri dari beberapa piranti berteknologi tinggi yang bekerja selama 24 jam tanpa henti. Jadi sangat wajar apabila komponen-komponen di dalamnya sering terjadi *overheating* dan kerusakan komponen. Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan optimasi desain pada sistem pengkondisian udara. Perancangan desain sistem pengkondisian udara yang baik dan efektif akan menghasilkan *supply* dan *return* udara yang lebih baik serta meminimalisir terjadinya kerugian pada saat proses pendistribusian udara. Perhitungan beban dengan menggunakan metode *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)*. Metode ini seringkali digunakan untuk memperkirakan besarnya beban pendinginan yang dipengaruhi oleh tiga jenis beban panas (beban panas akibat konduksi, beban panas akibat radiasi, dan beban panas internal) dan analisis sistem pengkondisian serta distribusi *supply* dan *return* udara dengan menggunakan perangkat lunak berbasis *Computational Fluid Dynamics (CFD)* untuk diterapkan pada ruang proyek pusat data. (Rajif Rizal Fahlevi, Rd. Rohmat Saedudin, Adityas Widjarto. 2018)

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, digunakan bagan atau diagram alir, sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam perancangan ini antara lain:

a) Observasi

Observasi atau metode pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung, untuk melihat dan mengambil suatu data yang dibutuhkan

b) Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka langsung dengan narasumber dengan cara tanya jawab

c) Dokumentasi

Dokumentasi sendiri pengumpulan data dengan cara melihat langsung sumber-sumber dokumen yang terkait. dokumentasi sebagai Pengambilan data melalui dokumen tertulis maupun elektronik yang di gunakan sebagai pendukung kelengkapan data penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Ukuran Ruangan : (45x18x6.35)m, dengan: 334 rack server.

a) Perhitungan Luas Area

Luas = Panjang x Lebar

$$\text{Luas} = 45 \text{ m} \times 18 \text{ m} = 810 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas} = 810 \text{ m}^2$$

b) Perhitungan Volume

Volume = Panjang x Lebar x Tinggi

$$\text{Volume} = 45 \text{ m} \times 18 \text{ m} \times 6.35 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 5143.5 \text{ m}^3$$

c) Perhitungan Internal Surface Wall

Tinggi 6.35m

Internal Wall = Keliling Internal x Tinggi

$$\text{Internal Wall} = (44.725 \text{ m} \times 6.35 \text{ m})$$

$$\text{Internal Wall} = 284 \text{ m}^2$$

Tinggi 4.3m

Internal Wall = Keliling Internal x Tinggi

$$\text{Internal Wall} = (1.35 + 1 + 43.65 + 15.6 + 21.2 + 1.1 + 1.35) \text{ m} \times 4.3 \text{ m}$$

$$\text{Internal Wall} = 366.575 \text{ m}^2$$

Total dinding permukaan dinding bagian dalam $284 \text{ m}^2 + 366.575 \text{ m}^2 = \underline{650.575 \text{ m}^2}$

d) Perhitungan External Surface Wall

Keliling = 2 x (Panjang x Lebar)

$$\text{Keliling} = 2 \times (45 \text{ m} + 18 \text{ m})$$

$$\text{Keliling} = 126 \text{ m}$$

Kemudian keliling tersebut dikaliakn dengan tinggi

Internal Wall = Keliling x Tinggi

$$\text{Internal Wall} = 126 \text{ m} \times 6.35 \text{ m}$$

$$\text{Internal Wall} = \underline{800.1 \text{ m}^2}$$

Tabel 1. Diagram Alir

Nama Ruang	Area (m ²)	Tinggi (m)	Volume (m ³)	External Wall (m ²)	Internal Wall (m ²)
Datahall	810	6.35	5143.5	800.1	650.575

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 2. *Crah Wall Fan Equipment Schedule*

REQUIRED COOLING COIL DATA								REMARKS
MIN. NET TOTAL CAPACITY (kW)	MIN. NET SEVERABLE CAPACITY (kW)	RETURN AIR		SUPPLY AIR (COOL)	ON INLET TEMP (°C)	ON OUTLET TEMP (°C)	ON FLOW RATE (m³/s)	
		TEMP (COOL)	W (°C)					
254	254	24.5	20	23.8	18	25	25	142
No.	EQUIPMENT TAG	QTY	STOREY	AREA SERVED	REQUIRED FAN DATA			INTERNAL STATIC PRESSURE (Pa)
					AIRFLOW TYPE	MIN. SUPPLY AIR (m³/s)		
1	Fan 01	12	LEVEL 2	Daerah	Fan coil system	18.000	180	

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 3. Kondisi Suhu Udara Luar Ruangan

Or input data for air properties		
T Dry, °C		37.8
T Wet, °C		32.8
Quantity	Value	Units
P Ambient	101325	Pa
T Dry Bulb	37.800	°C
Humid Ratio	29.393	g/kg(d.a)
Rel Humid	69.425	%
T Wet Bulb	32.601	°C
T Dew	31.226	°C
T Saturation	32.449	°C
Enthalpy	113.540	kJ/kg(d.a)
P Vapour	4572.319	Pa
P Sat Vapour	6560.053	Pa
Spec Heat	1.044	kJ/(kg.K)
Spec Volume	0.923	m³/kg(d.a)
Density	1.116	kg/m³

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 4. Kondisi Suhu Udara Dalam Ruangan

Or input data for air properties		
T Dry, °C		34.5
Rel Humid, %		31
Quantity	Value	Units
P Ambient	101325	Pa
T Dry Bulb	34.500	°C
Humid Ratio	10.637	g/kg(d.a)
Rel Humid	31.000	%
T Wet Bulb	21.395	°C
T Dew	14.924	°C
T Saturation	21.262	°C
Enthalpy	61.968	kJ/kg(d.a)
P Vapour	1703.848	Pa
P Sat Vapour	5474.039	Pa
Spec Heat	1.024	kJ/(kg.K)
Spec Volume	0.886	m³/kg(d.a)
Density	1.140	kg/m³

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Tabel 5. Kondisi Suhu Udara Dalam Datahall

Or input data for air properties		
T Dry, °C		28
Rel Humid, %		50
Quantity	Value	Units
P Ambient	101325	Pa
T Dry Bulb	28.000	°C
Humid Ratio	7.281	g/kg(d.a)
Rel Humid	50.000	%
T Wet Bulb	13.772	°C
T Dew	9.274	°C
T Saturation	13.718	°C
Enthalpy	38.615	kJ/kg(d.a)
P Vapour	1174.016	Pa
P Sat Vapour	2338.804	Pa
Spec Heat	1.018	kJ/(kg.K)
Spec Volume	0.840	m³/kg(d.a)
Density	1.199	kg/m³

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Muatan IT Equipment

Sesuai dengan permintaan *owner* yang menyediakan *Uninterruptible Power Supply (UPS)* dengan kapasitas 500kW dengan jumlah empat unit UPS yang berarti memiliki kapasitas total sejumlah 2000kW yang berfungsi sebagai penyedia listrik cadangan pada *data center*, dan hal-hal penting lain.

REPORT FACTORY ACCEPTANCE TEST (UPS 500kW)	
PROJECT TITLE:	JKT3 NEW CONSTRUCTION PROJECT
CUSTOMER:	PT. NTT GLOBAL DATA CENTERS INDONESIA
EQUIPMENT:	UPS 500kW

Gambar 2. Kapasitas UPS
[Sumber: Dokumen Pribadi]

DAH-D1L204: 1888 kW
IDF-D1L2A04: 6 kW
IDF-D1L2B04: 6 kW
SAL Temperature Range: 18 °C(DB) - 27 °C(DB) SAL Humidity Range: 40% - 70%

Gambar 3. Pembagian Power Supply
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Pendingin

Metode *Cooling Load Temperature Difference* digunakan untuk perhitungan beban pendinginan yang bersumber dari perolehan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi melalui dinding, kaca, serta atap. (Octoro, R, 2013)

$$q = U A (t_b - t_i)$$

q = Laju perpindahan panas, W
 U = Koefisien perpindahan panas keseluruhan antara yang berdekatan dan ruang terkondisi, $W/(m^2.K)$
 A = Luas bagian pemisah yang bersangkutan, m^2
 t_b = Suhu udara rata-rata di ruang yang berdekatan, $^{\circ}C$
 t_i = suhu udara di ruang ber-AC, $^{\circ}C$

a) Perhitungan Panas Melalui Atap

Koefisien perpindahan panas atap:

- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$
- M14: Beton kelas ringan 150mm = $0.08 (m^2.K)/W$
- I01: Papan insulasi 25mm = $0.88 (m^2.K)/W$
- F05: Resistansi ruang udara langit-langit = $0.18 (m^2.K)/W$
- G01: Papan gypsum 0.10 $(m^2.K)/W$
- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$

Sehingga perpindahan kalor total:

$$U = \frac{1}{0.16 + 0.08 + 0.88 + 0.18 + 0.10 + 0.16} = \frac{1}{1.56} = 0.641$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui atap:

$$\begin{aligned} q &= U A (t_b - t_i) \\ q &= 0.641(m^2.K)/W \times 810 m^2 \\ &\quad \times (37.8 - 34.5)^{\circ}C \\ q &= 1731 W \text{ dibulatkan } \underline{1.73 kW} \end{aligned}$$

Tabel 6. Beban Transmisi Melalui Atap

Heat Gain through Exterior Roof					
Room	Heat Gain through Exterior Surfaces				
	Overall heat transfer coefficient $U (W/m^2.K)$	Surface area $A (m^2)$	Outdoor temperature $t_o (^{\circ}C)$	Indoor temperature $t_i (^{\circ}C)$	Sensible heat $Q_s (kW)$
Datahall	0.641	810	37.8	34.5	1.71

[Sumber: Dokumen Pribadi]

b) Perhitungan Panas Melalui Permukaan Lantai

Koefisien perpindahan panas lantai:

- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$
- M14: Beton kelas ringan 150mm = $0.08 (m^2.K)/W$
- I01: Papan insulasi 25mm = $0.88 (m^2.K)/W$
- F03: Ketahanan permukaan horizontal dalam ruangan = $0.16 (m^2.K)/W$

Sehingga perpindahan kalor total:

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{0.16 + 0.08 + 0.88 + 0.16} \\ &= \frac{1}{1.28} = 0.781 \end{aligned}$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui lantai:

$$\begin{aligned} q &= U A (t_b - t_i) \\ q &= 0.781 (m^2.K)/W \times 810 m^2 \\ &\quad \times (34.5 - 20)^{\circ}C \\ q &= 9172 W \text{ dibulatkan } \underline{9.17 Kw} \end{aligned}$$

Tabel 7. Beban Transmisi Melalui Lantai

Internal Floor					
Room	Heat Gain through Interior Surfaces				
	Overall heat transfer coefficient $U (W/m^2.K)$	Surface area $A (m^2)$	Temperature in adjacent space $t_g (^{\circ}C)$	Indoor temperature $t_i (^{\circ}C)$	Sensible heat $Q_s (kW)$
Datahall	0.781	810	34.5	20.0	9.17

[Sumber: Dokumen Pribadi]

c) Perhitungan Panas Permukaan dinding dalam

Koefisien perpindahan panas dinding dalam:

- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = $0.12 (m^2.K)/W$
- G01: Papan gypsum 0.10 $(m^2.K)/W$
- F04: resisten udara dinding = $0.15 (m^2.K)/W$
- G01: Papan gypsum 0.10 $(m^2.K)/W$

- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = $0.12 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

Sehingga perpindahan kalor total:

$$U = \frac{1}{0.12 + 0.19 + 0.15 + 0.10 + 0.12}$$

$$= \frac{1}{0.59} = 1.695$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui dinding:

$$q = U A (t_b - t_i)$$

$$q = 1.695 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \times 810 \text{ m}^2$$

$$\times (34.5 - 34.5)^\circ \text{C}$$

$$q = 0 \text{ kW}$$

Tabel 8. Beban Transmisi Melalui Permukaan Dinding Dalam

Internal wall					
Room	Heat Gain through Interior Surfaces				
	Overall heat transfer coefficient $U \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$	Surface area $A \text{ (m}^2)$	Temperature difference $t_b - t_i \text{ (}^\circ \text{C)}$	Indoor temperature $t_i \text{ (}^\circ \text{C)}$	Sensible heat $Q_s \text{ (kW)}$
Datarhall	1.695	810	34.5	34.5	0.00

[Sumber: Dokumen Pribadi]

d) Perhitungan Panas Permukaan dinding luar

Koefesien perpindahan panas dinding dalam:

- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = $0.12 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- G01: Papan gypsum $0.10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- F04: resisten udara dinding = $0.15 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- G01: Papan gypsum $0.10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- Resistansi permukaan vertikal dalam ruangan = $0.12 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

Sehingga perpindahan kalor total:

$$U = \frac{1}{0.12 + 0.19 + 0.15 + 0.10 + 0.12}$$

$$= \frac{1}{0.59} = 1.695$$

Sehingga beban transmisi kalor melalui dinding:

$$q = U A (t_b - t_i)$$

$$q = 1.695 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \times 810 \text{ m}^2$$

$$\times (37.8 - 34.5)^\circ \text{C}$$

$$q = 3.64 \text{ kW}$$

Tabel 9. Beban Transmisi Melalui Permukaan Dinding Luar

External wall					
Room	Heat Gain through Exterior Surfaces				
	Overall heat transfer coefficient $U \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$	Surface area $A \text{ (m}^2)$	Outdoor temperature $t_b \text{ (}^\circ \text{C)}$	Indoor temperature $t_i \text{ (}^\circ \text{C)}$	Sensible heat $Q_s \text{ (kW)}$
Datarhall	1.695	651	37.8	34.5	3.64

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Panas Internal Melalui Pencahayaan Lampu (ASHARE handbook Fundamental SI, 2021)

$$q_{el} = W F_{ul} F_s$$

A = Luas area, m^2

q_{el} = Panas dari pencahayaan lampu, kW

W = Total watt cahaya, kW

F_{ul} = Faktor penggunaan pencahayaan

F_s = Faktor penyisihan pencahayaan khusus

Sehingga beban kalor dari pencahayaan lampu:

$$q_{el} = 18.4 \text{ W/m}^2 \times 810 \text{ m}^2$$

$$q_{el} = 14904 \text{ W} \text{ dibulatkan } 14.9 \text{ kW}$$

Tabel 10. Beban Pencahayaan Lampu

Instantaneous Heat Gain from Lighting			
Room	Lighting Heat Gain (kW)		
	Floor Area $\text{(m}^2)$	Lighting Power Density $\text{(W/m}^2)$	Sensible heat (kW)
Datarhall	810	18.4	14.9

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Panas dari Manusia (ASHARE handbook Fundamental SI, 2021)

$$q_s = \left(\frac{A \times N}{100} \right) \times \left(\frac{q_{s.per}}{1000} \right)$$

$$q_l = \left(\frac{A \times N}{100} \right) \times \left(\frac{q_{l.per}}{1000} \right)$$

A = Luas area, m^2

q_s = Panas sensibel penghuni, kW

q_l = Panas laten penghuni, kW

$q_{l.per}$ = Perolehan panas laten per-orang, W

$q_{s.per}$ = Perolehan panas sensibel per-orang, W

N = Jumlah penghuni, $\# / 100 \text{ m}^2$

Sehingga beban sensibel manusia:

$$q_s = \left(\frac{810 \text{ m}^2 \times 4}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{75 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= \left(\frac{3240 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{75 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= 32.4 \times 0.075 \text{ W} = \underline{2.43 \text{ kW}}$$

Sehingga beban laten manusia:

$$q_l = \left(\frac{810 \text{ m}^2 \times 4}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{55 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= \left(\frac{3240 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} \right) \times \left(\frac{55 \text{ W}}{1000} \right)$$

$$= 32.4 \times 0.055 \text{ W} = \underline{1.78 \text{ kW}}$$

Tabel 11. Beban Panas dari Manusia

Instantaneous Heat Gain from People						
Room	People Heat Gain (kW)					
	Floor Area A (m ²)	Occupant Density (#/100m ²)	Sensible heat q _s (W)	Latent heat q _l (W)	Sensible heat Q _s (kW)	Latent heat Q _l (kW)
Daerahall	810	4	75	55	2.4	1.8

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban fresh Air Sensible & Latent Heat (ASHARE handbook Indoor Air Quality SI, 2019)

$$q_s = 1.23 Q_s \Delta t$$

$$q_l = 1.20 \times 2500 Q_s \Delta W = 3010 Q_s \Delta W$$

A = Luas area, m²

q_s = Perolehan panas sensibel infiltrasi, W

q_l = Perolehan panas laten infiltrasi, W

Q_s = Alira udara infiltrasi pada kondisi standar, m²/s

t_o = Temperatur udara luar, °C

t_i = Temperatur udara dalam, °C

W_o = Rasio kelembaban udara luar, kg/kg

W_i = Rasio kelembaban udara dalam, kg/kg

R_p = Rate udara luar manusia, L/sm²

R_a = Rate udara luar, L/sm²

N = Jumlah penghuni

N_d = Densitas Jumlah penghuni, #/100m²

C_s = Faktor panas sensibel udara,

$$1230 \text{ W/m}^3 \text{ sK}$$

$$C_l = \text{Faktor panas laten udara, } 3010 \text{ W/m}^3 \text{ sK}$$

Jumlah Penghuni:

$$N = N_d \times A = \frac{4 \times 810 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} = 32.4$$

dibulatkan 33orang

Fresh air flow rate (CMH)

$$= \frac{N \times R_p \times 3600s}{1000}$$

$$= \frac{33 \text{ orang} \times 2.5 \text{ L/sm}^2 \times 3600s}{1000} = 300 \text{ CMH}$$

$$= \frac{A \times R_a \times 3600s}{1000}$$

$$= \frac{810 \text{ m}^2 \times 0.3 \text{ L/sm}^2 \times 3600s}{1000} = 880 \text{ CMH}$$

Total fresh air flow rate (CMH)

$$= 300 \text{ CMH} + 880 \text{ CMH} = 1180 \text{ CMH}$$

$$= A / 1180 \text{ CMH} = 810 \text{ m}^2 / 1180 \text{ CMH}$$

$$= 1.5 \text{ CMH/m}^2$$

Tabel 12. Total Flow Rate

Room	Fresh air Flow rate (CMH)				
	Floor Area (m ²)	Area Outdoor Air Rate (L/sm ²)	Fresh air Flow rate (CMH)	Total Fresh air Flow rate (CMH)	Total Fresh air Flow rate (CMH/m ²)
Daerahall	810	0.3	880	1,180	1.5

Room	Floor Area (m ²)	Occupant Density (#/100m ²)	Number of people	People Outdoor Air Rate (L/s/person)	Fresh air Flow rate (CMH)
Daerahall	810	4	33	2.5	300

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Panas sensibel:

$$q_s = \frac{\text{Flow rate}}{3600s} \times \frac{C_s}{1000 \text{ m}^2} \times \Delta t$$

$$q_s = \frac{1180 \text{ CMH}}{3600s} \times \frac{1230 \text{ W/m}^3 \text{ sK}}{1000 \text{ m}^2} \times 3.30^\circ\text{C}$$

$$= 1.33 \text{ kW} \text{ dibulatkan } 1.4 \text{ kW}$$

Panas laten:

$$q_l = \frac{\text{Flow rate}}{3600s} \times \frac{C_l}{1000 \text{ m}^2} \times \Delta w$$

$$q_l = \frac{1180 \text{ CMH}}{3600 \text{ s}} \times \frac{3010 \text{ W/m}^3 \text{ sK}}{1000 \text{ m}^2} \times 0.01876 \text{ kg/kg}$$

$$q_l = 0.018 \text{ kW dibulatkan } 0.1 \text{ kW}$$

Tabel 13. Beban Panas dan Laten Udara Luar

Room	Fresh air Heat Gain (kW)				
	Total Fresh air Flow rate (CMH)	C _p factor (W/m ³ sK)	C _p factor	Δt (°C DB)	Δw (kg/kg)
Datuhall	1,580	1,230	3,010	3,30	0,01876

Room	Fresh air Heat Gain (kW)	
	Sensible heat q _s (kW)	Latent heat q _l (kW)
Datuhall	1.4	0.1

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Flow Rate Ventilasi

(ASHARE handbook Indoor Air Quality SI, 2019)

Area outdoor air rate:

$$= \text{Outdoor air rate} \times \frac{3600 \text{ s}}{1000 \text{ m}^2}$$

$$= 0.3 \text{ L/s m}^2 \times \frac{3600 \text{ s}}{1000 \text{ m}^2} = 1.1 \text{ L/s m}^2$$

Flow rate:

$$= \text{Luas Area} \times \text{Area outdoor air rate}$$

$$= 810 \text{ m}^2 \times 1.1 \text{ L/s m}^2 = 900 \text{ CMH}$$

Gas Purging:

$$= \text{Volume} \times \text{Total Fan}$$

$$= 5144 \text{ m}^3 \times 2 \text{ ACH}$$

$$= 10288 \text{ dibulatkan } 10290 \text{ CMH}$$

Tabel 14. Flow Rate Ventilasi

Ventilation System				
Room	Area (m ²)	Volume (m ³)	Fresh air flow rate	
			Area Outdoor Air Rate (L/s m ²)	Flow rate (CMH)
Datuhall	810	5,144	1.1	900

Gas purge flow rate	
Air Change Rate (ACH)	Flow rate (CMH)
2.0	10,290

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Total Beban Sensibel & Laten

(ASHARE handbook Fundamental SI, 2021)

Total Beban Sensibel:

$$q_{s,\text{total}} = \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel heat} + \text{Fresh air sensibel heat}$$

$$q_{s,\text{total}} = 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.4 = 1921 \text{ kW}$$

Total Beban:

$$q_{\text{total}} = \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel heat} + \text{People laten heat} + \text{Fresh air sensibel heat} + \text{Fresh air Laten heat}$$

$$q_{\text{total}} = 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.8 + 1.4 + 0.1 = 1922.9 \text{ kW}$$

Tabel 15. Beban Panas dan Laten Udara Luar

Heat Load Calculation				
Room	IT Load Sensible Heat q _s (kW)	Electrical Equipment Heat Gain Sensible Heat q _s (kW)	Heat Gain through Exterior/Interior Surfaces Sensible Heat q _s (kW)	Lighting Heat Gain Sensible Heat q _s (kW)
Datuhall	1,888.0	NA	14.3	14.9

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Perhitungan Beban Terhadap Mesin Pendingin (ASHARE handbook Fundamental SI, 2021)

Dari data *fan wall* kapasitas pendingin 229kW dengan catatan (N+2) dari 12 unit 10 beroperasi 2 standby dengan *safety* faktor 10% yang mana beracuan pada ASHARE yaitu 10-20%.

Tabel 16. Total Beban dengan Safty Faktor

Room	Total Heat	Sensible Heat	Safety Factor	Total Heat	Sensible Heat	Num of CRAH (units)		
	qt (kW)	qs (kW)	%	qt (kW)	qs (kW)	Duty	Standby	Total
Datuhall	1,922.9	1,921.8	10%	2,115.3	2,113.2	10	2	12

People Heat Gain		Fresh air Heat Gain		Sensible Heat	Total Heat
Sensible Heat qs (kW)	Latent Heat ql (kW)	Sensible Heat qs (kW)	Latent Heat ql (kW)	qs (kW)	qt (kW)
2.4	1.8	1.4	0.1	1,921.0	1,922.9

[Sumber: Dokumen Pribadi]

Total Beban Sensibel dengan safty faktor:

$$q_{s,\text{total}} = \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel heat} + \text{Fresh air sensibel heat}$$

$$q_{s,\text{total}} = 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.4 = 1921 \text{ kW}$$

$$q_{s,\text{total}} = 1921 \text{ kW} + 10\% = 2113.2 \text{ kW}$$

Total Beban safety faktor:

$$\begin{aligned} q_{\text{total}} &= \text{IT Load} + \text{Exterior interior heat} + \\ &\quad \text{Lighting heat} + \text{People} + \text{Sensibel} \\ &\quad \text{heat} + \text{People laten heat} + \text{Fresh} \\ &\quad \text{air sensibel heat} + \text{Fresh air Laten} \\ &\quad \text{heat} \\ q_{\text{total}} &= 1888 + 14.3 + 14.9 + 2.4 + 1.8 \\ &\quad + 1.4 + 0.1 \\ &= 1922.9 \text{ kW} \end{aligned}$$

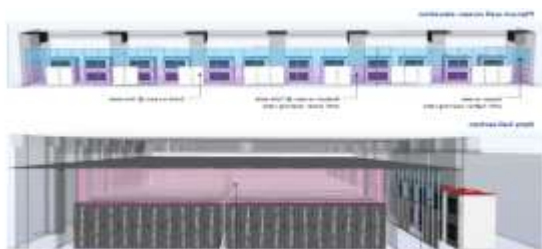
$$q_{\text{total}} = 1922.9 \text{ kW} + 10\% = 2115.3 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Terhadap Mesin pendingin:} \\ \text{Kapasitas pendingin} &= (\text{Total beban panas} \\ &\quad + \text{faktor keamanan}) \\ &= (229 \text{ kW} \times 10 \text{ Unit}) = 2115.3 \text{ kW} \\ &= 2290 \text{ kW} = 2115.3 \text{ kW} \\ &= 2290 \text{ kW} - 2115.3 \text{ kW} = 174.7 \text{ kW} \end{aligned}$$

Yang berarti masih ada cadangan pendingin sebesar 174.7 kW

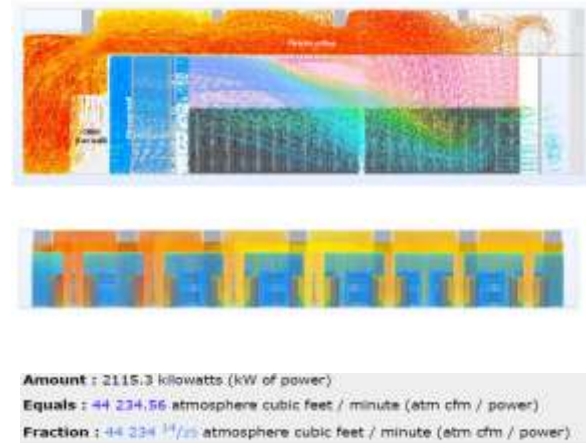
Analisa Computational Fluid Dynamic (CFD) 6SigmaDCX

Analisa computational fluid dynamic bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi bilangan Reynolds terhadap karakteristik perpindahan panas, faktor gesekan, pressure drop, distribusi kecepatan dan perilaku fluida pada suatu system serta mensimulasikan fenomena aliran fluida baik berupa cairan maupun gas. (Shinta Aprilia Safitri, Sarwono, dan Ridho Hantoro, 2018)



Gambar 4. Pemodelan Datahall
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Dari input data dan pemodelan kemudian mensimulasikan aliran fluida untuk mengetahui karakteristik perpindahan panas, faktor gesekan, pressure drop, distribusi kecepatan dan perilaku fluida pada suatu sistem.



Gambar 5. Simulasi CFD
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Analisa Pendistribusian Udara

Untuk tahap heat load test kita perlu memastikan bahwa sistem distribusi dari *fan wall* berjalan dengan baik maka dilakukan pengelasan dengan menyalakan *fan wall*.

Terindikasi bahwa distribusi udara tidak sampai tujuan yaitu *datahall*. Saat kita berada di dalam *datahall* hanya sedikit udara masuk.

Dengan menggunakan sistem *wall flow* di tidak memerlukan waktu yang lama untuk menemukan sumber masalah, ternyata terindikasi adanya kebocoran pada plenum chamber ceiling yang mengakibatkan distribusi udara terpecah ke arah ceiling dan *datahall*.



Gambar 6. Kebocoran Plenum Chamber
[Sumber: Dokumen Pribadi]



Gambar 7. Setelah Perbaikan
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Heat Load Test

Heat load test bertujuan selain untuk ketahanan panas pada ruang *cold aisle containment (CAC)* pada rak server juga untuk memastikan kesesuaian pengaturan *cra/fan wall* dan *Chiller plan automation system (CPOS)* sudah benar.

Proses *heat load test* menggunakan menggunakan pemanas yang disebut dengan *heater*, *heat test* sendiri di bagi menjadi 3 bagian pembebanan tanpa beban, 50% dan 100%.

- Monitoring heat load test tanpa beban:



Gambar 8. *Heat Load Test* Tanpa Beban
[Sumber: Dokumen Pribadi]

- Monitoring heat load test beban 50%



Gambar 9. *Heat Load Test* Beban 50%
[Sumber: Dokumen Pribadi]

- Monitoring heat load test beban 100%



Gambar 10. *Heat Load Test* Beban 100%
[Sumber: Dokumen Pribadi]

Monitoring pembebanan panas 100% pada *heat load test* menunjukkan kapasitas lebih dari 1900kW yaitu 1907kW maka tes beban panas dinyatakan layak/ berhasil.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa sistem pengkondisian dan distribusi Pasokan & Pengembalian udara ruang pada proyek pusat data ukuran ruangan (45x18x6.35)m, maka dapat disimpulkan:

- a) Dapat mengetahui cara menghitung beban pendingin dengan metode CLTD sesuai standar yang berlaku, sehingga didapatkan beban pendingin sebesar 2115.3kW.
- b) Memaparkan gambaran simulasi fenomena aliran fluida pada sistem pengkondisian udara *supply* dan *return* pada proyek pusat data dengan konsep *wall flow system* sebesar 44234.56 CFM.
- c) Faktor yang mempengaruhi distribusi *supply* dan *return* udara yaitu kebocoran plenum chamber ceiling yang mengakibatkan distribusi udara terpecah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Rajif Rizal Fahlevi, Rd. Rohmat Saedudin, Adityas Widjajarto. (2018). Analisa dan Desain Data Center Building Facilities Berdasarkan Temperature Monitoring Sistem di Rumah Sakit Islam Muhammadiyah Sumberejo Menggunakan Octoro, R. (2013). Analisa Perhitungan Beban Pendingin Dengan Menggunakan Metode CLTD dan Visualisasi Pencahayaan. Analisa Perhitungan..., Ranu Octoro, FT UI, 2013, 1-2.

Proses Sosiokultural dalam Artikel Koran Tempo Berjudul Artikel Evaluasi Pemilu Serentak Mendesak

Rendy Pribadi

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

Abstrak

Penelitian ini berupaya mengkaji unsur kognisi dan sosiokultural dari artikel *Evaluasi Pemilu Serentak Mendesak* dari koran Tempo dengan model kerangka Analisis Wacana Kritis (AWK) model Fairclough dan van Dijk. Terdapat sebuah teknik yang berbeda saat kerangka awk mulai diterapkan, dari unsur, kerangka analisis Fairclough yang menerangkan sisi sejarah pemproduksi teks hingga dampaknya pada masyarakat dan kerangka kerja awk van Dijk yang mendominasi kognisi dari pemproduksi teks (wartawan). Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode pengumpulan data menggunakan metode kepustakaan. Teknik analisis isi. Penulis menemukan sejumlah teknik dalam membedah teks; 1. Awk model Fairclough lebih memusatkan perubahan pola masyarakat, 2. Kognisi sosial hanya membaca peristiwa dan meyampaikannya pada pembaca sehingga tanggung jawab terpusat pada wartawan.

Kata kunci: Kognisi, sosiokultural, awk, artikel

1. PENDAHULUAN

Hakikat wacana sebagai hierarki tertinggi dalam struktur linguistik mempunyai konteks yang jelas dalam penyampaian informasi secara lengkap secara tekstual dan konteks. Muatan dalam wacana secara kebahasaan memuat berbagai bentuk kepentingan baik yang secara terlihat kasat mata maupun yang tersirat. Secara kasat mata dalam hal ini ada instrumen-instrumen bahasa seperti tata bahasa, unsur idiom, dan hal lainnya secara linguistik dapat diteliti secara linguistik fungsional (Halliday, 1985) bahwa bahasa tidak berdiri sendiri sebagaimana, unsur-unsur struktur, ia mempunyai sebuah ideasional, interpersonal, dan tekstual. Mengutip dari pandangan Saussure tentang signifiant dan signifie, 'penanda' dan yang ditandakan bahwa makna dibentuk dengan mekanisme pembedaan, mana yang menjadi acuan dan kemudian diinterpretasikan sehingga munculnya konsensus.

Pada dasarnya Halliday membentuk sebuah dasar dari sebuah bentuk komunikasi yang berdasarkan bahasa tidak hanya dilihat sebagai teks tetapi juga ada pemaknaan lebih jauh tentang bahasa berdasarkan tiga struktur di atas, dalam Wodak dan Meyer, 2001

Halliday distinguished three metafunctions of language which are continuously interconnected: firstly, the ideational function through which language

lends structure to experience (the ideational structure has a dialectical relationship with social structure, both reflecting and influencing it); secondly, the interpersonal function which constitutes relationships between the participants; and thirdly, the textual function which constitutes coherence and cohesion in texts.

Namun hal itu tidak cukup hanya dengan analisis kebahasaan karena persoalan bahasa terutama wacana membutuhkan konteks dalam kohesi dan koherensi- hal ini menjadi unsur dalam wacana yang tersirat. Wacana yang mempunyai konstruksi makna yang lengkap dalam menentukan suatu tema dengan tata bahasa maupun secara konteks wacana. Dalam tatanan bahasa, wacana memperhatikan aspek linguistik seperti sintaksis, morfologi, dan semantik. Namun hari ini wacana tidak hanya dimaknai dengan tataran teks namun juga menghubungkannya dengan hegemoni, kesadaran palsu, ideologi, bahkan membaca wacana tandingan dalam masyarakat yang makin plural ini. Ranah yang sudah menyentuh persoalan isu kritis, maka ini yang akan penulis bahas dalam makalah ini.

Wacana adalah satuan bahasa tertinggi yang memiliki unsur kelengkapan lebih dari unsur bahasa lainnya. Wacana yang terdiri atas lisan dan tulisan memiliki keterkaitan antara paragraf dengan paragraf lainnya yang disebut koonteks. Sementara kaitan antara

paragraf dengan realitas di luar dirinya (situasi masyarakat) disebut konteks. Unsur dalam wacana yang bisa membentuk kesatuan ide satu dengan lainnya dengan menggunakan unsur linguistik yang disebut sebagai kohesi, contohnya seperti elipsis, substitusi, repetisi, dan lain sebagainya. Dalam unsur lainnya, wacana mengenal istilah koherensi. Antarparagraf dalam wacana selalu mempunyai unsur yang berkaitan- ide terutama logika sangat diperhatikan dalam hal ini, peran yang sentral karena mengatur teknik bercerita secara deduktif maupun induktif sehingga menjadi bacaan yang padu, unsur bermula-tegangan-klimaks dan saling mendukung antarpagraf lainnya agar informasi menjadi utuh (kohesi) dan padu (koherensi).

Kaum struktural mendominasi pada saat itu. Sejarah wacana menjadi bagian dari kegiatan ilmiah untuk mengenalkan tekstualitas dengan tujuh syarat yang dipenuhi sebuah teks (De Beaugrande & Dressler, 1981), yakni kohesi, koherensi, intensionalitas, akseptabilitas, informativitas, kontekstualitas, dan intertekstualitas. Setelah dianalisa secara tekstual, maka analisis wacana tiba pada tiga paradigma setelah dipengaruhi oleh beberapa ilmuwan teori kritis seperti, Foucault, Habermas, dan Karl Marx

Terdapat ada tiga pandangan untuk mengetahui persoalan bahasa yang ada dalam wacana (Hikam, 1996), pandangan positivisme empiris, pandangan konstruktivisme, dan pandangan kritis.. Pandangan Positivisme empiris mencoba untuk menekankan wacana pada konsep struktural dan telah tertata secara sintaksis, logis, dan memiliki hubungan dengan pengalaman empiris. Selain itu hubungan keserasian antarwacana baik kohesi maupun koherensi sangat diperhatikan dalam pandangan ini. Kohesi sebagai keserasian antarhubungan gramatikal dalam wacana. Koherensi merupakan keterpaduan antarwacana yang berisi ide-ide yang menyangkut tujuan dari pembuat wacana sehingga dapat dipahami oleh partisipan. Konstruktivisme melihat analisis wacana dengan memisahkan subjek dan objek bahasa. Subjek menjadi kajian utama dalam pandangan ini karena, subjek (produksi wacana) merupakan faktor sentral di dalam hubungannya dengan wacana serta hubungan

sosialnya. Pandangan yang terakhir adalah pandangan kritis. Dalam hal ini kebenaran dan ketidakbenaran struktur gramatika atau penafsiran pada pandangan konstruktivisme tidak dipusatkan dalam pandangan ini. Pandangan kritis justru mengkritik hal ini. Bahasa dalam pandangan ini berisi tentang representasi dalam pembentukan subjek tertentu, tema-tema wacana, maupun strategi. Dengan wacana seperti ini, bahasa selalu terlibat dalam hubungan kekuasaan, terutama dalam pembentukan subjek, dan berbagai tindakan representasi yang ada pada suatu masyarakat yang menekankan pada hubungani makna yang terjadi pada proses produksi dan reproduksi makna. Setelah mengetahui kedudukan bahasa dalam pandangan ini dan perspektif bahasa, maka tipe yang ketiga ini disebut Analisis Wacana Kritis (*Critical Discourse Analysis/CDA*).

Kerangka kerja yang menjadi prosedur dalam analisis wacana merupakan sebuah bagian dari bentuk praksis sosial (Fairclough, 2001) . Praksis yang meletakkan perubahan sosial dalam masyarakat. Fairclough membuat bentuk komprehensif yang bersifat operasional dalam menganalisis suatu wacana berdasarkan tiga dimensi, yaitu 1) dimensi teks, 2) dimensi praktik wacana, 3) dimensi praktik sosiokultural.

Dalam dimensi teks, analisis dilakukan pada bentuk dan isi teks. Bentuk yang dimaksud disini adalah suatu makna dalam semiotika bahasa. Teks memiliki tiga fungsi, yaitu (1) fungsi “ideasional” melalui representasi atas pengalaman dan dunia, (2) fungsi “interpersonal” melalui interaksi-interaksi sosial dalam wacana, dan (3) fungsi “tekstual” melalui keutuhan komponen-komponen teks dan konteks. Dalam bentuk dimensi teks, hal yang dibahas adalah penggunaan bahasa yang ada di teks yang meliputi kosakata, metafora,, tata bahasa, struktur linguistik, modalitas, dan kalimat alternatif. Tataran dimensi selanjutnya adalah praktik wacana, analisis ini dilakukan pada proses produksi dan interpretasi teks. Praktik pada proses produksi teks, melihat dari pembuat wacana tersebut. Bagaimana peran dari si pembuat wacana hingga menghasilkan teks dan bagaimana proses pendistribusian teks tersebut hingga sampai pada masyarakat. Dimensi praktik wacana memang dinilai sebagai perantara antara teks dengan praksis sosiokultural. Dalam teks ada latar belakang

yang memuat unsur-unsur teks yang dinilai sebagai nilai praksis dari gejala dalam bersosialisasi. Teks yang bisa memberi dampak dalam mencerminkan situasi kultur dalam masyarakat terkait perubahan secara sadar. Interpretasi teks mencakup interpretasi suatu teks. Terakhir yaitu dimensi praktik sosiokultural, dimensi ini berhubungan dengan organisasi sosial, seperti konteks situasi, konteks institusi, dan konteks sosial. Semua muatan ini menjelaskan kaitan antara peristiwa dan teks wacana dalam pembentukan suatu bentuk hegemoni dan kepentingan lainnya.

Wacana Analisis Wacana Kritis (AWK) memang tidak terlepas dari ambisi teori Karl Marx dengan "tanpa kelasnya" (Jorgensen dan Philips, 2007). Laclau dan Mouffe menggabungkan dan memodifikasi dua tradisi teoretis utama yakni Marxisme dan Strukturalis.

Marxisme mengungkap sisi fenomena sosial yang menjadi pijakan dalam untuk menyusun makna sedangkan struktural mencoba menerapkan teori yang berhubungan dengan bahasa. Setiap tanda dalam bahasa mempunyai peran dan fungsi tersendiri yang membentuk suatu jejaring yang saling berhubungan. Teori Marxis yang mengkaji fenomena sosial menyatu dalam struktural untuk menciptakan suatu yang baru dinamakan "makna".

Makna yang dimaksud wacana (Fairclough dan Wodak, 1995) adalah tanda yang terbentuk dari fenomena sosial. Tanda tersebut mencoba untuk direntangkan ke dalam sistem yang memiliki mata jaring yang menyebabkan membentuk makna khusus. Tidak semua makna yang ada memiliki tanda bisa masuk untuk menyusun suatu konsep wacana. Karena sifatnya yang bisa dikatakan prediksi tentang suatu gejala fenomena sehingga harus terus- menerus dicari agar bisa masuk ke dalam analisis wacana. Maka analisis wacana bertujuan untuk memetakan proses perjuangan kita untuk mengetahui cara yang digunakan dalam menetapkan makna tanda-tanda dan proses dalam membuat sebagian penetapan makna menjadi bisa terkonvensionalisasi sehingga kita menganggapnya sebagai upaya penetapan makna secara alami.

Fenomena sosial yang ada dalam masyarakat kemudian menjadi bermakna saat berhubungan dengan wacana dalam

yang menjadi media dalam merepresentasi kondisi tersebut. Fungsi analisis wacana dalam teori ini adalah sebagai cara kerja dalam menganalisis wacana yang bermuatan isu-isu terkemuka berdasarkan identitas dan entitas. Bagaimana identitas itu dapat tercipta dan bagaimana entitas (wujud) agar menjadi suatu makna. Analisis wacana ini bergantung pada konteks dari wacana dengan interpretasi yang luas terhadap interaksi antarpenerut yang mempunyai muatan makna yang kuat pula. Sehingga tercipta suatu kesimpulan dari makna-makna yang ada bahkan tersembunyi berdasarkan analisis wacana.

Praktik apapun yang berusaha menetapkan hubungan diantara unsur-unsur sehingga identitasnya berubah sebagai akibat praktik artikulatoris. Totalitas terstruktur yang berasal dari praktik artikulatoris kami sebut dengan wacana. Posisi-posisi yang berbeda seperti yang tampak terartikulasikan dalam suatu wacana, kami sebut dengan momen. sebaliknya, kami menyebut unsur untuk mengacu kepada perbedaan apapun yang tidak diartikulasikan secara kewacanaan..

2. METODOLOGI

Metode yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan prosedur analisis isi dengan kerangka Analisis Wacana Kritis model Fairclough untuk menelusuri bentuk ide, praksis wacana, dan perubahan sosiokultural pada artikel koran Tempo dengan judul Evaluasi Pemilu Serentak Mendesak 24 April 2018. Metode kualitatif (Moleong, 2002), merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan yang sifat-sifat suatu individu, keadaan atau gejala dari kelompok yang dapat diamati.

Pendekatan kualitatif (Mayring ,2002) adalah pendekatan yang menjadi ihwal metode dalam penelitian ini. Teknik analisis teks dari wacana yang mengindikasikan paragraf-paragraf baik itu berupa dialog maupun pernyataan yang muncul dari penerut yang ada pada wacana teks bermuatan sebuah ide atau maksud tertentu. Analisis isi merupakan teknik analisis penelitian yang menarik kesimpulan melalui data sah dengan memperhatikan konteks data. Analisis isi dapat menjadi teknik yang valid dan dapat direplikasi untuk membuat simpulan spesifik dari suatu teks. Analisis isi bisa dikontrol secara metodologis dan empiris dengan

mengikuti tata aturan analisis secara bertahap tanpa kuantifikasi terlalu dini.

Metode analisis isi dalam teks dibagi dalam dua tahapan analisis, yakni analisis teks secara sintagmatis dan paradigmatis. Analisis teks yang pertama adalah secara sintagmatis adalah wacana yang mengeksplorasi struktur bahasa untuk menarik kesimpulan-kesimpulan hasil analisisnya. Ada dua jenis bentuk teks secara sintagmatis yang dipakai dalam penelitian ini.

1) Metode Analisis Percakapan (AP)

Metode yang bertujuan untuk menemukan prinsip dan prosedur yang dipergunakan partisipan dalam memproduksi struktur dan aturan dari suatu situasi komunikasi (Titscher et al., 2000). Dalam perspektif metode ini suatu percakapan antara dua orang atau lebih dianalisis dengan memperhatikan cara mereka berinteraksi seperti pola giliran dalam percakapan dan situasi komunikasi yang terjadi.

2) Metode Pragmatik Fungsional (PF)

Metode ini membahas bentuk tuturan (Speech Action) dan tindak tutur (Speech act) untuk menemukan tujuan dari partisipan dalam sebuah percakapan. Cara kerja metode ini difokuskan pada prosedur dan pola percakapan. Prosedural yang dimaksud adalah satuan unit terkecil dari tindakan percakapan seperti penggunaan pronominal saya atau deiksis di sini dan sekarang.

3) Metode Hermeneutika Obyektif (HO)

Metode ini berusaha memahami makna sebagai sesuatu yang bersifat obyektif berdasarkan struktur sosial yang muncul secara interaktif. Metode ini memperhatikan aspek-aspek konteks internal dan eksternal dari sebuah wacana, melakukan interpretasi ekstensif, interpretasi menyeluruh, dan mengajukan hipotesis individual tentang kepentingan ekonomi para aktor. Di dalam metode ini, makna dianggap sebagai hasil interaksi mutual. Para pelaku interaksi tidak dapat mengakses makna itu sehingga diperlukan pihak luar untuk menelitinya. Analisisnya dimulai dengan yang bersifat sekuensial, kemudian dilanjutkan dengan analisis secara rinci.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Tabel 1. Dimensi teks

Aspek Nilai	Bentuk Struktural	Efek struktural teks
Eksperiensial	○ Efek penghilangan nomina (subyek) ○ Evaluasi pemilu serentak mendesak dalam judul artikel. ○ <i>Beban kerja</i> Beban kerja lima pemilihan sekaligus yang dilakukan dalam satu hati sangat tinggi, mengakibatkan banyak petugas kelelahan. Anggota KPU, Hasyim Asy'ari mengatakan beban kerja dirasakan memang sangat tinggibagi petugas pemilihan di daerah. Mereka harus mengerjakan, mengontrol, dan mempertanggungjawabkan logistik lima jenis pemilihan sekaligus yang hanya diselenggarakan satu hari saja. Beban kerja berlebihan juga dirasakan para pengawas di tingkat TPS atau kecamatan ● Kelelahan kerja ● UU Pilkada serentak	○ Penghilangan aktor utama. ○ Pemakaian idiom untuk upaya “penghilangan” sebuah mekanisme pemilu. ○ Pemunculan sebuah argumen UU Pilkada yang mengingatkan pembaca akan legalitas pemilu serentak.
Relasional	○ Kalimat langsung dari para ahli di luar pemerintah.	○ Agar pemberitaan menjadi netral

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Penjelasan dimensi teks artikel *Pemilu Serentak Mendesak*

Penjelasan dalam dimensi teks pada artikel “Pemilu Serentak Mendesak” bahwa koran Tempo mempunyai diksi-diksi yang konsisten dalam upaya membangun kohesi dan koherensi dari sebuah teks. Konsekuensi logis dari sebuah produk jurnalis yang mengatasnamakan etika jurnalis dengan

tanpa ragu untuk menyampaikan berita konsisten. Diksi seperti “beban kerja” hampir diucapkan oleh semua narasumber. Tetapi yang menarik adalah upaya untuk mengajak pembaca mengingat kembali legalitas diadakannya sebuah pemilu, yakni UU Pilkada no. 1 tahun 2016 dan UU pemilu no. 7 tahun 2017. Publik seolah melihat secara historis sebuah perjalanan pilkada dan pemilu kemudian diperkenalkan kepada sumber diadakannya pemilu serentak oleh presiden terdahulu.

Tabel 2. Dimensi praksis wacana

Aspek Nilai	Bentuk pemaparan	Efek pemaparan
Produksi Teks	Menampilkan produksi teks dengan agen wartawan dan institusi Tempo.	Sesuai dengan jargonnya “enak dibaca dan perlu.
	Media Tempo adalah salah satu media independen di Indonesia.	Berimbang ketika membaca karena institusi Tempo yang “ketat” dengan etika jurnalis dan selalu mengonfirmasi seputar peristiwa kepada narasumber ahli.
Pengonsiansian Teks	Koran Tempo dan foto dari para korban	Produk representatif jurnalistik di Indonesia.

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Penjelasan Dimensi praksis wacana artikel *Pemilu Serentak Mendesak*

Dimensi teks berupaya untuk menggali asal produksi teks, yakni koran Tempo. Peran Tempo sudah lama ada dalam lintas jurnalistik di Indonesia. Terbit sejak 1971 saat menjadi bentuk majalah kemudian

pada tahun 2001 lahir koran Tempo yang diterbitkan perseroan terbatas untuk berkompetisi di “lapak” media harian. Koran Tempo yang menjadi pionir sebagai koran dalam format compact di Indonesia ini unggul dalam liputan pemberantasan korupsi, politik dan ekonomi (<https://korporat.tempo.co/tentang>, 2019). Sesuai dengan jargonnya “enak dibaca dan perlu. Berimbang ketika membaca karena institusi Tempo yang “ketat” dengan etika jurnalis dan selalu mengonfirmasi seputar peristiwa kepada narasumber ahli. Produk representatif jurnalistik di Indonesia.

Tabel 3. Dimensi perubahan sosiokultural

Aspek Nilai	Bentuk Pemaparan	Efek pemaparan
Situasional	Tahun-tahun pergantian presiden, anggota MPR, DPR, DPD, Kepala Daerah, Pemilu yang “menelan” banyak korban dalam korban yang diuput oleh koran Tempo.	Kritik terhadap pelaksanaan pilkada serentak terhadap pemerintah sehingga mendesak diadakannya evaluasi pilkada.
Institusi (lembaga non-pemerintah)	Tempo grup menerima beragam tulisan, transparansi data menjadi sebuah dasar pembuatan berita. Sedikit memberikan jarak kepada pemerintah karena idealisme jurnalis.	Menjadi rujukan yang terpercaya dalam setiap informasi yang berkaitan dengan peristiwa publik.
Sosial	Artikel yang dibuat oleh koran Tempo ini mengupayakan evaluasi dengan beberapa tawaran mengatasnamakan rakyat.	Alternatif dalam pemberitaan dengan menggunakan segala acuan yang terpercaya (sumber).

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Penjelasan Dimensi Sosiokultural Artikel Pemilu Serentak Mendesak

Dalam analisis sosiokultural, penjelasan menitikberatkan pada situasi, institusi, dan sosial. Keseluruhan dalam analisis ini. Kritik terhadap pelaksanaan pilkada serentak terhadap pemerintah sehingga mendesak diadakannya evaluasi pilkada. Menjadi rujukan yang terpercaya dalam setiap informasi yang berkaitan dengan peristiwa publik. Alternatif dalam pemberitaan dengan menggunakan segala acuan yang terpercaya (sumber).

4. KESIMPULAN

Model Analisis Wacana Kritis Norman Fairclough lebih menitikbertakan pada bidang komunikasi, ekonomi, politik, dan bahkan sastra. Hal yang mendasari bidang ini ialah karena Fairclough berangkat dari unsur ideologis dalam analisisnya. Pemahaman ideologis diperoleh dari sintesis antara komunikasi kritis Jürgen Habermas, Marxisme, hegemoni Gramsci, dan linguistik kritis Roger Fowler.

Kekuatan model ini terletak pada dimensi sosiokultural yakni perubahan struktur masyarakat ketika teks tersebut disebarkan atau sebaliknya. Hal ini yang membuat beberapa peneliti tertarik karena dampak dari sebuah teks terhadap realitas kultur yang ada dalam masyarakat

Unsur institusi juga berperan dalam hal ini, karena ia melihat kesejarahan dari si pemroduksi wacana.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aji, E. N. . (2019). *Power Relation in the Discourse of Conflict Between Corruption. II*, 140–149.
- AS, Hikam. 1996, *Demokrasi dan Civil Society*, Jakarta: LP3ES.
- Darma, Yoce Aliyah. 2009. *Analisis Wacana Kritis*. Bandung: Yrama Widya.
- De Beaugrande, R., & Dressler, W. U. (1981). *Introduction to Text Linguistics. Introduction to Text Linguistics*.
- Fairclough and Wodak. 1995. *Critical Discourse Analysis dalam van Dijk (Ed), Discourse as Social Interaction*. London:Sage.
- Zupnik, J. (1991). *Norman Fairclough, Language and power*. London: Longman. 1989 Pp. x

248. *Language in Society*, 20(2), 265-269. doi:10.1017/S0047404500016316
- Jorgensen, Marianne W dan Philips, Louis J. *Analisis Wacana: Teori & Metode*. Abdul Syukur Ibrahim (Ed.). Imam Suyitno dkk. (Penerj.). 2007. Yogyakarta: Pustaka Pelajar,.
- Moleong, Alex J. 2002. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- De Beaugrande, R., & Dressler, W. U. (1981). *Introduction to Text Linguistics. Introduction to Text Linguistics*. <https://doi.org/10.4324/9781315835839>
- Indonesia, R. (2009). No Title كتاب المجامع. 255 ,)5(2 , □□□□□□ □□□□. ???
- Titscher, S., Meyer, M., Wodak, R., & Vetter, E. (2000). *[BK] Methods of Texts and Discourse Analysis 텍스트와 담론 분석 방법*. 278.

ANALISA KINERJA ALAT PEMADAM API RINGAN (APAR) TERHADAP AS/NZS 1841: 2007

Sigit Yulianto

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

Abstrak

Kebakaran merupakan peristiwa yang tidak diinginkan dan terkadang tidak dapat dikendalikan sehingga dapat menimbulkan kerugian yang besar baik berupa harta benda maupun nyawa manusia. Pencegahan kebakaran adalah cara yang paling baik untuk menghindari kerugian akibat kebakaran, namun jika kebakaran sudah terjadi, maka pemadaman adalah langkah yang harus dilakukan untuk mengurangi kerugian yang terjadi. Efektifitas pemadaman kebakaran sangat ditentukan pada saat pemadaman di tingkat awal, sebab jika kebakaran sudah besar akan sulit untuk dikendalikan. Alat Pemadam Api Ringan (APAR) adalah alat pemadam api yang dirancang untuk melakukan pemadaman di tingkat kebakaran awal. Untuk menjamin efektifitas Alat Pemadam Api Ringan, beberapa negara telah menerbitkan standar produk, diantaranya AS/NZS 1841: 2007, dimana Alat Pemadam Api Ringan yang akan dijual di Australia dan New Zealand harus lulus sertifikasi produk terhadap standar tersebut. Penulis menganalisa hasil pengujian terhadap 5 sampel Alat Pemadam Api Ringan yang diproduksi oleh Steel Recon Industry, SDN, BHD, Malaysia, terhadap persyaratan AS/NZS 1841: 2007. Hasil pengujian yang dievaluasi meliputi pengujian tekanan, pengujian pecah, dan pengujian kinerja (pengujian waktu pelepasan efektif). Hasil pengujian menyimpulkan bahwa ke 5 sampel yang dianalisa memenuhi persyaratan AS / NZS 1841 : 2007, kecuali untuk pengujian uji pecah APAR CO₂, tidak tersedia data untuk dianalisa..

Kata kunci : kebakaran, APAR, uji tekanan, uji pecah, uji waktu pelepasan efektif.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan kejadian yang tidak diinginkan yang bisa terjadi baik di perumahan, perkantoran, pasar, industri, maupun lingkungan lainnya. Kebakaran seringkali menimbulkan kerugian, baik berupa kerugian harta benda maupun kehilangan nyawa, bahkan di beberapa kejadian, kebakaran meluluhlantakkan kawasan pemukiman dan industri yang merupakan kerugian sangat besar (Depnakertrans, 2013).

Teori yang banyak dipakai untuk menjelaskan kejadian kebakaran adalah teori segitiga api. Teori ini menjelaskan bahwa kebakaran terjadi karena adanya unsur bahan bakar (*fuel*), sumber panas (*heat*) dan oksigen (*oxygen*), dan diantara ketiga unsur tersebut saling bereaksi sehingga menghasilkan api (Ramli, 2010). Sebaliknya, untuk mencegah atau memadamkan kebakaran, berdasarkan teori ini, maka dapat dilakukan dengan memisahkan salah satu diantara unsur dalam segitiga api tersebut, sehingga reaksi pembentukan api dapat dicegah atau diputus.

Terdapat beberapa jenis alat pemadam api, misalnya Alat Pemadam Api Ringan disingkat APAR (*portable fire extinguisher*), hidran (*hydrant*), *sprinkler*. APAR adalah alat

pemadam api yang pengoperasiannya dilakukan secara manual oleh petugas pemadam kebakaran, ini berbeda dengan *sprinkler* ataupun *fire suppression system* lainnya dimana pemadaman api dilakukan secara otomatis berdasarkan sensor yang mendeteksi asap (*smoke detector*) ataupun temperature (*heat detector*). APAR juga tersedia dalam beberapa jenis bergantung ukuran dan media isinya (*extinguishant*), misalnya APAR yang berisi air, serbuk (*powder*), *foam*, *dry chemical* dan CO₂. Pemilihan APAR berdasarkan jenis media isinya didasarkan pada penggunaannya, misalnya APAR dengan isi *foam* akan cocok untuk memadamkan kebaratan bahan bakar, dll.

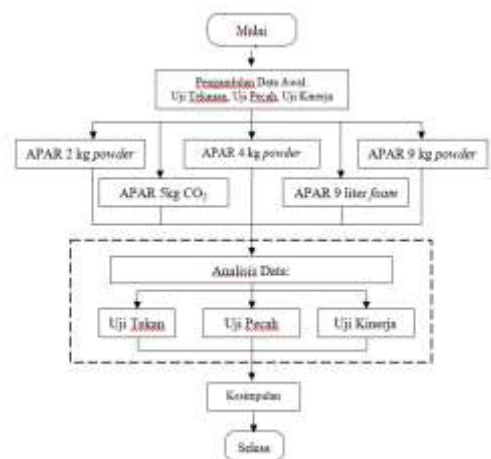
Efektifitas pemadaman kebakaran sangat ditentukan oleh kinerja alat pemadam api, oleh karena itu untuk menjamin efektifitasnya, alat pemadam api harus memenuhi persyaratan kinerja yang umumnya diatur dalam standar produk. Demikian pula untuk APAR, di dunia ini terdapat cukup banyak standar produk untuk APAR, yang dikeluarkan oleh masing-masing negara. APAR yang akan dijual dan didistribusikan ke Australia dan New Zealand harus memenuhi Standar Australia/New Zealand AS/NZS 1841: 2007.

Steel Recon Industry, SDN. BHD adalah salah satu produsen alat-alat pemadaman kebakaran, termasuk APAR yang banyak memasarkan produknya ke Australia. Tulisan ini akan menganalisa dan membahas apakah APAR yang diproduksi oleh Steel Recon Industry, SDN. BHD memenuhi AS/NZS 1841: 2007 atau tidak. Data-data yang digunakan disini diperoleh dari dan atas ijin Steel Recon Industry, SDN. BHD .

AS/NZS 1841: 2007 *Part 1-General Requirements*, mengatur persyaratan-persyaratan APAR mulai dari persyaratan material, persyaratan desain, persyaratan konstruksi konstruksi dan persyaratan kinerja dan pengujian (*Joint Technical Committee, 2007*). Tulisan ini membatasi analisa pada beberapa persyaratan utama, yaitu kekuatan konstruksi yang diwakili oleh uji tekanan (*pressure test*) dan uji pecah (*burst test*), serta persyaratan kinerja yang diwakili oleh uji waktu pelepasan efektif (*effective discharge time*). Sampel yang diambil untuk analisa diambil secara acak, yaitu yang diproduksi dalam rentang tahun 2022.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode analisa data sekunder, seperti ditunjukkan dalam diagram alir penelitian di bawah ini.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian
Sumber: Olahan Penelitian Mandiri 2023

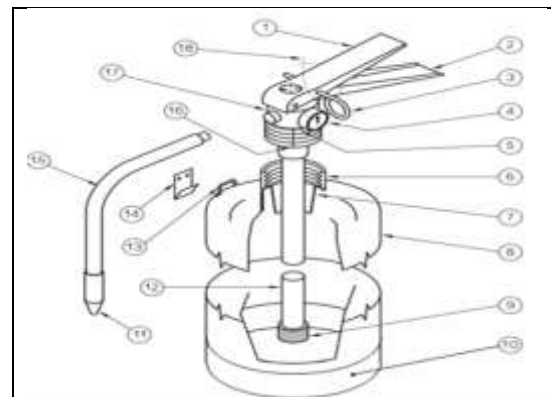
Data sekunder berupa data produksi laporan pengujian yang didapatkan dan atas ijin dari Steel Recon Industry, SDN. BHD, Selangor, Malaysia. Data hasil pengujian

kemudian dibandingkan dan dianalisa terhadap persyaratan APAR pada AS/NZS 1841:2007, untuk kemudian ditarik kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik sampel uji

Bahan baku tabung APAR adalah lembaran baja (*Steel sheet*) yang umumnya merupakan baja karbon. Proses manufaktur dimulai dengan proses perancangan (*design*), kemudian pemotongan bahan baku, proses pembentukan dengan cara penarikan dalam (*deep drawing*), penyambungan dengan cara pengelasan, pengecatan, pemasangan komponen, dan pengujian. Sifat mekanik material yang digunakan dan ketebalannya, proses pengelasan serta dimensi tabung APAR akan menentukan kekuatan konstruksi. Sedangkan ukuran, bentuk dari tabung APAR, volume tabung APAR dan komponen lainnya, misalnya diameter nozzel, akan menentukan kinerja dari APAR terkait dengan kemampuan pelepasan (*discharge*) dari isi APAR saat digunakan untuk memadamkan api. Karakteristik sampel yang dianalisa dalam penelitian ini ditampilkan dalam tabel berikut. Gambar berikut menunjukkan tipikal konstruksi APAR.



Gambar 2 APAR dan komponennya
Sumber: *Joint Technical Committee, 2007*

Adapaun penjelasan dari masing-masing komponen diatas adalah sbb:

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Squeeze lever | 10. Skirt |
| 2. Carry handle | 11. Discharge nozzle |
| 3. Anti discharge device | 12. Siphone tube |
| 4. Pressure indicator | 13. Hanging bracket |
| 5. ring seal | 14. Support fitting |
| 6. Neck ring | 15. Discharge hose assembly |
| 7. Anti overfill – device | 16. Preassure release vents |
| 8. Cylinder | 17. Anti-temper seal |

9. Strainer

Adapun sampel yang dipilih untuk analisa ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 1 Identifikasi Sampel Uji

No.	Jenis APAR	Tekanan
1	2 kg <i>powder</i>	13 bar
2	4 kg <i>powder</i>	13 bar
3	9 kg <i>powder</i>	13 bar
4	5 kg <i>CO2</i>	55 bar
5	9 L <i>foam</i>	13 bar

Sumber: Olahan Penelitian Mandiri 2023

3.2 Hasil Uji Tekanan

Sesuai persyaratan AS/NZS 1841: 2007, uji tekanan dilakukan pada tekanan 25 bar selama 30 detik. Tabung APAR dibenamkan kedalam air, kemudian tekanan diberikan melalui angin ke dalam tabung APAR yang ditekan oleh kompresor, setelah sampai pada 25 bar, tekanan ditahan selama 30 detik, kemudian diamati apakah terjadi kebocoran atau tidak. Kebocoran diamati dengan ada atau tidaknya gelembung air atau penurunan tekanan pada *pressure gauge*. Jika terjadi kebocoran, maka hasil uji dinyatakan tidak lulus. Proses uji tekanan ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2 Proses Uji Tekanan

Sumber: Olahan Penelitian Mandiri 2023

Adapun hasil uji tekanan ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2 Hasil Uji Tekanan

No Sampel Uji	Bocor / tidak bocor	Kesimpulan
1	Tidak bocor	Lulus
2	Tidak bocor	Lulus
3	Tidak bocor	Lulus

4	Tidak bocor	Lulus
5	Tidak bocor	Lulus

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.3 Hasil uji pecah

Sesuai dengan AS/NZS 1841: 2007, APAR tidak boleh pecah pada tekanan sebesar 3.73 kali tekanan maksimumnya pada daerah diluar lasan atau pada tekanan sebesar 4.13 kali tekanan maksimumnya pada daerah lasan (*Joint Technical Committee, 2007*).

Proses atau prosedur pengujian pecah ditunjukkan pada gambar dibawah ini, dimana tabung APAR diberi tekanan dalam bentuk air yang didorong angin kompresor (hidrostatik), sampai tabung tersebut pecah, tekanan pada saat pecah dicatat dan dibandingkan dengan persyaratan AS/NZS 1841: 2007.



Gambar 3 Proses Uji Pecah

Sumber: Olahan Penelitian Mandiri 2023

Hasil uji pecah ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 3 Hasil Uji Pecah

No	Tek. Pecah diijinkan	Tekanan pecah	Kesimpulan
1	48,75 bar	95 bar	Lulus
2	48,75 bar	91 bar	Lulus
3	48,75 bar	97 bar	Lulus
4	206,25 bar	-	-
5	48,75 bar	95 bar	Lulus

Sumber: Olahan Penelitian Mandiri 2023

3.4 Hasil Uji waktu pelepasan efektif

Hasil uji waktu pelepasan efektif (*effective discharge time*) ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 4 Hasil Uji Waktu Pelepasan Efektif

No	Effective Discharge Time	Persyaratan Minimal	Kesimpulan
1	8.46 detik	12 detik	Lulus
2	13.56 detik	9 detik	Lulus
3	23.22 detik	9 detik	Lulus
4	14.20 detik	9 detik	Lulus
5	95.38 detik	30 detik	Lulus

Sumber: Olahan Penelitian Mandiri 2023

3.5 Pembahasan

Jenis sampel yang dianalisa telah mewakili jenis APAP yang banyak digunakan yaitu, *powder* dan CO₂ dengan volume yang berbeda-beda sebagaimana ditampilkan pada tabel 1. APAR jenis *powder* merupakan jenis APAR yang paling banyak digunakan karena dapat dipakai untuk memadamkan kebakaran dengan bahan yang terbakar yang berbeda-beda, mulai dari kayu, logam, dll (Kemnaker, 2017).

Sebagaimana dilihat pada tabel 2, semua hasil uji tekanan menunjukkan tidak ada kebocoran, artinya semua sampel dinyatakan lulus uji. Hasil ini menunjukkan proses pengelasan selama proses produksi APAR memenuhi standar. Jika terjadi kebocoran umumnya karena cacat pada proses pengelasan. Proses pengelasan ini dipengaruhi oleh mesin las, elektroda las dan parameter pengelasan.

Sebagaimana dilihat pada tabel 3, semua APAR jenis *powder* dan *foam* dinyatakan lulus pada uji pecah. Sedangkan untuk jenis CO₂ tidak ada sample uji yang bisa dianalisa, hal ini karena memang dalam proses produksi, uji pecah dilakukan secara sampling yaitu 1 sample untuk setiap 500 produksi tabung APAR. Hasil uji pecah yang lulus ini menunjukkan bahwa konstruksi tabung APAR aman digunakan, sebagaimana diketahui bahwa persyaratan minimal uji pecah adalah tabung boleh pecah pada 3.75 kali tekanan maksimum APAR, sedangkan pada tabel 3 menunjukkan bahwa tabung APAR pecah jauh diatas nilai tersebut.

Sesuai dengan tabel 4, semua hasil uji waktu pelepasan efektif adalah lulus, artinya memenuhi persyaratan AS/NZS 1841: 2007. Lulus terhadap waktu pelepasan minimum

berarti APAR diharapkan mampu memadamkan api dalam waktu yang cukup, sebelum semua media isi APAR keluar pada saat digunakan untuk memadamkan. Apabila waktu pelepasan dibawah persyaratan minimal waktu pelepasan efektif, artinya ada kemungkinan APAR sudah habis isisnya sebelum api padam, dan hal ini sangat berbahaya karena kegagalan memadamkan api di tahap awal akan mengakibatkan api lebih sulit dikendalikan dan dapat mengakibatkan kebakaran dalam skala yang lebih besar (CCPS, 2003). Disisi lain, terpenuhinya waktu pelepasan efektif menunjukkan disain APAR ini dikatakan *valid*, perhitungan dan pemilihan diameter *nozzle* menjadi parameter penting yang menentukan waktu pelepasan efektif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses pengujian tekanan (*pressure test*) di Steel Recon Industry, Sdn, Bhd. yang melibatkan 5 jenis sampel tabung APAR dengan tekanan pengujian 25 bar dalam waktu 30 detik masing-masing memiliki hasil pengujian yang sama yaitu 'tidak bocor' sehingga dapat disimpulkan bahwa semua sampel memenuhi standar AS / NZS 1841 : 2007.
2. Pada proses pengujian pecah (*burst test*) di Steel Recon Industry, Sdn, Bhd. yang melibatkan 5 jenis sampel tabung APAR dengan *working pressure* 13, semuanya dinyatakan lulus karena pecah jauh diatas persyaratan minimum yaitu 3,75 kali maksimum *working pressure* untuk pecah diluar daerah lasan. Semua sampel menunjukkan pecah diluar area lasan.
3. Untuk uji pecah APAR 5kg CO₂ tidak dapat disimpulkan karena tidak tersedia data hasil ujinya.
4. Pada tahap uji kinerja atau uji waktu pelepasan (*effective discharge time*) di Steel Recon Industry, Sdn, Bhd. yang melibatkan 5 jenis sampel tabung APAR, semua dinyatakan lulus uji sesuai persyaratan AS/NZS 1841: 2007.

DAFTAR PUSTAKA

- Depnakertrans. Materi Pengawasan K3 Penanggulangan Kebakaran. Jakarta, Indonesia, 2013.
- Joint Technical Committee, FP-003,

Australian/New Zealand Standard, *General Requirements for Portable Fire Extinguisher*, Australia, New Zealand : 2007.

NFPA 101, *Life Safety Code*. National Fire Protection Association, USA, 2017.

Kemnaker, Himpunan Peraturan Perundangan, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jakarta, Indonesia, 2017.

Ramli, Soehatman, "*Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran (Disaster Management)*". Jakarta: Dian Rakyat, 2010.

The Center for Chemical Process Safety (CCPS), Guidelines for Fire Protection in Chemical and Hydrocarbon Processing Facilities. US America: Wiley, 2003

Management)". Jakarta: Dian Rakyat, 2010.

The Center for Chemical Process Safety (CCPS), Guidelines for Fire Protection in Chemical and Hydrocarbon Processing Facilities. US America: Wiley, 2003

ANALISA EFEKTIVITAS SISTEM PENDINGIN (RADIATOR) PADA MESIN DIESEL MERK T.D. 4000 CC DENGAN VARIASI CAIRAN PENDINGIN

Hariyanto

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

Abstrak

Karena berbagai keuntungan dan kemudahannya maka penggunaan kendaraan di era sekarang cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Kendaraan tersebut digunakan terus menerus dalam perjalanan dari satu kota ke kota lain, mesin berputar terus menerus. Mungkin tak pernah terbersit dalam benak kita, kenapa mesin kendaraan tersebut tidak panas ya? Ya, itu karena ada radiator untuk mendinginkan mesin kendaraan kita. Pada sistem pendinginan air (*water cooling system*), panas dari pembakaran gas dalam silinder mesin sebagian diserap oleh air pendingin yang disirkulasikan masuk radiator. Selanjutnya air pendingin dalam radiator tersebut didinginkan oleh udara. Udara melewati radiator karena laju kendaraan atau karena adanya kipas udara. Secara prinsip dapat dikatakan bahwa sistem ini bekerja berdasarkan prinsip penukar panas (*heat exchanger*). Cairan yang dapat digunakan sebagai air pendingin pada radiator antara lain air mineral, air sisa pengembunan AC dan air *coolant*. Media pendingin tersebut setelah digunakan akan menjadi panas. Nah di sinilah perlunya uji kemampuan media pendingin dalam menyerap panas dari mesin. Hal ini karena efektivitas suatu radiator berdampak besar terhadap sistem pendinginan mesin oleh karena itu penulis tertarik untuk menganalisis tingkat keberhasilan yang dicapai radiator dengan cara menjaga suhu air yang masuk kedalam mesin tetap stabil lebih rendah daripada suhu air yang keluar dari mesin sehingga kerja mesin dapat optimal.

Kata Kunci: radiator, media pendingin (*coolant*), pertukaran panas, efektivitas.

1. PENDAHULUAN

Pada sistem pendinginan air (*water cooling system*), panas dari pembakaran gas dalam silinder pada sistem pendinginan air sebagian diserap oleh air pendingin. Secara prinsip dapat dikatakan bahwa sistem ini bekerja berdasarkan prinsip penukar panas (*heat exchanger*). Panas hasil pembakaran akan diserap oleh air pendingin yang disirkulasikan masuk radiator. Air pendingin dalam radiator didinginkan oleh udara. Udara melewati radiator karena laju kendaraan atau karena adanya kipas udara. Cairan yang dapat digunakan sebagai air pendingin pada radiator antara lain air mineral, air AC dan air *coolant*.

Air mineral dapat dengan mudah didapat di lingkungan sekitar kita dengan harga yang terjangkau. Karena itu sering dimanfaatkan sebagai cairan pendingin pada radiator. Namun air mineral mempunyai kandungan zat besi, mangan dan kapur yang dapat membuat saluran air berkerak dan akhirnya tersumbat. Air mineral juga dapat membuat radiator berkarat dan rusak karena tidak mempunyai zat anti korosi. Sedangkan air *coolant* harganya lebih mahal dari air mineral tetapi mempunyai zat anti korosi yang dapat membuat radiator lebih awet dan tahan lama.

Air AC bisa membuat radiator tahan lama, karena air sisa pengembunan AC lebih alami dan bersih, beda dengan air mineral yang bisa menimbulkan kotoran seperti batu kecil. Jika *coolant* ada bahan pengawetnya sehingga jika dipakai dalam jangka waktu lama tidak akan merusak radiator,” (Simamora, 2000). Jika halnya Air sisa pembuangan air AC lebih alami ketimbang air mineral dikarenakan telah melalui beberapa proses penyulingan, tetapi Air mineral ataupun air biasa ini sering dipakai oleh beberapa pembalap pada kendaraan. Dikarenakan Air mineral atau air biasa ini tidak licin sehingga tidak selip dilintasan maka untuk menghindari hal-hal yang mencelakakan maka menggantinya dengan air mineral biasa. Terlebih beberapa orang menganggap cairan pendingin itu sama saja, dengan demikian pada masyarakat umum masih meremehkan jenis-jenis cairan yang pendingin yang digunakan.

Efektivitas suatu radiator berdampak besar terhadap sistem pendinginan mesin oleh karena itu penulis tertarik untuk menganalisis tingkat keberhasilan yang dicapai radiator dengan cara menjaga suhu air yang masuk kedalam mesin tidak lebih tinggi atau sama dengan suhu air yang keluar dari mesin

sehingga kerja mesin dapat optimal.

Kebiasaan yang terjadi dimasyarakat, penggunaan cairan pendingin sering kali menggunakan air mineral biasa dicampur dengan *coolant*. Terkadang menggunakan *full* air mineral biasa tanpa memperhatikan aspek senyawa kimia yang terkandung dan titik didihnya. Hal ini tentu sangat berpengaruh terhadap suhu mesin. Salah satu mekanik toyota menuturkan penggunaan air mineral biasa memang dalam jangka waktu pendek efeknya tidak begitu terasa, tetapi dalam waktu jangka panjang hal ini akan sangat berpengaruh pada radiator ataupun suhu mesin mobil itu sendiri, kalau saya dominan menyarankan gunakan Air sisa pembuangan air ac karena itu lebih alami, tetapi titik didihnya tidak saya ketahui. Terlepas dari kebiasaan di atas, Peneliti juga ingin memanfaatkan sisa pengembunan air AC sebagai cairan pendingin di radiator.

Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh penggunaan variasi cairan pendingin terhadap lamanya menahan laju kalor pada suhu maksimal mesin truk Toyota Dyna 4000 CC?
2. Apa pengaruh dari variasi jenis *watercoolant* terhadap efektifitas radiator pada mesin mobil dengan variasi putaran mesin (1000, 1500, 2000 dan 2300) rpm?
3. Apa pengaruh dari variasi jenis air yang berbeda terhadap koefisien perpindahan panas menyeluruh ?

Batasan Masalah

Dalam proses penelitian ini memiliki Batasan masalah yang bertujuan untuk mengantisipasi pembahasan yang menyimpang. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian dalam waktu 15 menit pada setiap variasi putaran dari masing- masing water coolant yang digunakan termasuk air mineral & air sisa pengembunan AC.
2. Pengujian meliputi uji koefisien perpindahan panas menyeluruh dan mencari efektivitas pada setiap jenis dari *water coolant* yang digunakan, termasuk air mineral dan air sisa pengembunan AC dengan melihat temperatur masing-masing fluida.
3. Parameter yang digunakan dalam

penelitian ini meliputi titik didih, nilai pH, suhu dan waktu titik yang diperlukan untuk masing-masing variasi cairan pendingin mencapai suhu maksimal.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

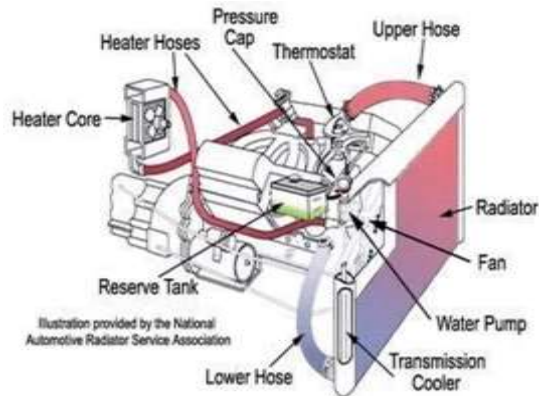
1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi cairan pendingin terhadap lamanya menahan laju kalor pada suhu maksimal mesin truk Toyota Dyna 4000 CC.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi jenis air terhadap koefisien perpindahan panas menyeluruh.
3. Untuk mengetahui jenis air radiator yang baik digunakan sesuai dengan hasil penelitian.

Landasan Teori

1. Sistem Pendingin

Sistem pendingin merupakan salah satu jenis rangkaian yang juga dapat digunakan untuk mengatasi *overheating* (panas berlebih yang dihasilkan oleh mesin) agar mesin dapat bekerja dengan baik. Mesin kendaraan yang menggunakan sistem pembakaran untuk melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi, dan mekanisme mesin tersebut mengubah panas yang dihasilkan menjadi gerakan. Panas berlebih yang ditimbulkan oleh mekanisme mesin berdampak buruk pada kondisi mesin. Ini menyebabkan panas berlebih. Jika mesin tidak didinginkan, dikhawatirkan akan mengakibatkan performa mesin menurun, efisiensi bahan bakar menurun bahkan kerusakan pada komponen mesin. Untuk mencegahnya, digunakan sistem pendingin pada mesin kendaraan.

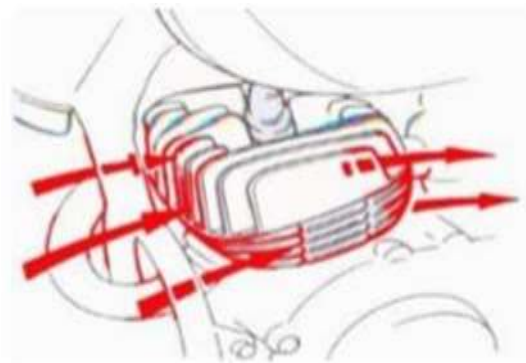
Salah satu faktor yang dapat menopang umur mesin yang lama adalah kondisi sistem pendingin atau sistem pendinginnya di mesin yang bekerja sebaik mungkin. Dengan sistem pendingin yang berfungsi dengan baik, risiko mesin dapat dikurangi. Saat panas yang dihasilkan oleh pembakaran meningkat temperatur yang sangat tinggi yang cenderung mengubah sifat dan bentuk komponen mesin.



Gambar 1. Sistem Pendingin Mesin.
(Sumber: Otomotifstudi, 2019)

2. Jenis Mesin Pendingin

Berdasarkan cara kerja sistem pendingin kendaraan dibedakan menjadi dua bidang sistem pendingin dengan pendingin udara (air cooling motor) dan sistem pendingin air (water cooling). Sistem pendingin yang digunakan untuk mobil menggunakan mesin pendingin air. Setiap jenis sistem pendingin memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing, disesuaikan dengan tujuan penggunaan mesin kendaraan.



Gambar 2. Sistem Pendinginan Udara
(Sumber: Otomotifstudi, 2019)

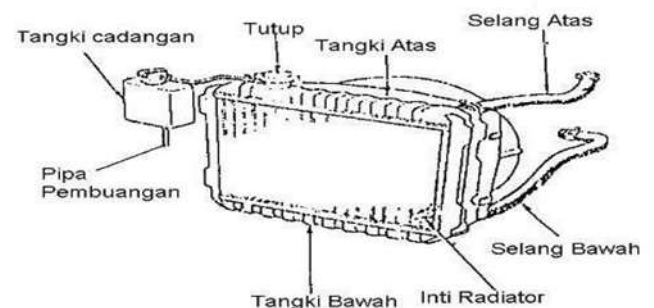
Sistem pendingin mesin dengan air adalah sistem pendingin yang digunakan pada radiator sebagai alat penukar kalor. Energi panas yang dihasilkan oleh ruang bakar di transfer ke udara pendingin di sekitar ruang bakar dan silinder. Air yang kondisinya panas mengalir ke bagian radiator. Udara yang diteruskan melalui pipa-pipa pada radiator namun panasnya di pindahkan ke radiator sirip dimana panas di lepaskan ke udara. Kemudian air pun kembali ke mesin.

Namun sistem pendingin udara mempunyai keuntungan antara lain :

1. Pendinginnya cukup merata
2. Lebih nyaman karena getaran yang dihasilkan lebih kecil
3. Pengontrolan pada suhu pending dalam sistem ini akan lebih mudah karena sistem udara disebabkan pada sistem pendingin terdapat thermostat

Beberapa kerugian pada sistem pendinginan air antara lain :

1. Konstruksi yang lebih rumit
2. Memakan tempat yang lebih banyak
3. Dengan harga yang relatif lebih mahal
4. Dibutuhkan perawatan yang lebih khusus.

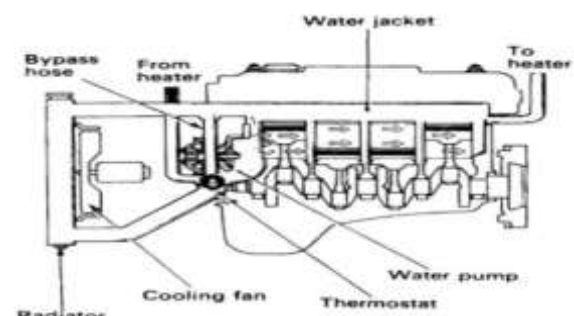


Gambar 3. Radiator
(Sumber : Simamora, 2000)

3. Cara Kerja Mesin Pendingin

3.1 Pada Saat Mesin Dingin

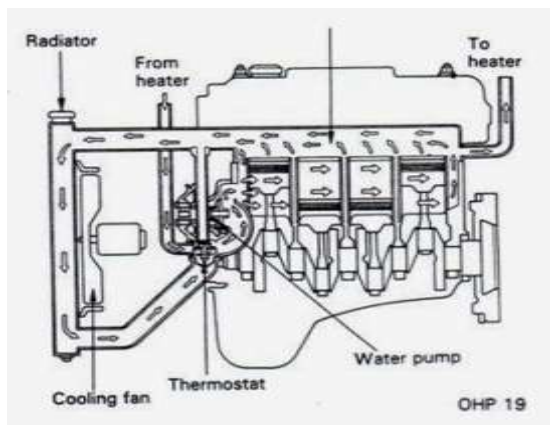
Saat mesin dalam keadaan dingin, cairan hanya bisa muncul di mesin tanpa terkena radiator. Namun, udara bersirkulasi di mesin cuci dengan bantuan pompa air dengan mengarahkan selang melalui radiator (seperti yang ditunjukkan panah pada gambar) saat bagian motor masih dalam keadaan thermostat. Proses ini bertujuan untuk mencapai kecepatan mesin dengan mencapai suhu kerja normal sekitar 75-90°C. (Iqbal Z, 2018).



(Gambar 4. Cara Kerja Mesin Pendingin dimana Mesin dalam Keadaan Dingin)
(Sumber: Juan, 2020)

3.2 Pada Saat Mesin Panas

Setelah mesin menjadi panas dan melebihi suhu normal mesin (kira-kira 80-90°C), thermostat terbuka dan katup bypass ditutup. Sehingga air pada radiator yang menyerap panas pada water jacket di dukung dengan bantuan water pump, air dipompa ke dalam keadaan di area radiator, untuk didinginkan dengan putaran baling-baling yaitu kipas angin. Selain itu cairan yang didinginkan oleh radiator menjadi dingin. Tetapi tekanan kembali dari pompa ke water jacket untuk mendinginkan mesin dan seterusnya sampai temperatur turun kembali sehingga thermostat menutup kembali.



(Gambar 5. Cara Kerja Mesin Pendingin dimana Mesin dalam Keadaan Panas)
(Sumber: Juan, 2020)

4. Media Pendingin (Coolant)

Coolant adalah cairan pendingin yang menjaga seluruh sistem pendingin radiator, cairan pendingin memiliki titik beku rendah dan titik didih tinggi, yang mencegah mesin dari panas berlebih. Hal ini dapat di buktikan dalam penelitian (Dwi Hersandi, 2018) semakin tinggi nilainya. Coolant juga melindungi logam sistem pendingin seperti kuningan, tembaga, baja, besi, dan aluminium dari korosi. Coolant adalah pendingin premium, campuran 30% pekat dengan 70% air murni tanpa ion mineral dan terdiri dari etilen glikol dan zat adiktif yang seimbang. Pendingin memiliki kandungan silikat rendah yang bebas dari nitrit, amina, dan zat. Teknologi pendinginan ini menekankan pada efisiensi, performa, dan umur mesin. Pendingin memiliki nilai internasional ASTM D 3306 dan JIS K 223 seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Additive Coolant Pertamina

Karakteristik	Spesifikasi	Nilai
Density at 20°C.g/cm ³	Min 1.112	1.129
Boiling Point, °C	Min 155	165
Foaming Property, ml	Max 4	0
Water Content, %	Max 5.0	4.2
pH Value	7.0 to 11.0	7.9
Freezing Point, °C		
50 vol%	Max 34.0	36.6
30 vol%	Max 14.5	15.7

Adapun keunggulan dari *coolant* yaitu (Agung N, 2009) :

- Sifat perpindahan panas yang lebih baik.
- Siap digunakan dan tidak perlu dijual eceran untuk pengisian dan penambahan.
- Titik didih tinggi untuk mencegah mesin kendaraan dari panas berlebih.
- Menjaga suhu mesin kendaraan tetap stabil untuk performas mesin yang lebih optimal.
- Memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap korosi.

5. Perhitungan Nilai Efektifitas Radiator

Keefektifan radiator adalah kemampuan radiator dalam menyerap panas dari air yang bocor dari dalam mesin atau kemampuan radiator untuk mendinginkan mesin sehingga temperatur mesin juga dapat terjaga dalam keadaan sangat stabil. (M Tayep, 2021) Efektivitas radiator berdampak besar pada sistem pendingin, dimana suhu air yang keluar dari radiator tidak lebih tinggi atau sama dengan suhu air yang masuk ke mesin. Persamaan nilai efektifitas pada cooler adalah.

$$\varepsilon = \frac{q_{\text{aktual}}}{q_{\text{max}}} = \frac{\text{actual heat transfer rate}}{\text{max possible heat transfer rate}}$$

$$\varepsilon = \frac{T_{c2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c1}}$$

Dimana:

ε = efektifitas radiator

q_{aktual} = laju perpindahan panas aktual

q_{max} = laju perpindahan panas maksimum

T_{c1} = Suhu udara didepan radiator (°C)

T_{c2} = Suhu udara dibelakang radiator (°C)

T_{h1} = Temperatur air yang masuk ke radiator

2. METODOLOGI

Tahapan proses pengujian secara garis besar dikelompokkan menjadi dua yaitu langkah persiapan dan langkah pengujian.

2.1 Persiapan Pengujian

Persiapan pengujian meliputi:

- Pemeriksaan engine stand
- Pemeriksaan sistem radiator
- Persiapan alat ukur

2.2 Langkah-langkah Pengujian

- Pengambilan data awal
- Pengambilan pengujian

Media pendingin yang digunakan yaitu:

- Coolant merk TMO
- Air mineral
- Air murni pengembunan AC

Variasi putaran mesin untuk penelitian yaitu:

- 1100 rpm
- 1700 rpm
- 2200 rpm
- 2500 rpm

Waktu pengujian untuk masing-masing media pendingin adalah 20 menit.

Untuk memberi gambaran yang lebih jelas terkait metode dan alur penelitian ini maka dibuat diagram alir yang bisa dilihat pada gambar. 2 di bawah ini.



Gambar. 6 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Pola Pikir Peneliti

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Untuk jenis media pendingin yang digunakan adalah *coolant* merk TMO dari Toyota, kemudian air mineral dan air sisa pengembunan AC. Dari ketiga cairan pendingin tersebut yang pertama akan dilakukan untuk pengujian yaitu air mineral, kedua air sisa pengembunan AC dan yang terakhir *coolant* TMO.

Adapun semua data hasil pengujian yang didapatkan saat pengambilan data dari ketiga variasi cairan pendingin adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Data Hasil Ukur Pengujian dengan Media Pendingin Air Mineral

N (RPM)	$T_{a,in}$ °C	$T_{a,out}$ °C	$T_{e,in}$ °C	$T_{e,out}$ °C	$V_{n,in}$ (m/s)	$V_{n,out}$ (m/s)	Q_{air} (m ³ /s)
1100	78	66	21,2	30	0,3	3,2	0,0335
1700	81	71	22	33	1,6	3,7	0,0444
2200	89	78	22,4	36	2,3	4,4	0,0005
2500	99	86	22,8	38	2,9	5,5	0,0556

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 3. Data Hasil Ukur Pengujian dengan Media Pendingin Air Pengembunan AC

N (RPM)	T _{h.in} °C	T _{h.out} °C	T _{c.in} °C	T _{c.out} °C	V _{u.in} (m/s)	V _{u.out} (m/s)	Q _{air} (m³/s)
1100	79	65	21,2	30	0,3	3,2	0,0335
1700	82	70	22	33,2	1,6	3,7	0,0444
2200	90	77	22,3	37	2,3	4,4	0,0005
2500	100	84	23	41	2,9	5,5	0,0556

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 4. Data Hasil Ukur Pengujian dengan Media Pendingin Coolant.

N (RPM)	T _{h.in} °C	T _{h.out} °C	T _{c.in} °C	T _{c.out} °C	V _{u.in} (m/s)	V _{u.out} (m/s)	Q _{air} (m³/s)
1100	80	68	21,6	32,2	0,6	3,3	0,0335
1700	83	72	22,2	34	1,8	3,9	0,0444
2200	95	77	22,8	37,5	2,5	4,5	0,0005
2500	102	85	23,3	44	3	5,7	0,0556

Sumber: Hasil olah data penelitian

Dimana :

T_{h.in} = Temperatur pada air panas yang masuk (°C)T_{h.out} = Temperatur pada air panas yang keluar (°C)T_{c.in} = Temperatur udara yang masuk (°C)T_{c.out} = Temperatur udara yang keluar (°C)

N= Putaran pada mesin (RPM)

V_{u.in} = Kecepatan udara yang masuk dari depan pada radiator (m/s)V_{u.out} = Kecepatan udara yang keluar dari belakang pada radiator (m/s)

Q = Debit aliran fluida (GPM)

Dari semua data hasil penelitian pada tabel, dapat dijelaskan bahwa setiap variasi putaran *crankshaft* akan menghasilkan perbedaan pada kecepatan udara. Semakin tinggi rpm atau putaran mesin maka akan semakin tinggi pula kecepatan udara yang akan dihasilkan.

3.2 Perhitungan Efektifitas Radiator

Untuk melakukan perhitungan efektifitas radiator, maka perlu diketahui nilai dari diameter pipa dan luas penampang radiator.

Diameter pipa yang digunakan dalam penelitian ini 23mm sehingga luas penampang pipa = 0.000415 m².

Untuk perhitungan kita ambil salah satu contoh data media pendingin coolant.

Perhitungan Kecepatan Rata-Rata Udara

Untuk nilai perhitungan kecepatan udara yang telah didapatkan pada tabel, kemudian dirata-ratakan hasilnya dengan rumus berikut ini.

$$V_{udara} = \frac{V_{u.in} + V_{u.out}}{2}$$

$$V_{udara} = \frac{0,6+3,3}{2} = 1,95$$

Perhitungan Laju Kapasitas Fluida Panas

$$C_h = \dot{m}_h \times C_{ph}$$

$$= 0,00095 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 4193 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$$

$$= 3,99 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}$$

Perhitungan Laju Kapasitas Udara

$$C_c = \dot{m}_c \times C_{pc}$$

$$= 0,00095 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times 1007 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$$

$$= 0,96 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}$$

Perhitungan Laju Perpindahan Panas Aktual Fluida Radiator

$$q_{\text{actual}} = C_h \times \Delta T_h$$

$$= 3,99 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}} \times (80 - 68)$$

$$= 47,88 \text{ W}$$

Perhitungan Laju Perpindahan Panas Maksimum Fluida Radiator

$$q_{\text{max}} = C_c \times \Delta T_{\text{maks}}$$

$$= 0,96 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}} \times (T_{h.in} - T_{c.in})$$

$$= 0,96 \frac{\text{W}}{^\circ\text{C}} \times (80^\circ\text{C} - 21,6^\circ\text{C})$$

$$= 55,97 \text{ W}$$

Setelah nilainya sudah di dapatkan, selanjutnya menghitung antara panas aktual dengan panas maksimum pada fluida radiator dengan menggunakan rumus berikut.

Perhitungan Efektifitas Fluida Radiator

$$\varepsilon = \frac{q_{\text{aktual}} (\text{actual heat transfer rate})}{q_{\text{max}} (\text{maximum heat transfer rate})}$$

$$= \frac{47,88 \text{ W}}{55,97 \text{ W}} = 0,8556 = 85,56 \%$$

Dengan cara yang sama dan dengan bantuan tabel di atas kita menghitung berbagai besaran yang diperlukan seperti besaran laju perpindahan panas berbagai media pendingin dan laju kecepatan udara, sehingga kita dapatkan nilai efisiensi radiator. Adapun nilai

masing-masing saya rangkum dalam tabel di bawah.

Tabel 5. Data Hasil Perhitungan Efektifitas Radiator dengan Media Pendingin Air Mineral.

N rpm	Th in °C	Tc in °C	Q act Watt	Qmax Watt	ε Radiator
1100	78	21,2	39,5	44,9	87,91
1700	81	22,0	53,7	76,1	70,57
2200	89	22,4	74,9	108,6	68,90
2500	99	22,8	111,2	155,8	71,36

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Efektifitas Radiator dengan Media Pendingin Air AC .

N rpm	Th in °C	Tc in °C	Q act Watt	Qmax Watt	ε Radiator
1100	79	21,2	40,4	50,0	80,85
1700	82	22,0	63,3	75,9	83,36
2200	90	22,2	88,5	110,4	80,11
2500	100	23	135,1	155,4	86,91

Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Efektifitas Radiator dengan Media Pendingin Coolant.

N rpm	Th in °C	Tc in °C	Q act Watt	Qmax Watt	ε Radiator
1100	80	21,6	47,9	56,0	85,56
1700	83	22,2	74,0	84,9	87,19
2200	95	22,8	116,5	128,0	91,03
2500	102	23,3	148,0	158,9	93,17

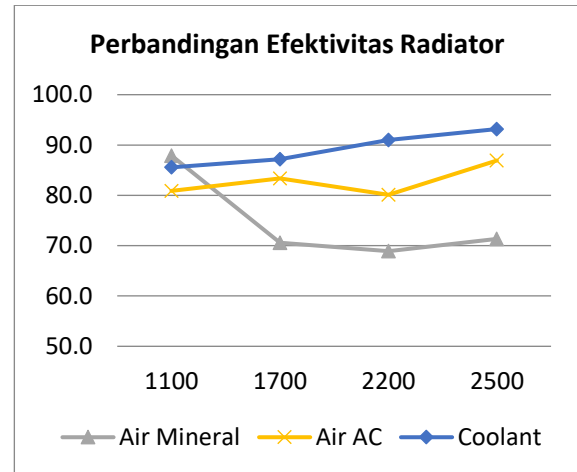
Sumber: Hasil olah data penelitian

Tabel 8. Perbandingan Efektifitas Radiator dengan Menggunakan Berbagai Media Pendingin

N rpm	ε Air Mineal	ε Air AC	ε Coolant
1100	87,91	80,85	85,56
1700	70,57	83,36	87,19
2200	68,90	80,11	91,03
2500	71,36	86,91	93,17
Rata2	74,69	82,81	89,24

Sumber: Hasil olah data penelitian

Hasil rangkuman pada tabel di atas akan mudah kita baca dan analisa jika dituangkan dalam bentuk garfik seperti di bawah ini:



Gambar 7. Grafik perbandingan efektivitas Radiator

3.3 Analisa Efektivitas Radiator

Dari hasil uji ketiga media pendingin menunjukkan bahwa pada hakikatnya ketiga media tersebut bisa digunakan sebagai cairan pendingin pada radiator. Efektivitas radiator pada air mineral awalnya cukup baik, namun cenderung menurun dengan bertambahnya putaran mesin. Hal ini kemungkinan disebabkan kandungan mineral dalam air justru akan menghambat penyerapan panas dari radiator, misalnya mineral logam yang terkandung dalam air mineral akan menahan panas, sehingga temperatur air makin panas.

Sedangkan media pendingin air sisa pengembunan AC sedikit lebih baik dibandingkan media pendingin air mineral, hal ini kemungkinan karena tingkat kemurnian air sisa pengembunan AC yang merupakan air suling murni, tidak ada kandungan mineral lain, sehingga lebih mampu menyerap panas.

Hasil terbaik untuk efektivitas radiator didapat dari pengujian *coolant*. Hal ini tentu sudah diperhitungkan karena zat-zat aditif yang terdapat pada media pendingin ini sudah diformulasikan untuk mendinginkan radiator. Dari putaran rendah sampai putaran tinggi media pendingin *coolant* menunjukkan kinerja terbaik, yaitu mampu mengikuti kenaikan putaran dengan memberikan nilai efektivitas yang juga makin naik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Semakin cepat putaran mesin, ada kecenderungan nilai efektivitas radiator makin tinggi, artinya sistem pendingin akan memberikan respon pendinginan yang lebih baik.
2. Media pendingin coolant mampu menghasilkan nilai efektifitas yang lebih tinggi dibanding dengan media pendingin lain yaitu air mineral dan air sisa pengembunan AC.
3. Bagi masyarakat umum untuk kondisi darurat air sisa pengembunan AC bisa digunakan untuk media pendingin radiator, tapi harus segera diganti dengan coolant jika kondisi sudah memungkinkan.

/06/macam-macam-sistem-pendingin-lengkap.html

Simamora, D. F., Sappu, F. P., & Ulaan, T. V. Y. (2000). *Analisis Efektivitas Radiator Pada Mesin Toyota Kijang Tipe 5 K. 4*, 138–147.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, N (2009). *Laju Perpindahan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80 % Air Dan 20 % Radiator*. 4(2), 65–75.
- Dwi Hersandi, D. A., & Arsana, I. M. (2018). *Pengaruh Jenis Fluida Pendinginan Terhadap Kapasitas Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Daihatsu Xenia 1300Cc*. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA, 6(03), 41–52.
- Iqbal Z, 2018. *Pemeliharaan Radiator Pada Sistem Pendinginan Mesin Mobil*, Politeknik Negeri Malang: Malang, 2018
- Juan, 2020. Cara Kerja Sistem Pendingin Air, Teknik Otomotif dot com. <https://www.teknik-otomotif.com/2020/02/cara-kerja-sistem-pendingin-air.html>
- M. Tayep, 2021. *Pengaruh Efektifitas Radiator Berdasarkan Jenis Coolant Terhadap Unjuk Kerja Mesin Diesel 2775cc*, Universitas Islam Riau: Pekanbaru, 2021.
- Otomotifstudi, 2019. *Macam-macam Sistem Pendingin Lengkap dengan Kelebihan dan Kekurangannya*. <https://www.otomotifstudi.com/2019>

BEBAN PENDINGIN GEDUNG SARINAH LANTAI 13 DAN 14 PADA AREA PERKANTORAN DI JAKARTA

Srihanto.

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

Abstrak

Sistim pendingin AC (*Air Coditioning*) semakin menjadi kebutuhan untuk gedung perkantoran maupun dunia industri di Jakarta. *Air Conditioning* berfungsi untuk menyejukan ruangan khususnya perkantoran dengan tujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan produktifitas karyawan sehingga etos kerjanya meningkat. Untuk memasang AC pada gedung perkantoran tersebut diperlukan data-data perancangan dan analisa beban pendingin. Untuk itu perlu dilakukan kajian perhitungan perancangan AC dalam ruangan khususnya pada gedung Sarinah di Jakarta pada lantai 13 dan 14 yang penggunaannya untuk perkantoran, music hidup dan lainnya, agar dapat di ketahui berapa besar AC yang dibutuhkan. Metodologi perancangan dimulai dari penentuan data gedung baik luas rruangan, jumlah orang yang tinggal, peruntukan ruangan dan peralatan yang ada di dalam ruangan dan bahan dinding ruangan. Kemudian dilakukan analisa perhitungan beban pendingin. Untuk menentukan daya mesin Pendingin. Ruangan pada lantai 13 dan 14 tersebut sebenarnya sudah terpasang namun seiring dengan perkembangan seelama ini maka perlu ddilakukan analisa perhitungan beban ulang. Dari hasil analisa perhitungan beban pendingin pada gedung Sarinah lantai 13 dan 14 tersebut adalah : beban lantai 13: 180,52 kW, beban lantai 14 : 202,57 kW total beban lantai 13 dan 14 adalah : 383,9 kW. Total Daya Kompresor yang di butuhkan ; **188,7 HP** , Mesin AC menggunakan refrigerenat R 134 A, COP : 2,03.

Kata kunci : Gedung , beban, pendingin, Ruangan, Daya

1. PENDAHULUAN

Air Conditioning (AC) atau sistim pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Sistim ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan mengontrol uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. (Wiranto Arismunadar, 2005) Sebagaimana pada gedung- gedung yang berada di Jakarta khususnya gedung Sarinah di mana pada lantai 13 dan 14 merupakan ruangan untuk perkatoran, music hidup dan lainnya dibutuhkan sistim tata udara yang memenuhi standar dan nyaman. Seiring dengan berjalanya waktu pengelolaan gedung, mengalami perubahan kondisi dalam ruangan dan jumlah orang yang berada di dalam gedung sehingga kenyamanan berkurang. Kenyamanan adalah kemampuan badan untuk menyesuaikan diri dengan suhu dan kondisi lingkungan sehingga badan merasa sejuk dan seha. (Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones 1996)(6). Untuk menjaga agar ruangan gedung kondisinya nyaman, perlu dilakukan analisa perhitungan ulang kebutuhan besar kecilnya beban kalor pendingin dalam ruangan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan besar beban kalor yang harus didinginkan dari dalam ruangan tersebut, menentukan besar daya kompresor dan menentukan rekomendasi jenis ac yang digunakan.

1.1.Sistim Penyejar udara pada umumnya ada dua golongan utama, yaitu :

- 1) Penyejar udara untuk kenyamanan
Menyegarkan udara dri ruangan untuk memberikan kenyamanan kerja bagi orang yang melakukan kegiatan tertentu.
- 2) Penyejar udara untuk industry.
Menyegarkan udara dri ruangan karena diperlukan oleh proses, bahan, peralatan atau barang yang ada di dalamnya. (Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones 1996) (6)

Tabel 1 Suhu Nyaman Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI)

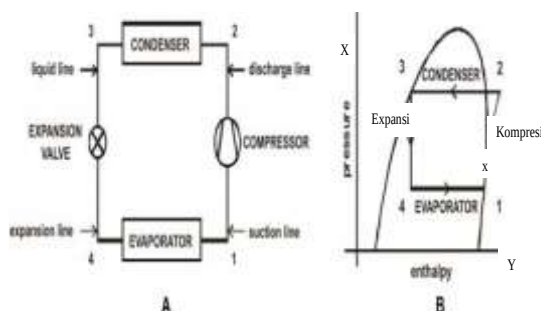
Kondisi	Suhu Efektif (SE)	Kelembapan (RH)
Sejuk	20,5? - 22,8?	50%
Nyaman Optimal	22,8? - 25,8?	70%
Hangat Nyaman	25,8? - 27,1?	60%

(Sumber ; SNI, 03-6572-2021)

1.2 Siklus Refrigerasi Kompresi uap

Dasar pemahaman dari siklus refrigerasi adalah sebuah sistem yang dikenal sebagai sistem kompresi uap/gas (*vapor compression*). Sebuah skema dari sistem kompresi uap ditunjukkan pada gambar dibawah (gambar 1.) yaitu diagram skematik mesin pendingin dan siklus mesin pendingin. Suatu sistem yang terdiri dari kompresor, kondensor, expansion valve dan sebuah evaporator.

Gambar 1b. diatas menggambarkan diagram P-h *Pressure-Enthalpy* dari siklus refrigerasi (*refrigeration cycle*). Sumbu Y menunjukkan tekanan dan sumbu X menunjukkan enthalpy. diagram p-h ini adalah alat yang paling umum dipakai dalam menganalisa dan melakukan perhitungan kalor, usaha dan perpindahan energy dalam suatu siklus refrigerasi. Sebuah siklus refrigerasi tunggal terdiri dari daerah bertekanan tinggi pada point 1 ke 3. (*high side*) dan daerah bertekanan rendah (*low side*) pada point dari 3 ke 1. perubahan dari tekanan dapat dilihat dengan jelas pada diagram p-h ini. Juga kalor dan perpindahan energy dapat dihitung sebagai perubahan *enthalpy* yang tergambar pada diagram p-h tersebut. (William C. Reynolds, Henry C. Perkins 1991)



Gambar 1. A . Gambar skematis sistim pendingin dan B. Siklus Refrigerasi pada diagram *pressure-enthalpy* (p-h).

(Sumber : William C. Reynolds, Henry C. Perkins 1991)

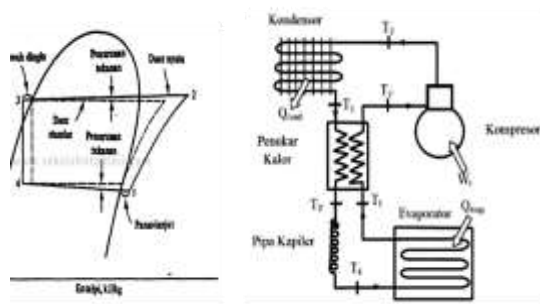
Penjelasan Siklus Kompresi Uap Standart (Gambar 1.1.B.)

a). Proses 1-2. : Proses kompresi yaitu proses refrigerant gas diisap dari evaporator pada tekanan rendah dan ditekan oleh kompresor ke kondensor sehingga refrigerant gas tekanannya naik.

- b). Proses 2-3. : Proses kondensasi yaitu refrigeran gas di dinginkan disini kalor dilepas dari refrigerant sehingga refrigerant menjadi cair .
- c). Proses 3-4. : Proses *Expansi* yaitu refrigerant cair di kabutkan dari tekanan tinggi menjadi tekanan rendah dan phasanya menjadi kabut/gas.
- d). Proses 4-1. : Proses evaporasi yaitu refrigerant bersuhu rendah menyerap kalor ruangan di evaporator sehingga wujudnya menjadi gas bertekanan rendah. Kemudian refrigerant di isap oleh kompresor lagi, demikian secara terus menerus sehingga menjadi siklus yang disebut kompresi uap standart.

1.3 Siklus Refrigerasi Aktual :

Siklus *refrigerasi actual* mengalami penurunan efisiensi dibandingkan dengan daur standr. Ada juga perubahan lain dri daur standr , yang mungkin cukup berarti atau tidak dapat diabaikan. Perbandingan dapat di lakukan dengan menempel diagram daur nyata pada daur standar . Perbedaan penting adalah pada penurunan tekanan di dalam kondensor dan evaporator dalam bawah dingin (*sub cooling*) , cairan yang meninggalkan kondensor dan dalam pemanasan lanjut uap yang meninggalkan evaporator. Tetapi pada daurnyata terjadi penurunan tekanan ini, karena adanya gesekan. Akibat penurunan tekanan ini , kompresi pada titik 1 dan 2 memerlukan lebih banyak kerja dibandingkan daur standar. Dengan adanya *sub cooling* menjamin bahwa refrigeran memasuki katup ekspansi 100 persen cair. Pemanasan lanjut ap biasanya terjadi di dalam evaporator, dan di sarankan sebagai pencegah cairan gas tidak memasuki kompresor. Perbedaan terakhir pada daur nyata adalah kompresi yang tidak lapi isentropic , dan terdapat ke tidak efisienan yang di sebut oleh gesekan dan kerugian-kerugian lain. Siklus refrigerasi kompresi uap aktual dapat digambarkan secara skematis seperti gambar 2.. di bawah. (*Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones 1996*).

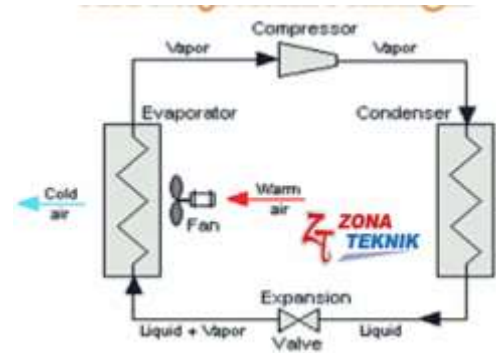


Gambar 2. 2A. Siklus Refrigerrasi Actual, 2B. Diagram Skematis,
Sumber : (Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones 1996)

1.4.Cara kerja mesin pendingin.

Kompresor yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (*refrigent*), jadi *refrigent* yang masuk ke dalam kompresor dialirkan ke kondenser yang kemudian dimampatkan di kondenser. Di bagian kondenser ini *refrigent* yang dimampatkan akan berubah fase dari *refrigent* fase uap menjadi *refrigent* fase cair, maka *refrigent* mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam *refrigent*. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh kondenser adalah jumlahan dari energi kompresor yang diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan. (lebih jelaskan lihat gambar 2.. diagram skematis Mesin pendingin). Pada kondensor tekanan *refrigent* yang berada dalam pipa-pipa kondenser relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan *refrigent* yang berada pada pipa-pipa evaporator. Setelah *refrigent* lewat kondenser dan melepaskan kalor penguapan dari fase uap ke fase cair, maka *refrigent* dilewatkan melalui katup ekspansi, pada katup ekspansi ini *refrigent* tekanannya diturunkan sehingga *refrigent* berubah kondisi dari fase cair ke fase uap yang kemudian dialirkan ke evaporator, di dalam evaporator ini *refrigent* akan berubah keadaannya dari fase cair ke fase uap, perubahan fase ini disebabkan karena tekanan *refrigent* dibuat sedemikian rupa sehingga *refrigent* setelah melewati katup ekspansi dan melalui evaporator tekanannya menjadi sangat turun. Hal ini secara praktis dapat dilakukan dengan jalan diameter pipa yang ada di evaporator relatif lebih besar jika dibandingkan dengan diameter pipa yang ada

pada kondenser. Dengan adanya perubahan kondisi *refrigent* dari fase cair ke fase uap maka untuk merubahnya dari fase cair ke *refrigent* fase uap maka proses ini membutuhkan energi yaitu energi penguapan, dalam hal ini energi yang dipergunakan adalah energi yang berada di dalam ruangan yang akan didinginkan. (Wiranto Arismunadar, 2005)



Gambar 3. Diagram Alir Mesin Pendingin.

(sumber :

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=gambar+mesin+pendingin#>) di down load 20-5-23) (2)

1.5.Komponen utama mesin pendingin

Berikut ini uraian ringkas tentang komponen-komponen utama sebuah system refrigerrasi

1.Kompresor.

Kompresor menghisap uap refrigerant untuk dinaikan tekanannya, dengan naiknya tekanan maka temperatur refrigerant juga naik. Sehingga setelah keluar dari kompresor, refrigerant tadi berbentuk uap panas lanjut. (Wiranto Arismunadar, 2005)

2.Kondensor.

Uap refrigerant uap melepaskan kalor laten pengembunan kepada fluida pendingin ,sehingga *refrigerant* tadi mengembun dan menjadi cair.

3.Katup Ekspansi (Pipa Kapier)

bertekanan tinggi tersebut diekspansikan melalui pipa kapiler (katup ekspansi). Pada saat melewati pipa kapiler tekanan refrigeran mulai turun dan diikuti dengan turunnya temperatur refrigeran secara drastis.

4.Evaporator

Di dalam pipa evaporator, cairan refrigerant menguap secara berangsur-angsur karena menerima kalor laten pengembunan dari ruangan yang didinginkan. Selama proses

penguapan, di dalam pipa akan terjadi campuran refrigerant-refrigerant dalam fasa cair dan fasa uap. Pada siklus ideal, temperatur dan tekanan di dalam pipa dianggap konstan. (Wiranto Arismunadar, 2005)

1.6 Refrigerant

Refrigerant adalah suatu media (fluida) yang menyerap panas dengan menguapkan pada temperatur dan tekanan rendah serta melepaskan panas dengan jalan mengembunkannya pada temperatur dan tekanan yang tinggi. Jadi, *refrigerant* akan mudah mengalami perubahan phase dari cair menjadi gas maupun sebaliknya.

Berikut ini adalah macam-macam *refrigerant* :

a) Refrigerant Hydrocarbon (HC)

Refrigerant hydrocarbon adalah salah satu *refrigerant* alternatif pengganti *refrigerant* halokarbon. Misal R.134a, R.404a, R.410a.

b) Refrigerant CloroFluorcarbon (CFC)

Clorofluorcarbon merupakan *refrigerant* yang paling banyak di gunakan dalam sistem pendingin. Bahan dasarnya ethane dan methane yang berisi flour dan chlor dalam komposisinya. Misal R 11, R12, R22.

c) Refrigerant Amonia (NH₃)

Amonia di gunakan secara luas pada mesin refrigerasi industri. Titik didihnya kurang lebih -33°C, zat ini mempunyai karakteristik bau meskipun pada konsentrasi kecil di udara. (Wiranto Arismunadar, 2005)

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data Perancangan

- Suhu ruangan yang direncanakan = 22°C
- Suhu luar ruangan = 32°C
- RH direncanakan = 55 %
- RH luar ruangan = 80 %

a) Data Bangunan Gedung Sarinah Lantai 13 Dan 14 Di Jakarta

- Lokasi Gedung = Jakarta pusat
- Fungsi bangunan = café, kantor,
- Jumlah lantai = 14 lantai
- (yang dianalisa lantai 13 dan 14)
- Dimensi Ruangan = Panjang ; 60 m, Lebar : 50 meter, tinggi : 3 m
- Luas Bangunan = 3600 m²
- Volume bangunan = 9000 m³

b) Data Dinding Dan Jendela Lantai 13

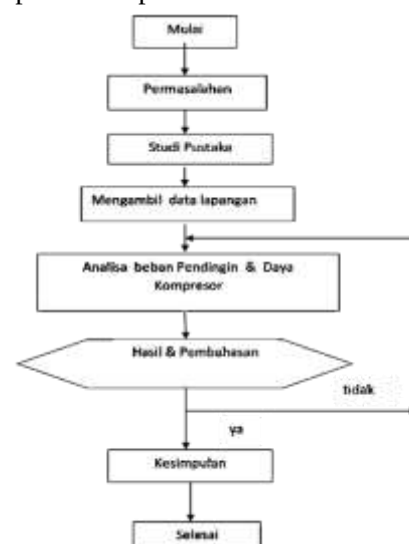
- Jenis dinding = Batu bata dengan plester semen luar dalam .
- Ketebalan = 15 cm : 0,15 m
- Diplester luar dan dalam. = 1,6 cm .
- Jumlah pintu Lt 13 = 8 unit (ukuran 1 m x 2 m)
- Jumlah jendela Lt 13 = 39 unit, ukuran (1,5 x 4) meter
- Jenis kaca = Regulator plate, tebal 12 mm
- Jumlah orang = 60 Orang

c) Lantai 14 :

- Jenis = Batu bata dengan plester semen luar dalam .
- Ketebalan = 15 cm : 0,15 m
- Diplester luar dan dalam. = 1,6 cm .
- Jumlah Pintu Lt 14 = 8 unit (1 x 2m)
- Jumlah jendela Lt 14 = 37 unit (1,5 x 4 m)
- Jenis kaca = Regulator plate, tebal 12 mm
- Jumlah orang = 108 Orang

2.2. Diagram alir penelitian .

Dalam penyelesaian Analisa Penelitian ini diperlukan pola pikir yang sistematis, dalam bentuk kerangka pemikiran yang dapat disampaikan dalam bentuk diagram alir penelitian agar dapat memberikan gambaran prosedur penelitian :



Gambar 4. Diagram alir (flow diagram)
Analisa Beban pendingin Gedung Sarinah lantai 13 & 14.

Sumber : Penelitian Mandiri

2.3 Dasar Perhitungan Beban Pendingin.

Beban kalor pendingin tersebut dihitung dari dua bagian yaitu daerah perimeter (daerah tepi ruangan) yang terdiri dari beban

dinding, atap dan lantai, dan daerah internal ruangan, yang terdiri dari beban penghuni dan isi ruangan serta. Ada pun jenis beban yaitu beban sensible dan beban laten. Beban kalor ruangan yang akan didinginkan dan di analisa berdasarkan kondisi yang berubah-ubah dalam ruangan maupun luar ruangan (Roy J Dossat, 1961)

Beban Panas Dari Luar (*perimeter*) Ruangan :

a). Beban Panas Melalui Dinding (Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones, Supratman Hara 1996)(6)

$$Q_d = U \times A \times CLTD \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

U = Koefisien perpindahan panas (W/m^2k)
 A = Luas atap yang diperhitungkan (m^2)
 $CLTD$ = Cooling Load Temperature Difference

b). Beban Panas Partisi, Ceiling, Floor (Partisi dasar dan langit-langit) (Q_p): (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)

$$Q_p = U \times A \times TD \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

U = Koefisien perpindahan panas (W/m^2k)
 A = Luas partisi yang diperhitungkan (m^2)
 TD = Design Temperature Difference ($^{\circ}C$)

c). Beban Panas Melalui Kaca (Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones, Supratman Hara 1996) (6)

$$Q_k = U \times A \times CLTD \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

U = Koefisien perpindahan panas (W/m^2k)
 A = Luas atap yang diperhitungkan (m^2)
 $CLTD$ = Cooling Load Temperature Difference

d). Beban Panas Radiasi Matahari Melalui Jendela Kaca (ASHRAE HANDBOOK 2017)(1)

$$Q_{rm} = A \times SC \times SHGF \times CLF \dots\dots (2.4)$$

Dimana :

A = Luas kaca yang terkena radiasi (m^2)
 SC = Shading Coefficients
 CLF = Cooling Load Factor

Beban Panas Dari Dalam (*Interior*) Ruangan.

d) Beban Panas Dari Lampu (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)

$$Q_{lp} = Input \times CLF \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$Input$ = Besarnya wattase dari lampu (W)

CLF = Faktor beban pendingin waktu penggunaan.

f). Beban Panas Dari Penghuni Ruangan (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)

a. Sensibel :

$$Q_{os} = n \times SHG \times CLF \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

a) = Banyaknya penghuni dalam ruangan

SHG = Besarnya beban panas sensibel yang dikeluarkan manusia

CLF = Faktor berdasarkan waktu di dalam ruangan

b) Laten:

$$Q_{ol} = n \times LHG \dots\dots\dots (2.7).$$

Dimana :

LHG = Besarnya beban panas laten yang dikeluarkan manusia.

e) Beban Panas Dari Peralatan Yang Mengeluarkan Kalor (ASHRAE HANDBOOK, 2017)(1)

$$Q_{pl} = HG \times CLF \dots\dots\dots (2.7).$$

Dimana :

HG = Besarnya kalor dari peralatan (W)

CLF = Faktor beban pendingin berdasarkan waktu pengguna

g) Beban Panas Dari Udara Ventilasi (ASHRAE HANDBOOK, 2017) (1)

a) Beban Sensible :

$$Q_{us} = 1.232 \times OA \times \Delta t \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

O_{us} = Besarnya volume udara persatuan waktu (l/s)

Δt = Perbedaan temperatur

b) Beban Latin :

$$Q_{ul} = 3012 \times OA \times \Delta w \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

OA = Besarnya volume udara persatuan waktu (l/s)

Δw = Perbedaan kelembaban kg/kg

Beban kalor tersebut di atas di jumlahkan sehingga di peroleh beban total ruangan. Untuk menjaga nilai yang tdk dimungkinkan maka hasil perhitungan di tambah factor keamanan yaitu antara 2 & sampai 5 % (Wilbert F Stoecker & Jerold W ,Jones, Supratman Hara 1996) (6)

f) Daya Kompresor adalah(w) :

$$W = m (h_2 - h_1) (kW) \dots (2.10)$$

Dinamika :

m = laju aliran massa (kg/dt)

h_1 = entalpi refrigeran masuk kompresor (kJ/kg)

h_2 = entalpi refrigeran keluar kompresor (kJ/kg)

g) Kalor yang di lepas di kondensor :

$$Q_h = m(h_3 - h_2) (kW) \dots (2.11)$$

Dimana :

h_3 = entalpi refrigeran keluar kondensor (kJ/kg)

h) Kalor yang diserap evaporator :

$$Q_e = m (h_1 - h_4) (kW) \dots (2.12)$$

Dimana :

h_4 = entalpi refrigeran masuk evaporator (kJ/kg)

j) Menentukan Harga COP (Coefisien Off Performance)

Yaitu unjuk kerja mesin AC yang direncanakan : (William C. Reynolds, Henry C. Perkins 1991)(7) :

$$\text{COP} = m \{ (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) \} \\ = Q_e / W \dots (2.13)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menganalisa beban pendingin gedung Sarinal perhitungan dilakukan pada saat bulan dan jam terpanas yaitu Juli 2022 antara jam 12.00 sampai dengan jam 14.00 WIB. Dengan suhu yang stabil sesuai rancangan pada ruangan yaitu 22°C dapat memberikan kenyamanan orang yang ada di dalam ruangan. Perhitungan beban Pendinginan ruangan tersebut di kategorikan pada **factor external** (pengaruh luar) dan **internal** (pengaruh didalam ruangan) sesuai dengan persamaan pada referensi di atas .

3.1. Menentukan Beban Pendingin .

- a) Beban Radiasi melalui kaca Jendela lantai 14 kantor bank (Persamaan 2.4) :

$$Q_r = A \cdot S_c \cdot SHGF \cdot CLF \\ = 120 \text{ m}^2 \times 0,59 \times 120 \text{ Watt/m}^2 \times 0,86 \\ = 306,56 \text{ Watt (7,31 kW)}$$

- b) Beban Konduksi melalui kaca Jendela Lantai 13 kantor Bank (Persamaan 2.3)

$$Q_k = U \cdot A \cdot CLTD \\ = 5,9 \text{ Watt/m}^2 \times 120 \text{ m}^2 \times 9^\circ\text{C} \\ = 6370 \text{ Watt (6,37 kW)}$$

$$= 1069 \text{ W atau 1,07 kW.}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Beban Sensibel Radiasi ($Q_r + Q_k$) Dan Konduksi (Q_{rk}) Melalui Kaca Jendela lantai 14.

N O	Nama Ruangan	Total luas jendela (m ²)	Beban Radiasi Jendela Q _r (kW)	Beban Konduksi Q _k (kW)
1.	Kantor Bank BNI	120	7,31	6,37
2.	Ruangan Manager BNI	15	0,91	0,80
3.	Ruangan Meeting BNI	15	0,91	0,80
4.	Dapur	42	2,56	2,23
5.	Ruangan Staff BNI	15	0,91	0,80
6.	Ruang panel	12	0,73	0,64
7.	toilet	0	0	0
8	Jumlah		13,33	11,64
9	Jumlah beban (Q _{rk}) Lt 14		24,97 kW	

Sumber : Penelitian Mandiri

Dengan perhitungan yang sama dengan lantai 14 maka didapat radiasi dan konduksi kaca Jendela pada lantai 13. Seperti pada table 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Beban Sensibel Radiasi ($Q_r + Q_k$) Dan Konduksi (Q_{rk}) Melalui Kaca Jendela lantai 13.

NO	Nama Ruangan	Total luas jendela (m ²)	Beban Radiasi Jendela Q _r (kW)	Beban Konduksi Q _k (kW)
1	Ruangan Teknisi Listrik	48	2,92	2,55
2	Ruangan Kantor Ritel	24	1,46	1,27
3	Ruangan Meeting Ritel	24	1,46	1,27
4	Ruangan Kosong	48	2,92	2,55
5	Ruangan Inul Vista	30	1,83	1,59
6	Mesjid	30	1,83	1,59
7	Toilet	-	0	0
8	Dapur	42	2,56	2,23
9	Jumlah		14,98	13,05
10	Jumlah beban (Q _{rk}) Lt 13		28,03 kW	

Sumber : Penelitian Mandiri

Dengan Perhitungan yang sama menggunakan rumus- rumus pada bab 2 tersebut di atas seperti beban dinding, beban atap beban lampu maka hasil perhitungan di dapat pada di table 4.

- c) Beban lampu Beban lampu pada ruang Kantor BNI Lt 14 (Persamaan (2.5):

$$\begin{aligned}
 Q_{Lp} &= \text{Input (W)} \times F_u \times F_b \times C_{LF} \\
 &= (30 \times 36) \times 0,97 \times 1,2 \times 0,85 \text{ (Watt)} \\
 &= 1069 \text{ W atau } 1,07 \text{ kW.}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Beban lampu Setiap ruangan pada lantai 14.

Dimana daya tiap lampu 36 Watt dengan lampu Florecent :

N O	Nama Ruangan	Jumlah lampu	Beban Lampu (kW)
1.	Kantor Bank BNI	30	1,07
2.	Ruangan Manager BNI	10	0,56
3.	Ruangan Meting BNI	10	0,56
4.	Dapur	3	0,11
5.	Ruangan Staff BNI	6	0,22
6.	Ruang panel	6	0,22
7.	toilet	5	0
	Jumlah beban lampu		2,74

Sumber : Penelitian Mandiri

d) Beban lampu Beban lampu pada ruang Teknisi Listrik Lt 13 (Persamaan (2.5):

$$\begin{aligned}
 Q_{Lp} &= \text{Input (W)} \times F_u \times F_b \times C_{LF} \\
 &= (4 \times 36) \times 0,97 \times 1,2 \times 0,85 \text{ (Watt)} \\
 &= 139 \text{ W atau } 0,14 \text{ kW.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan beban lampu pada ruangan lantai 13 adalah dapat di lihat pada table 5.

Tabel 5. Hasil analisa beban lampu lantai 13.

Daya tiap lampu 36 Watt.

NO	Nama Ruangan	Jumlah lampu	Beban lampu (kW)
1.	Ruangan Teknisi Listrik	4	0,14
2.	Ruangan Kantor Ritel	6	0,22
3.	Ruangan Meating Ritel	4	0,14
4.	Ruangan kosong	5	0
5.	Ruangan Inul Vista	20	0,71
6.	Mesjid	10	0,56
7.	Toilet	5	0
8.	Dapur	3	0,11
	Jumlah Beban lampu (Q _{lp})		1,88

Sumber : Penelitian Mandiri

Dengan menggunakan persamaan pada bab 2 maka hasil Analisa beban pendingin setiap ruangan pada lantai 13 dan 14 dapat di lihat di table 6 sebagai berikut di bawah ini :

Tabel 6. Hasil Analisa beban total Sistim pendingin lantai 13 dan 14 Gedung Sarinal Jakarta.

No	Komponen	Beban Sensibel(kW)		Beban Laten (kW)	
		Lantai 13	Lantai 14	Lantai 13	Lantai 14
	Beban kalor <i>External</i> :				
1	Beban Kalor Jendela (Q _{rk})	28,03	24,97	0	0
2	Beban Dinding &pintu (Q _{dp})	95,68	108,39	0	0
	Beban kalor <i>Internal</i> :				
3	Beban Kalor Lampu (Q _{lp})	1,88	2,74	0	0
4	Beban Kalor peralatan (Q _{al})	26,1	53,79	0	0
5	Beban Kalor Penghuni(Q _{ol})	8,2	2,78	8,88	1,79
6	Beban Ventilasi	1,79	0,76	4,70	1,45
7	Beban lt 13 & 14 (Q _t)	161,68	193,43	13,58	3,24
8	Jumlah kalor lt 13&14	255,11 kW		16,82 kW	
9	Jumlah +Faktor Kemanan 3 %	262,76 kW		17,31 kW	
10	Beban Kalor sesnsibel dan latin lantai 13 (+ 3 %)(Q _{t13})	175,26 + 5,26 = 180,52 kW			
11	Beban Kalor sesnsibel dan latin lantai 14 (+ 3 %)(Q _{t14})	196,67 + 5,9 = 202,57 kW			
10	Jumlah beban Latin & sensible lantai 13 dan 14 (Q _s) & (Q _l)	371,93 + 11,56 kW = 383,9 kW			

Sumber : Penelitian Mandiri

3.2. Menentukan Daya Mesin Pendingin.

Perancangan Gedung Sarinah pada ruangan lantai 13 dan 14 suhu 23°C, sedang suhu luar ruangan 32°C. Yaitu :

Suhu pada evaporator 23°C - 8 = 15°C.

Suhu pada kondensor 32 + 8 = 40°C.

Pada mesin pendingin terdapat adanya sub cooler dan

sub heater 5°C maka diperoleh :

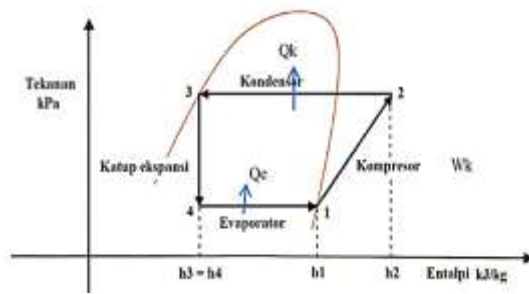
Suhu Refrigerant keluar Evapurator :

$$T_1 = 15 + 5 = 20^\circ\text{C.}$$

$$\text{Suhu Keluar Kompresor: } T_2 = 40 + 22 = 62^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Keluar kondensor } T_3 = 40 - 5 = 35^\circ\text{C.}$$

Refrigerant yang digunakan adalah R =134a.



Gambar 5. Diagram Siklus Refrigerant

Sumber : Penelitian mandiri

Dari tabel Harga entalpi (h) diperoleh (di lampiran 3 Diagram P-H) :

Entalpi (h₁) suhu 20°C, h_g = 390 kJ/kg

Entalpi (h₂) suhu 62°C, h_g = 445 kJ/kg

Entalpi (h₃) suhu 35°C, h_f = 240 kJ/kg

Entalpi h₃ = h₄

a) Menentukan Aliran Refrigerant (m) :

$$Q_e = m (h_1 - h_4) \dots\dots (2.12)$$

$$383,9 \text{ kW} = m (490 \text{ kJ/kg} - 240 \text{ kJ/kg}).$$

$$m = \frac{383,9 \text{ kW}}{150 \text{ kJ/kg}} = 2,56 \text{ kg/dt}.$$

b) Daya Kompresor (W) (Persamaan 2.10):

$$W = m (h_2 - h_1)$$

$$= 2,56 \text{ kg/dt} (445 - 390) \text{ kJ/kg}$$

$$W = 140,8 \text{ kJ/dt} = 140,8 \text{ kW}$$

c) Menentukan Harga COP (Coefisien Off Performance) (Persamaan 2.13):

$$\text{COP} = \frac{m (h_1 - h_4)}{m (h_2 - h_1)} = \frac{Q}{W}$$

$$\text{COP} = \frac{383,9 \text{ kJ/dt}}{188,7 \text{ kJ/dt}} = 2,03$$

Pembahasan

- Perhitungan beban kalor dihitung dari beban exterior dan interior serta beban sensible dan beban laten. Jumlah beban kalor Lantai 13 (Q_{lt13}) = 180,52 kW
Jumlah beban kalor Lantai 14 (Q_{lt14}) = 202,57 kW
Jumlah Beban kalor total Lantai 13 dan Lantai 14 = 383,9 kW
- Mesin pendingin menggunakan Refrigerant R134a, sehingga diperoleh hasil analisa perhitungan daya kompresor dalam HP (W_k) = 140,8 kW x 1000/746 = **188,7 HP**.

- Sesuai dengan referensi beban 109,16 TR. (Ton Refrigerant) Jenis pendingin yang digunakan adalah AC sentral (50 sampai dengan 1000 TR)

IV. KESIMPULAN.

Dari hasil analisa perhitungan beban pendingin yang telah dilakukan, pada perencanaan sistem penkondisian udara pada gedung Sarinah lantai 13 dan 14 lantai dengan ukuran 60 m x 50 m x 4 m, di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

- Beban Pendingin Sensible dan laten lantai 13 dan 14 Total = 383,9 kW Beban. Atau setara dengan 109,16 TR, maka dipilihlah Ac Sentral (50 s/d 1000 TR)
- Beban Pendinginan per meter persegi adalah : Beban total pendinginan / luas ruangan. Besarnya rasio : luas lantai 13 dan 14 adalah 3142 m², sedang beban pendingin 383,9 kW/3142m² maka = 122 Watt/m².
- Daya Kompresor dan COP yang dihasilkan dari Mesin Pendingin yang dipilih adalah 108 HP, dengan COP Mesin adalah 2,03.

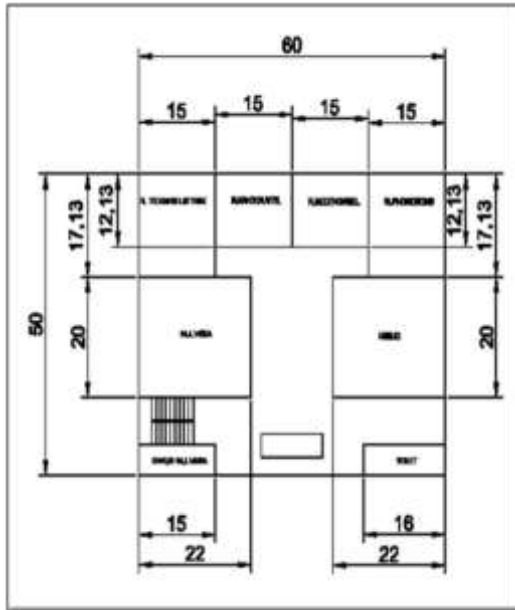
5. DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE HANDBOOK, 2017,
Handbook, Fundamental, Atlanta,
ASHRAE Inc.
<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=gambar+mesin+pendingin#>
(di down load 20-5-23)
- Roy J Dossat, 1961, *Prinsiples of refrigeration*, Houston Texas. Singapur Topan printing.
- Tria Rasipan, 2021. SNI 03-6572-2001.
Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan Gedung
- Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 2005, *Penyegaran Udara*, Edisi 7, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wilbert .F Stoecker & Jerold W. Jones, Supratman Hara, 1996 *Refrigerasi & Pengkondisian Udara*, Edisi 2. Erlangga, Jakarta.
- William C. Reynolds, Henry C. Perkins, Filino Harahap, 1991, *Termodinamika teknik* Erlangga Jakarta.

LAMPIRAN 1

DENAH GEDUNG SARINAL LANTAI

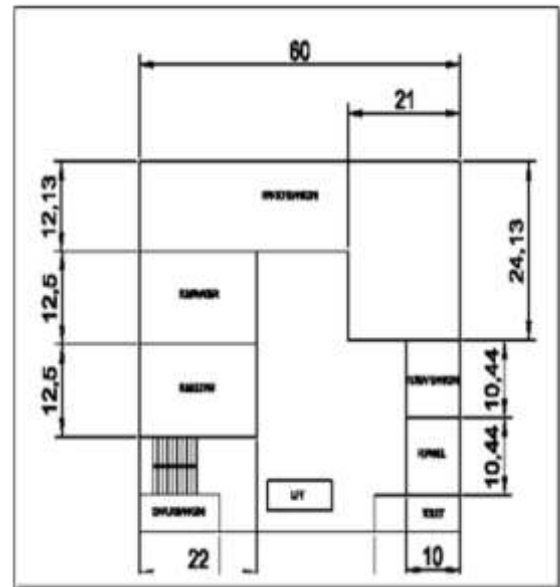
14.



LAMPIRAN 2

DENAH GEDUNG SARINAH LANTAI

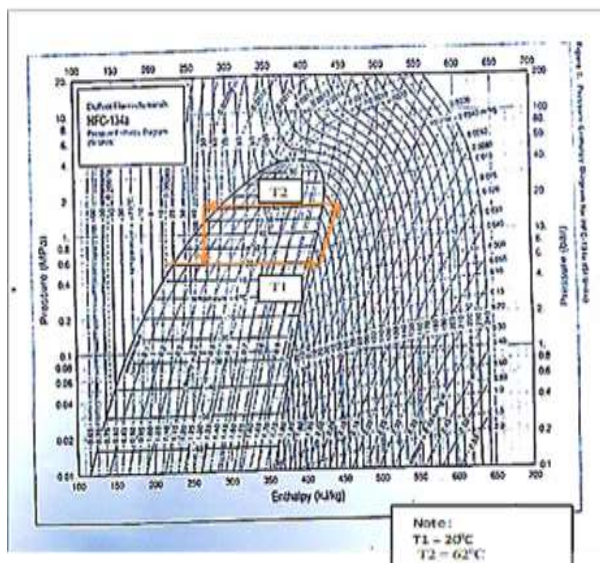
13.



LAMPIRAN 3 DIAGRAM P-H

RERIGERASI 134A.

DIAGRAM P-H (TEKANAN -ENTALPI) R. 134 A



--h--

REVERSE ENGINEERING SEBAGAI PENDEKATAN UNTUK MERANCANG ULANG APLIKASI MANAJEMEN PROYEK TEKNOLOGI INFORMASI PADA PT XYZ

Berliyanto

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

Abstrak

PT XYZ mengandalkan sebuah aplikasi manajemen proyek yang dimilikinya untuk mendukung operasional perusahaan. Aplikasi tersebut berjalan dengan baik secara fungsional namun tidak memiliki dokumentasi sistem karena dibuat secara *ad hoc* dan sporadis. Permasalahan muncul saat ada kebutuhan bisnis baru yang menuntut peningkatan kemampuan aplikasi. Misalnya dalam bentuk penambahan fitur dan perbaikan struktur data. Tanpa adanya dokumentasi aplikasi atau blueprint akan sangat sulit untuk meningkatkan sistem agar memenuhi kebutuhan bisnis yang baru. Terlebih lagi sebagian fitur dan data pada aplikasi saat ini masih perlu dipertahankan karena telah memenuhi sebagian kebutuhan operasional perusahaan. Penelitian ini mengusulkan solusi untuk permasalahan tersebut melalui pendekatan *reverse engineering*. Hasil yang didapat adalah kebutuhan aplikasi yang baru, spesifikasi rancangan aplikasi, dan purwarupa aplikasi yang telah melewati *unit testing* dan *scenario-based testing*.

Kata kunci: *reverse engineering*, perancangan *software*, *legacy system*, *system design*

1. PENDAHULUAN

Ketergantungan terhadap suatu aplikasi yang sudah lama dan usang oleh sebuah perusahaan adalah kondisi yang masih ditemukan saat ini. Salah satu perusahaan yang mengalami kondisi tersebut adalah PT XYZ. Perusahaan ini memiliki sebuah aplikasi utama untuk mendukung kegiatan manajemen proyek teknologi informasi yang dilakukannya sebagai kegiatan operasional harian. Aplikasi tersebut mampu mendukung kegiatan operasional PT XYZ selama ini. Namun demikian, saat ini terdapat beberapa kebutuhan bisnis baru yang menuntut fitur dan fungsionalitas tambahan dari aplikasi tersebut. Hal tersebut menjadi masalah karena aplikasi yang digunakan saat ini tidak memiliki dokumentasi sistem yang menjelaskan spesifikasi rancangannya. Sedangkan spesifikasi rancangan diperlukan untuk dapat meningkatkan fungsionalitas aplikasi tersebut dalam bentuk penambahan fitur atau perbaikan struktur data (Pressman & Maxim, 2020).

Aplikasi seperti yang dimiliki oleh PT XYZ dikenal dengan istilah *system legacy*. Jenis aplikasi ini umumnya memiliki karakteristik antara lain sebagai berikut: menggunakan teknologi lama, tidak memiliki dokumentasi atau *blueprint*, dan tidak

memenuhi kebutuhan bisnis yang akan datang (Dennis, Wixom, & Roth, 2018). *Legacy system* ini disarankan untuk dirancang ulang agar bisa menangani perubahan yang ada, terutama perubahan *requirement*. Proses yang seperti itu dinamakan dengan *reverse engineering*. Dan penelitian ini melakukan *reverse engineering* terhadap aplikasi manajemen proyek milik PT XYZ.

Poin permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini ada tiga. Pertama PT XYZ masih bergantung pada aplikasi yang lama untuk mendukung proses bisnisnya. Kedua, proses peningkatan fungsionalitas terhadap aplikasi tersebut tidak dapat dilakukan secara langsung dikarenakan tidak adanya dokumentasi yang menjelaskan rancangan aplikasinya. Dan ketiga, terdapat kebutuhan bisnis baru yang belum dipenuhi oleh aplikasi tersebut. Permasalahan-permasalahan tersebut yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini. *Reverse engineering* merupakan sebuah pendekatan untuk mendapatkan rancangan suatu aplikasi yang sudah beroperasi. Secara teori, pendekatan ini dapat membantu permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya. Dan berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya dirumuskan tiga pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apa saja *requirement* baru yang belum terpenuhi oleh sistem yang ada saat ini?
2. Seperti apa rancangan aplikasi yang memenuhi *requirement* baru tersebut?
3. Sejauh mana rancangan aplikasi yang baru dapat diimplementasikan?

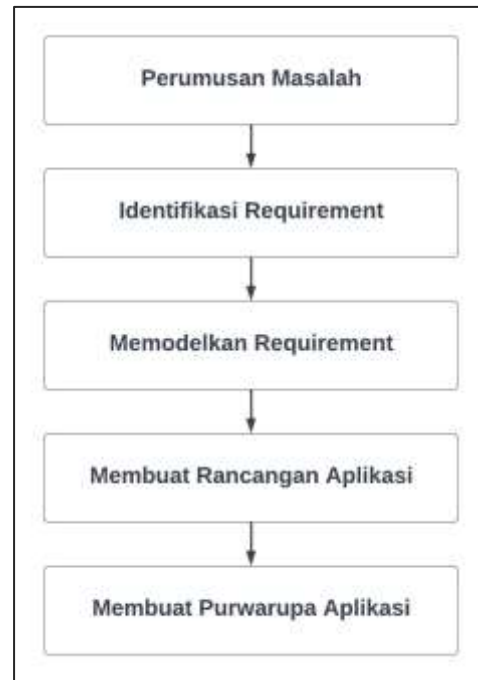
Dengan menjawab tiga pertanyaan penelitian tersebut maka didapatkan rancangan aplikasi baru yang memenuhi kebutuhan bisnis yang baru.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang mengikuti urutan proses pada siklus hidup perangkat lunak (*software development life cycle*). Metode pengembangan sistem yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan salah satu metode *Agile*, yaitu metode pendekatan *Extreme Programming* (XP). Metode *Extreme Programming* (XP) memiliki empat tahapan, yaitu: *planning*, *design*, *coding*, dan *testing*. Pada penelitian ini, diterapkan proses *reverse engineering*. Gambar 1 menunjukkan langkah-langkah penelitian. Tahapan yang dilakukan pertama kali adalah mengumpulkan *source code* aplikasi sebagai data untuk dilakukan *reverse engineering*. Tujuannya adalah untuk mendapatkan gambaran kondisi aplikasi saat ini dan mengidentifikasi masalah-masalah yang ada di dalamnya.

Proses pengumpulan *requirements* dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Metode pengumpulan *requirements* yang digunakan pada penelitian ini, yaitu metode wawancara dan observasi. Dalam proses pengumpulan *requirements* diterapkan proses *reverse engineering* untuk mendapatkan dokumen kebutuhan pengguna atau bisnis.

Pada tahap pemodelan *requirement*, terdapat tiga jenis model yang dibuat. Pertama adalah model fungsional. Kedua adalah model proses. Dan ketiga adalah model data. Setiap model yang dibuat menggunakan notasi UML yang sudah terstandar.



Gambar 1 Langkah-langkah Penelitian
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

Pada tahap pembuatan rancangan aplikasi, rancangan antarmuka dibuat berdasarkan *requirements* yang sudah terkumpul dan berdasarkan rancangan antarmuka aplikasi saat ini. Selain membuat rancangan antarmuka, pada tahap ini juga membuat rancangan database yang dikembangkan dari database *existing* melalui proses *reverse engineering*. Tools yang digunakan adalah *Balsamic Wireframes*, dan *proto io* untuk membuat rancangan antarmuka.

Tahap terakhir adalah membuat purwarupa. Purwarupa adalah cara efektif untuk memastikan *requirement* yang dikumpulkan sudah valid atau belum (Sharp, Roger, & Preece, 2019). Pada tahap ini mulai dilakukan pengembangan purwarupa aplikasi berdasarkan *requirement*, dan *design model* yang telah didapat dan dibuat. Pembuatan purwarupa dilakukan oleh dua orang programmer secara *pair programming*. Teknik pemrograman secara *pair programming* disarankan apabila metode yang digunakan untuk mengembangkan aplikasinya adalah *Extreme Programming* seperti yang dilakukan dalam penelitian ini. Pada bagian akhir penelitian ini, purwarupa yang dihasilkan diuji fungsionalitasnya dengan teknik *black-box testing*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap langkah penelitian yang dilakukan menghasilkan luaran-luaran yang merupakan hasil penelitian ini.

3.1 Kebutuhan Bisnis dan User Story

Kebutuhan bisnis (*business requirements*) dalam penelitian ini didapatkan dari wawancara dan observasi. Berdasarkan hasil pengumpulan kebutuhan bisnis tersebut, kemudian dibuatkan daftar kebutuhan bisnis dalam bentuk Tabel 1. Total ada 7 kebutuhan bisnis yang berhasil diidentifikasi.

Tabel 1 Daftar Kebutuhan Bisnis

Kode	Kebutuhan Bisnis
[BR01]	Divisi TI perlu mengelola <i>document number</i>
[BR02]	Divisi TI perlu melakukan monitoring pembayaran <i>document project</i>
[BR03]	Divisi TI perlu melakukan monitoring pembayaran <i>document maintenance</i> aplikasi
[BR04]	Divisi TI perlu melakukan monitoring pemakaian <i>mandays</i>
[BR05]	Divisi TI perlu mengelola dokumen <i>project, maintenance, dan mandays</i>
[BR06]	Divisi TI perlu mengelola data aplikasi yang dimiliki
[BR07]	Divisi TI perlu mendokumentasikan <i>document</i> yang sudah <i>full signed</i>

Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

Dari tujuh kebutuhan bisnis yang ada, hanya tiga kebutuhan yang sepenuhnya telah terpenuhi oleh aplikasi yang digunakan saat ini. Tiga kebutuhan yang sudah terpenuhi sepenuhnya adalah [BR02], [BR03], dan [BR06]. Sementara itu, kebutuhan [BR01], [BR04], dan [BR05] baru dipenuhi sebagian oleh aplikasi tersebut. Sedangkan kebutuhan bisnis yang sama sekali belum dipenuhi adalah [BR07].

Kebutuhan bisnis yang disajikan pada tabel 1 secara tidak langsung menunjukkan peran penting dari aplikasi yang ada saat ini. Pertimbangan untuk tidak meninggalkan aplikasi tersebut dan membuat aplikasi baru merupakan keputusan yang wajar. Hal tersebut dikarenakan sebagian kebutuhan bisnis yang dimiliki oleh PT XYZ sudah terpenuhi. Ditambah lagi tiga kebutuhan bisnis lainnya sudah terpenuhi walaupun baru sebagian. Hanya ada satu kebutuhan bisnis

baru yang belum dipenuhi dengan aplikasi saat ini.

Dari kebutuhan bisnis kemudian disusun user story untuk memodelkan fungsionalitas dari aplikasi tersebut. Tabel 2 menunjukkan empat contoh *user stories* yang dihasilkan. Total ada sebanyak 42 *user stories* untuk rancangan aplikasi yang baru. Setiap user story yang ada memiliki keterkaitan dengan kebutuhan bisnis. Misalnya [US01] dan [US02] berkaitan dengan kebutuhan bisnis [BR01]. Sedangkan [US03] berkaitan dengan kebutuhan bisnis [BR07].

Tabel 2 Daftar User Story
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

Kode	User Story
[US01]	Sebagai user saya dapat membuat nomor dokumen untuk kebutuhan penomoran dokumen Divisi Teknologi Informasi.
[US02]	Sebagai user saya dapat mengubah deskripsi keterangan pada penomoran dokumen untuk kebutuhan apabila terdapat perubahan deskripsi.
[US03]	Sebagai user saya dapat melakukan upload dokumen yang sudah <i>full signed</i> ke dalam aplikasi untuk kebutuhan dokumentasi dokumen.
....	
[US42]	Sebagai user saya dapat menerima notifikasi via email terkait data <i>maintennace</i> yang masa berakhirnya akan habis sehingga saya akan lebih aware

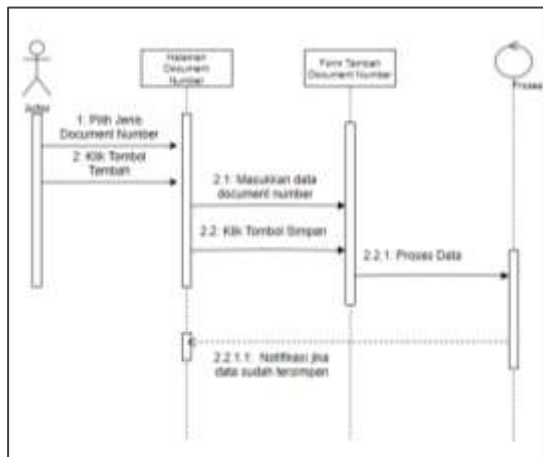
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

Proses validasi telah dilakukan untuk setiap *user story* yang didapatkan. Proses validasi dilakukan oleh tiga orang pengguna aplikasi. Cara melakukan validasinya adalah dengan meminta tiga orang pengguna tersebut membaca semua *user story* yang ada, lalu menanyakan apakah *user story* yang didapatkan relevan dengan kebutuhan mereka saat ini? *User story* dinyatakan valid apabila minimal ada dua pengguna yang menyatakan "iya" untuk pertanyaan tersebut. Dan semua *user story* yang didapatkan dinyatakan valid.

3.2 Model Proses Aplikasi

Pada penelitian ini, model proses dibuat dalam bentuk *sequence diagram* untuk menggambarkan interaksi antar objek di

dalam dan di sekitar sistem. Salah satu contoh model proses yang dibuat adalah proses menambah *document number*. Sequence diagram adalah salah satu teknik yang disarankan untuk digunakan ketika melakukan *reverse engineering* (Raharjana & Justitia, 2015). Gambar 2 menunjukkan *sequence diagram* tersebut.



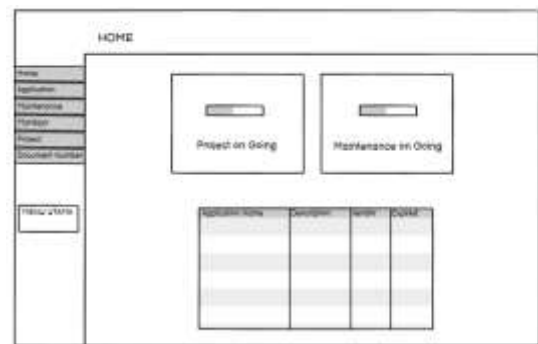
Gambar 2 Sequence Diagram untuk Proses Menambah *Document Number*
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

Pembuatan nomor dokumen yang sudah berjalan saat ini baru hanya berupa formulir migrasi data. Hal tersebut dikarenakan fungsionalitas yang terbatas pada aplikasi yang berjalan saat ini. Proses pembuatan nomor dokumen dapat dilakukan oleh seluruh staff terkait, artinya seluruh staff tersebut merupakan pengguna aplikasi pada penelitian ini. Pengguna dapat membuat nomor dokumen dengan memilih dokumen yang dibutuhkan terlebih dahulu. Kemudian, pengguna mengisi informasi sesuai informasi yang ada pada sistem. Informasi yang sudah diisi disimpan ke dalam basis data. Pengguna dapat melihat langsung nomor dokumen yang dibuatkan oleh sistem berdasarkan inputan sebelumnya. Gambar 2 menunjukkan *sequence diagram* untuk proses tersebut dan hanya salah satu contoh dari model untuk proses yang dibuat dalam penelitian ini.

3.3 Rancangan Antarmuka dan Arsitektur

Rancangan dibuat pada penelitian ini adalah rancangan arsitektur dan rancangan antarmuka aplikasi. Rancangan antarmuka sistem dibuat untuk menjelaskan tampilan ketika pengguna berinteraksi dengan aplikasi ini. Rancangan antarmuka yang dibuat ini dapat menjadi panduan untuk programmer

ketika mengembangkan aplikasi sejenis. Rancangan antarmuka dibuat dalam bentuk mockup yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan unik organisasi atau perusahaan. Gambar 3 menunjukkan rancangan antarmuka dashboard. Setiap rancangan antarmuka yang dibuat memperhatikan *Shneiderman 8 golden rules* (Shneiderman et al, 2016).



Gambar 3 Rancangan Antarmuka Dashboard
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

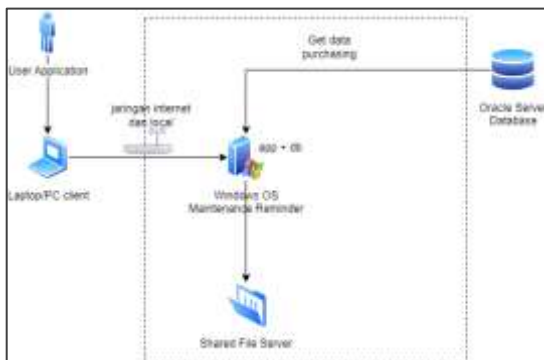
Salah satu halaman yang penting untuk aplikasi ini adalah halaman pengelolaan *document number*. Gambar 4 menunjukkan rancangan antarmuka untuk halaman tersebut. Sisi kiri antarmuka diisi dengan baris-baris menu utama. Dan 70% lebar di sisi kanan digunakan untuk konten dinamis. Disebut dinamis karena isinya akan menyesuaikan dengan halaman yang sedang diakses. Misalnya, saat mengakses halaman dashboard maka konten yang ditampilkan adalah ringkasan dari proyek TI yang sedang dilakukan (seperti pada gambar 3). Sedangkan ketika mengakses halaman pengelolaan *document number*, maka yang ditampilkan adalah informasi terkait dokumen proyek baik berupa tabel ringkasan, fitur pencarian, ataupun menu-menu lain yang terkait seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.

Selain rancangan antarmuka, penelitian ini juga menghasilkan rancangan arsitektur aplikasi. Gambar 5 menunjukkan rancangan arsitektur tersebut. Rancangan arsitektur dibuat berdasarkan kebutuhan PT XYZ, namun demikian dapat digunakan sebagai acuan oleh organisasi lain. Aplikasi dirancang sebagai aplikasi berbasis website. Secara teori, jenis arsitektur yang sesuai adalah arsitektur client-server. Rancangan pada gambar 5 merupakan rancangan arsitektur client-server yang bisa memenuhi kebutuhan implementasi aplikasi ini dalam konteks penggunaan oleh PT XYZ.



Gambar 4 Rancangan Antarmuka Halaman Pengelolaan *Document Number*
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

Aplikasi yang berbentuk *webapp* ini membutuhkan *web browser* untuk dapat digunakan oleh pengguna. Rancangan yang dibuat menyarankan agar pengembang aplikasi memprioritaskan *browser* populer seperti *Google Chrome*, *Microsoft Edge*, dan *Mozilla Firefox*. Ketiganya merupakan *web browser* yang paling banyak digunakan oleh pengguna internet saat ini.



Gambar 5 Rancangan Arsitektur Aplikasi
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

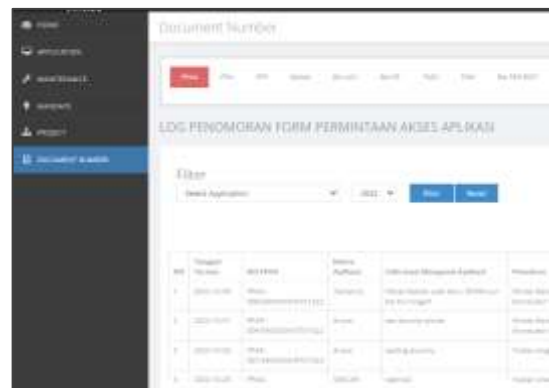
Spesifikasi untuk server disarankan untuk mengikuti apa yang sudah dimiliki oleh organisasi. Dalam penelitian ini server menggunakan sistem operasi Windows Server 2016 *standard* 64 BIT. Perangkat server yang digunakan memiliki processor Intel Xeon E5-2620 dan 8GB DDR4 RAM. Dengan spesifikasi tersebut, aplikasi ini diharapkan dapat menangani kebutuhan 100 pengguna yang mengakses aplikasi ini secara bersamaan. Kebutuhan tersebut sudah lebih dari cukup untuk PT XYZ.

Dari sisi server, arsitektur ini menggunakan tiga jenis server dengan fungsinya masing-masing. Ketiga server tersebut adalah *web server*, *database server*,

dan *file server*. *Web server* berperan untuk menjalankan aplikasi utama yang berbentuk *webapp*. Sedangkan *database server* menjalankan *database management system* (DBMS) yang menyimpan data. Sementara itu *file server* berfungsi untuk menyimpan dokumen-dokumen proyek yang diunggah ke dalam aplikasi. Pemisahan tiga server ini juga dilakukan untuk mengurangi risiko kegagalan aplikasi.

3.4 Purwarupa Aplikasi

Pengembangan purwarupa dilakukan pada tahap akhir penelitian ini. Tujuannya adalah untuk menguji apakah rancangan dan model kebutuhan yang dihasilkan dari penelitian ini dapat diimplementasikan menjadi aplikasi yang berjalan. Oleh karena itu lah pengembangan aplikasi dilakukan berdasarkan spesifikasi kebutuhan dan rancangan yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya.



Gambar 6 Tampilan Salah Satu Halaman pada Purwarupa Aplikasi
Sumber: Penelitian Mandiri, 2023

Purwarupa dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework laravel*. Sementara itu bagian *frontend* aplikasi dibuat dengan HTML dan CSS. Programmer yang terlibat sejumlah dua orang. Pemrograman dilakukan dengan cara *pair programming*.

Purwarupa aplikasi dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis *website*. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk *backend* aplikasi adalah PHP. Sedangkan *frontend* aplikasi dikembangkan dengan HTML, CSS, dan *Javascript*. *Database Management System* (DBMS) yang digunakan oleh purwarupa ini adalah MySQL. Purwarupa ini dikembangkan oleh dua orang *programmer* secara *pair programming*.

Pengujian terhadap aplikasi dilakukan setelah purwarupa berhasil dikembangkan. Ada dua pengujian yang dilakukan yaitu *unit testing* dan *integration testing*. Unit testing dilakukan untuk memastikan setiap fungsi yang ada di dalam aplikasi dapat berjalan sebagaimana mestinya. Teknik yang digunakan untuk unit testing ini adalah *black-box testing* dan dilakukan oleh programmer yang memahami kode program aplikasinya. Sementara itu, integration testing dilakukan dengan *scenario-based testing*. Instrumen pengujian yang digunakan adalah *test case* yang dibuat berdasarkan *user story*. Hasil pengujian unit testing dan integration testing menunjukkan bahwa purwarupa yang dikembangkan dari spesifikasi rancangan yang diusulkan dapat berfungsi sesuai harapan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini dirumuskan setelah semua langkah dilakukan dan penelitian selesai. Tahap perumusan kesimpulan ini merupakan langkah terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini. Secara umum, poin-poin dari kesimpulan menjawab setiap pertanyaan penelitian yang ada.

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi sebanyak 7 (tujuh) kebutuhan bisnis. Empat di antaranya adalah kebutuhan yang belum dipenuhi oleh aplikasi yang ada saat ini. Dari tujuh kebutuhan bisnis tersebut kemudian diidentifikasi sebanyak 42 *user stories*. *User story* yang dihasilkan tersebut sekaligus menjadi model fungsional untuk aplikasi yang baru. Sementara itu model proses dengan *sequence diagram* juga dibuat sebagai pelengkap dari model fungsional tersebut. Tujuh kebutuhan bisnis dan 42 *user stories* beserta dengan model-model prosesnya merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang pertama.

Penelitian ini juga mengusulkan rancangan antarmuka dan rancangan arsitektur yang dapat memenuhi setiap kebutuhan yang diidentifikasi sebelumnya. Rancangan antarmuka dalam penelitian ini dibuat dalam

bentuk *mockup* sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik organisasi. Sementara itu, rancangan arsitektur aplikasi dibuat dalam bentuk *client-server architecture*. Bentuk aplikasi yang diusulkan adalah aplikasi berbasis website. Rancangan antarmuka dan rancangan arsitektur tersebut merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang kedua.

Pada tahap terakhir penelitian ini dikembangkan sebuah purwarupa aplikasi. Purwarupa tersebut dikembangkan untuk menguji sejauh mana rancangan yang dihasilkan dapat diimplementasikan sebagai sebuah aplikasi yang berjalan. Hasil pengembangan purwarupa adalah sebuah aplikasi berbasis website yang secara fungsional sudah dapat berjalan dengan baik. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil pengujian *unit testing* dan *scenario-based testing*. Purwarupa dan hasil pengujian aplikasi tersebut adalah jawaban untuk pertanyaan penelitian yang ketiga.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dennis, A., Wixom, B.H., Roth, R.M. (2018). *System analysis and design* (7th edition). Wiley
- Pressman, R.S., & Maxim, B.R. (2020). *Software Engineering A Practitioner's Approach Ninth Edition*. McGraw-Hill Education.
- Raharjana, I.K., & Justitia A. (2015). *Pembuatan Model Sequence Diagram dengan Reverse Engineering Aplikasi Basis Data pada Smartphone untuk Menjaga Konsistensi Desain Perangkat Lunak*. JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi.
- Sharp H, Rogers Y, & Preece J. (2019). *Interaction Design Beyond Human-Computer Interaction 5th Edition*. Wiley. 2019, 385-417
- Shneiderman B, Plaisant C, Cohen M, Jacobs S, Elmqvist N, & Diakopoulos N. (2016). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction 6th Edition*. Pearson.

PERANCANGAN PENGELOLAAN BARANG DENGAN METODE FIFO BERBASIS WEB PADA WAREHOUSE

PT. KEMAS INDAH MAJU

Surya Darma

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

suryadarma@itbu.ac.id

Abstrak

Sistem inventori merupakan suatu sistem untuk mengetahui persediaan stok barang pada suatu tempat. sistem inventori sudah banyak digunakan atau dikembangkan pada suatu tempat dengan berbagai macam teknologi dan sistem. permasalahan pada PT. Kemas Indah Maju ini adalah belum tersedianya sistem inventori barang sehingga belum bisa mengontrol stok barang yang tersedia. oleh karena itu, pada skripsi ini akan dibangun sistem analisis dan perancangan pengelolaan inventori barang berbasis web, sehingga informasi tentang stok barang dapat diketahui secara jelas dan terperinci. Metode pengembangan sistem web ini menggunakan metode waterfall. adapun tahapan tersebut yaitu Analisis dan perancangan sistem, analisis kebutuhan perangkat lunak, perancangan sistem, pengkodean, pengujian dan pemeliharaan sistem. Web ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL. Kata kunci : Web, Sistem, Kemas Indah Maju, PHP, MySQL, Waterfall.

1. PENDAHULUAN

Di tahun 2023 ini, perkembangan Penerapan teknologi informasi dapat dilakukan agar mempermudah dalam pengelolaan data serta dapat memberikan hasil yang akurat pada setiap keputusan yang diambil. Adanya suatu sistem informasi dalam dunia perusahaan sangat berperan penting untuk meningkatkan kemajuan perusahaan itu sendiri dengan dukungan sistem informasi yang baik, maka suatu perusahaan akan mempunyai berbagai keunggulan sehingga mampu meningkatkan produktivitas untuk bersaing dengan perusahaan lain.

Setiap perusahaan pada umumnya bertujuan untuk mendapatkan keuntungan yang besar agar dapat menjamin kelangsungan hidup perusahaan dimasa yang akan datang, disamping tujuan tersebut perusahaan juga harus menjaga usaha agar perkembangan perusahaan dapat berkembang dan berjalan dengan baik. Untuk mencapai tujuan, perusahaan dituntut agar dapat mengelola sumber daya secara efektif dan efisien.

Salah satu cara pengelolaan sumber daya suatu perusahaan adalah tersedianya

tempat khusus untuk menyimpan persediaan barang. Persediaan barang merupakan barang yang dimiliki oleh suatu perusahaan, yang diperoleh dari pembelian atau dari hasil produksi sendiri dengan tujuan untuk dijual ke customer atau untuk dilakukan proses selanjutnya. Setiap pembelian bahan baku atau barang hasil dari produksi suatu perusahaan akan di simpan ke dalam gudang atau warehouse pada perusahaan itu sendiri.

Pemanfaatan sistem informasi pada warehouse sebagai alat bantu dan media pengolahan data berskala besar maupun kecil terus berkembang dalam upaya agar dapat melakukan pekerjaan yang cepat dan tepat. Sampai saat ini pengolahan data persediaan barang di PT. Kemas Indah Maju masih menggunakan cara manual, dimana data pemasukan dan pengeluaran barang di input pada kartu stok. Selain itu untuk memonitoring pengeluaran barang, admin harus mengecek secara manual stok barang yang di input pada data penyimpanan.

Sistem penginputan yang manual sangat lah tidak efektif dan memiliki kekurangan terutama pada saat pengeluaran

barang yang dilakukan, sering kali barang yang keluar pertama tidak berdasarkan barang masuk pertama mengakibatkan sistem tidak dapat berjalan dengan baik.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif metode penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan variable mandiri, baik hanya pada satu variable atau lebih (variabel yang berdiri sendiri atau variabel bebas) tanpa membuat perbandingan variabel itu sendiri dan mencari hubungan dengan variabel lain. Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif untuk menentukan cara mencari, mengumpulkan, mengolah dan menganalisis data hasil penelitian tersebut (Sugiyono:2018).

Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem penelitian ini adalah model waterfall, model ini juga disebut Classic Life Cycle merupakan model yang paling banyak digunakan dalam software engineering (SE).

2.2 Metode Pengumpulan Data

Berikut ini adalah tahap-tahap metode pengumpulan data :

1. Observasi

Pengumpulan Data melalui pengamatan dan pencatatan oleh peneliti atau observer untuk ikut berpartisipasi dalam kegiatan yang dilakukan oleh seseorang terhadap gejala atau peristiwa yang diselidiki pada objek penelitian.



Gambar 1 Dokumentasi Penelitian
Sumber : Penelitian Mandiri

2. Wawancara

Teknik pengumpulan data dengan cara peneliti langsung bertemu dengan sumber informasi, dengan demikian maka penulis bisa mendapatkan banyak informasi dari narasumber.

3. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari, membaca dan mengumpulkan data-data sebagai referensi seperti buku, artikel, dan literatur-literatur tugas akhir yang berhubungan dengan topik yang dipilih yang berkaitan dengan objek penelitian. Studi pustaka digunakan oleh penulis untuk mendapatkan tambahan informasi tentang sistem web dan lain sebagainya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Halaman Menu Utama Login

Implementasi pada tahap ini menampilkan tampilan *Logindari website* PT. Kemas Indah Maju dimana terdapat dua formulir *username* dan *password*



Gambar 2 Halaman Menu Utama Login
Sumber : Penelitian Mandiri

3.2 Halaman Admin

Implementasi pada tahap ini menampilkan halaman utama *admin*

pada PT. Kemas Indah Maju dimana terdapat beberapa fitur seperti tambah barang, tambah pengajuan, tambah *admin* dan *user*.



Gambar 3 Halaman Utama Admin
Sumber : Penelitian Mandiri

3.3 Halaman Data User

Implementasi pada tahap ini menampilkan halaman data *user* pada website PT. Kemas dimana terdapat fitur tambah *admin* dan karyawan.



Gambar 4 Halaman Data User
Sumber : Penelitian Mandiri

3.4 Halaman Data User

Implementasi pada tahap ini menampilkan halaman data user pada website PT. Kemas dimana terdapat fitur tambah *admin* dan karyawan.



Gambar 5 Halaman Data User
Sumber : Penelitian Mandiri

3.5 Halaman Data Stok Barang

Implementasi pada tahap ini menampilkan halaman data barang

yang sudah dimasukkan atau di input oleh *admin* kedalam *database*. Dimana barang yang di input oleh *admin* sudah disesuaikan dengan barang *offline*.



Gambar 6 Halaman Data Stok Barang
Sumber : Penelitian Mandiri

3.6 Halaman Transaksi

Implementasi pada tahap ini dimana kondisi karyawan sudah melakukan pengajuan pengambilan barang maka data tersebut akan masuk kedalam transaksi yang ada dibagian *admin*.



Gambar 7 Halaman Transaksi
Sumber : Penelitian Mandiri

3.7 Halaman Laporan

Implementasi pada tahap ini terdapat fitur laporan yang akan digunakan oleh *admin* untuk mengunduh laporan transaksi yang sudah berlangsung dengan hitungan sesuai tanggal yang dibutuhkan oleh *admin*.



Gambar 8 Halaman Laporan
Sumber : Penelitian Mandiri

3.8 Halaman Utama Karyawan

Implementasi ini hanya bersifat untuk karyawan dimana terdapat halaman utama yang bisa digunakan oleh karyawan dalam hal pengambilan barang maupun melihat ketersediaan stok barang.



Gambar 9 Halaman Karyawan
Sumber : Penelitian Mandiri

3.9 Halaman Data Stok Barang

Implementasi pada tahap ini menunjukkan karyawan yang hanya mempunyai akses untuk melihat ketersediaan barang tanpa bisa menambah ketersediaan barang



Gambar 10 Halaman Data Stok Barang
Sumber : Penelitian Mandiri

3.10 Halaman Data Permintaan Barang

Implementasi pada tahap ini memungkinkan untuk karyawan mengajukan barang yang akan dibutuhkan dalam menunjang kegiatan operasional perusahaan dan data tersebut akan terkirim pada pihak *admin* selaku pemegang hak akses utama.



Gambar 11 Halaman Data Permintaan
Barang
Sumber : Penelitian Mandiri

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Website ini dirancang dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL serta menggunakan metode Waterfall untuk menangani pengelolaan data barang yang masuk dan keluar serta data stok barang yang ada di gudang pada PT. Kemas Indah Maju sehingga memudahkan karyawan dalam melihat data stok barang dan juga saat permintaan barang tanpa harus menemui terlebih dahulu pihak yang berwenang dalam mengurus barang perusahaan, yaitu dengan cara login website dan mengisi form yang telah tersedia.

1. Website ini dirancang untuk mempermudah perusahaan dalam hal laporan.
2. Website ini sangat dibutuhkan karena sangat mengurangi efisiensi waktu untuk mengetahui ketersediaan barang dan permintaan barang.

4.2 Saran

Dari penulisan dan perancangan website ini, penulis terdapat beberapa saran yaitu :

1. Kedepannya adanya fitur android yang akan lebih memudahkan karyawan dalam membuka stok ketersediaan barang dimana saja.
2. Kedepannya agar dibuat lebih mudah lagi untuk dipahami oleh orang yang tidak terbiasa menggunakan website atau komputer.

5. DAFTAR PUSTAKA

Sugiyono, Pengantar metodologi Penelitian Kombinasi. Yogyakarta, 2018.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM LOCKER DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FINGERPRINT JB-101B DAN NOTIFIKASI SECARA REALTIME BERBASIS IOT

Sigit Wibisono

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

Abstrak

Biasanya di sekolah, di kantor, tempat olah raga atau fitness, ada lemari penyimpanan atau locker. Lemari atau locker tersebut tentu dilengkapi dengan kunci pengaman, sehingga pengguna hanya membawa anak kuncinya saja. Dengan rutinitas karyawan yang setiap hari berangkat bekerja, serta pulang bekerja harus membawa peralatan kerja tentu akan merepotkan. Peralatan tersebut akan nyaman serta tidak merepotkan jika ditinggalkan ditempat penyimpanan locker. Anak Kunci pengaman tersebut bisa dibawa oleh penggunanya, namun apa yang terjadi jika anak kunci tersebut tertinggal atau terlupakan dimana menaruh, bahkan terjatuh. Sudah pasti pengguna akan kerepotan akan hal ini. Sebagai alat pengaman yang mudah dan tidak merepotkan diperlukan sebagai pengganti. Alat ini adalah sebagai alternatif yang dapat dibuat dengan mudah, untuk menggantikan lemari penyimpanan atau locker di tempat kerja atau tempat sarana olah raga. Dengan menambahkan perangkat sistem pengaman ini maka locker akan tetap terjaga. Pengguna akan nyaman sehingga tidak perlu lagi kerepotan akan konsekwensi dari lupa menaruh atau bahkan terjatuh.

Kata kunci : locker, sensor, fingerprint, internet of things, blynk

1. PENDAHULUAN

Di sekolah, di kantor, terutama di sarana olah raga umum, biasanya ada lemari penyimpanan khusus atau *locker* yang disediakan. Biasanya pengguna menyimpan barang miliknya pada lemari *locker* tersebut dan menguncinya. Apa yang terjadi jika anak kunci tersebut lupa ditaruh atau bahkan terjatuh, tentu hal ini akan merepotkan sekali bagi penggunanya. Kiranya perlu ada peralatan pengaman pengganti yang dapat dipasangkan pada lemari *locker* tersebut. Dengan menggantikan anak kunci berupa peralatan pengaman sedemikian rupa sebagai alternatif tentu akan sangat diperlukan.

Sebagai peralatan pengganti ini akan menjamin pengguna tidak menerima konsekwensi akan kehilangn, karena pengguna akan mudah mengambil barang miliknya yang tersimpan dengan mudah. Peralatan ini berupa alat sensor yang dapat mengenali hanya kepada pengguna saja. Artinya hanya pengguna saja yang akan dapat membuka dan menutup lemari *locker* tersebut. (Yahya, 2019).

Setelah terpasangkannya peralatan sensor ini pada lemari *locker*, maka pengguna tidak akan repot lagi. Karena pengguna tidak perlu lagi menyimpan di saku atau yang mungkin akan terjatuh dan sebagainya. Cukup dengan

sidik jari saja maka pengguna dapat membuka dan menutup lemari locker (Adrian , 2019).

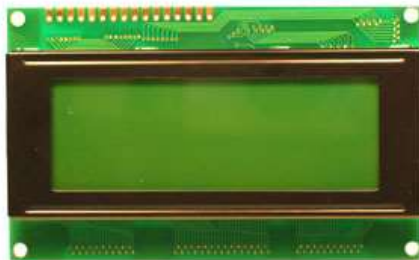
2. METODOLOGI

Sensor sebagai komponen untuk konversi satuan besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor adalah sebagai komponen utama dari suatu transduser, sedangkan transduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut memiliki keluaran sesuai yang diinginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya. Sensor merupakan jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Fungsi sensor biasa digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pada saat melakukan pengendalian. Sensor *fingerprint* yang digunakan tipe JM-101B, seperti terlihat pada Gambar 1 (Admin , 2020).



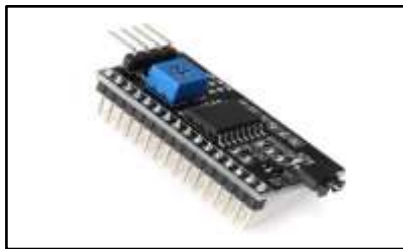
Gambar 1. Sensor Fingerprint JB 101-B
Sumber : Penelitian mandiri

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebagai media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD ini sebagai indikator tampilan status ON atau terbuka dan OFF atau tertutupnya lemari locker. Jenis LCD HD44780 seperti yang terlihat pada Gambar 2, sebagai tampilan yang digunakan.



Gambar 2. LCD Karakter 20x4
Sumber : Penelitian mandiri

Modul I2C LCD PCF 8574 merupakan sebuah modul yang menggunakan IC PCF 8574 sebagai kendali utama rangkaian. Modul I2C PCF 8574 ini biasa digunakan untuk mengurangi atau meminimalisir jumlah pin *output* pada LCD. Seperti yang terlihat pada Gambar 3. berikut.



Gambar 3. Modul I2C PCF8574
Sumber : Penelitian mandiri

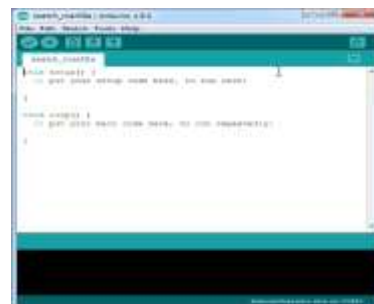
Mikrokontroler adalah suatu alat sistem elektronika digital sebagai pengendali utama yang memiliki masukan serta keluaran dan kendali dengan program sistem baca tulis yang bisa dihapus dengan cara khusus atau sederhananya adalah cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Ini adalah sistem komputer sederhana yang masuk dalam kategori Embedded komputer. Komponen mikrokontroler dapat berupa processor, memori, Input dan Output, clock speed atau pewaktu dan lain-lain. Misalnya Arduino Uno jenis mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input/output (6 pin digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, clock speed 16 Mhz, koneksi USB,

jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Adapun komponen modul Arduino dapat dilihat pada Gambar 4. di berikut ini.



Gambar 4. Perangkat Arduino Uno
Sumber : Penelitian mandiri

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan proses pemrograman di Arduino. Arduino IDE berfungsi sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga melakukan validasi kode program. Selain itu juga dapat digunakan untuk melakukan pengisian program ke papan Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino sketch atau disebut juga *source code* Arduino dengan ekstensi *file source code*. Pada Arduino bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C/C++. Seperti terlihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Tampilan Jendela Arduino IDE
Sumber : Penelitian mandiri

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang mana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke perangkat komputer. IoT telah berkembang pesat mulai dari konvergensi teknologi nirkabel, micro electromagnetical system (MEMS), dan juga internet. Sebagai ilustrasi IoT adalah dapat terlihat pada Gambar 6. berikut ini.

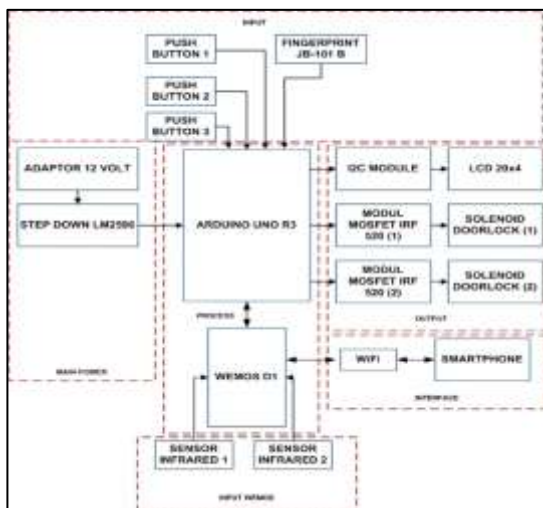


Gambar 6. Ilustrasi Konsep Internet of Things (IoT)

Sumber : Penelitian mandiri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram blok sistem merupakan gambaran susunan sistem sebagai visualisasi saling terhubungnya komponen yang satu dengan yang lainnya. Diagram blok sistem ini menggambarkan cara kerja keseluruhan *input* dan *output* sistem dengan menghubungkan satu blok dengan blok lainnya. Adapun diagram blok sistem pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 7. berikut ini.

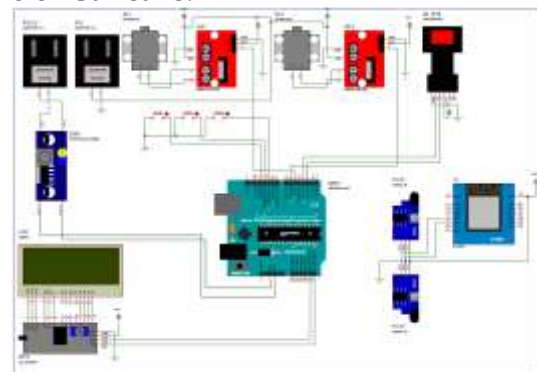


Gambar 7. Diagram Blok Sistem
Sumber : Penelitian mandiri

Terdapat 5 buah blok utama pada sistem yaitu *main power*, *process*, *input*, *output*, dan *interface*. Blok *main power* terdiri dari rangkaian adaptor 12 volt dan *step down* LM 2596. Blok *proses* terdiri dari rangkaian Arduino Uno R3 dan Wemos D1. Blok *proses* ini merupakan pusat kendali dari seluruh rangkaian pada sistem. Wemos D1 berfungsi sebagai penghubung antara WiFi dengan perangkat smartphone dan mengendalikan 2 buah sensor proximity infrared yang digunakan untuk mendeteksi objek smartphone. Pada bagian blok *input* terdapat 3 buah komponen tombol *push button* yang masing-masing tombol memiliki fungsinya tersendiri. Selain 3 buah tombol *push button*

juga terdapat 1 buah rangkaian sensor *fingerprint* JB 101-B yang digunakan untuk mendeteksi atau mengidentifikasi sidik jari pengguna loker. Bagian blok *output* terdiri dari rangkaian display dan aktuator. Pada bagian display terdiri dari rangkaian LCD 20x4 yang dikendalikan oleh modul I2C PCF8574. Sedangkan pada bagian aktuator terdiri dari 2 buah solenoid *doorlock* yang dikendalikan oleh 2 buah rangkaian modul MOSFET IRF 520. Bagian blok *interface* terdiri dari smartphone yang telah terinstal aplikasi BLYNK dan WiFi yang digunakan sebagai sumber jaringan internet (Budianto , 2018)

Proses perancangan perangkat keras diawali dengan perancangan skematik rangkaian alat secara keseluruhan. Skematik rangkaian merupakan gambaran sistem berupa beberapa rangkaian yang saling terkonfigurasi satu sama lain dengan menggunakan *wiring*. Untuk skematik rangkaian alat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8. Skematik Rangkaian Alat
Sumber : Penelitian mandiri

Gambar 8. merupakan skematik rangkaian alat secara keseluruhan yang akan digunakan pada perakitan alat. Dari Gambar 7. dapat dilihat jumlah rangkaian yang digunakan sama dengan rangkaian yang ditunjukkan diagram blok sistem pada Gambar 8. Pada skematik rangkaian ini hubungan *wiring* antar satu rangkaian ke rangkaian lainnya ditunjukkan secara detil. Adaptor 12 volt mengeluarkan tegangan sebesar 12 volt. Tegangan *output* dari adaptor selanjutnya masuk ke dalam rangkaian *step down* LM2596 melalui pin Vin *step down* LM2596. Rangkaian *step down* LM2596 mengeluarkan tegangan sesuai dengan nilai tegangan yang diatur pada potensiometer *step down* LM2596. Nilai tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian

step down LM2596 yaitu sebesar 5 volt. Tegangan yang dihasilkan oleh *step down* LM2596 akan didistribusikan ke rangkaian mikrokontroler Arduino uno melalui pin 5V dan GND (*ground*). Tegangan 5V yang diterima oleh mikrokontroler Arduino uno akan didistribusikan ke rangkaian *input* maupun *output* dari sistem alat. Jumlah pin *input* dan *output* yang digunakan dari mikrokontroler Arduino uno yaitu sebanyak 11 buah pin dengan rincian 7 buah pin sebagai *input* dan 4 buah pin sebagai *output*.

Untuk rincian konfigurasi pin *input* dan *output* mikrokontroler Arduino Uno disajikan dalam bentuk tabel seperti yang tersaji pada Tabel 1. dan Tabel 2 seperti tersebut di bawah ini..

Tabel 1. Konfigurasi Pin Input Arduino Uno R3

No	INPUT	
	Pin Arduino Uno R3	Pin Input Rangkaian
1	Pin D10	Push button 1
2	Pin D11	Push button 2
3	Pin D12	Push button 3
4	Pin D2	Pin Rx Fingerprint
5	Pin D3	Pin Tx Fingerprint

Sumber : Penelitian mandiri

Tabel 2. Konfigurasi Pin Output Arduino Uno R3

No	OUTPUT	
	Pin Arduino Uno R3	Pin Output Rangkaian
1	Pin D5	Pin modul MOSFET IRF520 (1)
2	Pin D5	Pin modul MOSFET IRF520 (2)
3	Pin A4 (SDA)	Pin SCL I2C LCD
4	Pin A5 (SCL)	Pin SDA I2C LCD

Sumber : Penelitian mandiri

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian pada alat maka dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perancangan yang telah dilakukan, untuk dapat membuat sistem keamanan locker dengan menggunakan akses *fingerprint* digunakan beberapa perangkat utama adalah:
 - Sensor fingerprint untuk mendeteksi sidik jari pengguna

- Mikrokontroler Arduino Uno untuk mengolah data masukan sidik jari dan mengendalikan sistem secara keseluruhan
- Modul Mosfet IRF520 untuk mengendalikan solenoid doorlock
- Solenoid doorlock untuk membuka dan menutup loker penyimpanan

Keempat rangkaian diatas merupakan perangkat utama untuk membuat sebuah sistem keamanan locker dengan akses fingerprint.

2. Untuk tahap proses identifikasi sidik jari pada sensor *fingerprint* diurutkan sebagai berikut:

- Proses enroll
- Proses konversi data sidik jari
- Proses pencocokan data sidik jari

3. Cara agar alat yang dibuat dapat mengirimkan notifikasi secara realtime kepada prngguna dapat dijelaskan sebagai berikut. Dalam peralatan ini digunakan mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan modul WiFi, yaitu Wemos D1 Mini yang terintegrasi dengan ESP8266. Salah satu fitur kemampuan dari Wemos D1 Mini yaitu dapat terhubung dengan jaringan WiFi tanpa harus menggunakan modul WiFi eksternal. Selanjutnya dibagian *input* rangkaian digunakan sensor infrared sebagai pendeteksi pemilik loker. Untuk dapat memantau dari jarak jauh dibuat sebuah GUI (*Graphic User Interface*) dengan menggunakan aplikasi BLYNK pada smartphone. Salah satu fitur yang digunakan dalam aplikasi BLYNK pada perangkat ini yaitu adanya widget Notification yang berfungsi untuk mengirimkan notifikasi pada aplikasi BLYNK apabila terjadi pengambilan barang selain pengguna atau pemilik.

5.DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, B. (2019). Amazing Fingerprint: Teknologi Pengungkap Watak dan Bakat : Talent Spectrum.
- Admin. (2020). Apa itu fingerprint dan fungsinya. Diakses pada 27 September 2021 dari link: <https://diskominfo.kedirikab.go.id/baca/apa-itu-fingerprint-dan-fungsinya>
- Budianto, H. W. (2018). Rancang Bangun Sistem Pengaman Loker Susun Berbasis Mikrokontroler (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Yahya, A. (2019). Sistem Pengaman Loker Dengan Password Berbasis Mikrokontroler (Doctoral dissertation, Untag 1945 Surabaya).

PENGOLAHAN CITRA PENDETEKSIAN DAN KLASIFIKASI LAMPU LALU LINTAS

Lola

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

Abstrak

Teknologi digital saat ini telah berkembang dengan pesat dan telah dimanfaatkan dalam berbagai sektor kehidupan mulai dari kesehatan, pendidikan, bisnis, hingga transportasi. Kendaraan dengan fitur pengemudi otomatis saat ini sangat gencar dikembangkan. Pengemudi otomatis memanfaatkan berbagai macam sensor termasuk kamera untuk penangkapan citra. Pengolahan citra untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan sebagai faktor dalam pengemudi otomatis sangat penting. Dengan pengolahan data citra bisa digunakan untuk mengetahui warna lampu lalu lintas yang sedang menyala dan kemudian informasi tersebut bisa dimanfaatkan untuk sistem pengemudi otomatis.

Kata kunci : Citra, Lampu Lalu Lintas, Deteksi Tepi, Segmentasi Objek.

1. PENDAHULUAN

Teknologi komputasi digital merupakan teknologi yang sangat digadang-gadang pada saat ini. Berkat adanya teknologi tersebut kehidupan manusia terasa lebih mudah seperti memberikan semua tugas pada komputer dan mereka akan menyelesaikan tugas untukmu.

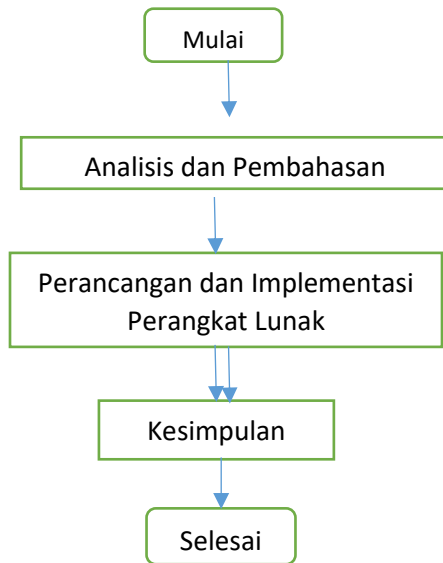
Sistem kemudi otomatis merupakan salah satu produk dari perkembangan teknologi digital. Selain untuk memudahkan dalam berkendara, sistem kemudi otomatis juga dapat membantu kelompok yang tidak mampu berkendara seperti lansia atau orang dengan kebutuhan khusus. Dalam berlalu lintas banyak peraturan yang telah ditetapkan untuk menjaga ketertiban dan keselamatan pengguna jalan.

Peraturan tersebut diimplementasikan dengan memasang rambu-rambu sebagai penanda apa yang harus atau tidak boleh untuk dilakukan oleh pengguna jalan. Salah satu rambu lalu lintas yang sering kita jumpai adalah lampu lalu lintas. Lampu tersebut terdapat pada kondisi saat kendaraan diharuskan berhenti atau berjalan. Lampu lalu lintas biasanya terdapat pada persimpangan jalan. Lampu lalu lintas umumnya memiliki tiga lampu dengan warna merah, kuning, dan hijau. Setiap warna dari lampu lalu lintas memiliki makna yang ditujukan kepada pengguna jalan. Merah menandakan bahwa pengguna jalan harus berhenti, kuning menandakan pengguna jalan melambatkan kecepatan dan berhati-hati, dan

hijau boleh untuk lanjut melaju. Sistem kemudi otomatis harus dapat memahami rambu lalu lintas yang berlaku sehingga kendaraan yang bergerak dapat mencapai tujuan dengan aman dan selamat. Misalnya pada lampu lalu lintas, maka sistem kemudi otomatis harus bisa mengetahui lampu berwarna apa yang sedang menyala saat ini. Untuk mengetahui hal tersebut dapat dimanfaatkan sensor kamera yang mengambil citra depan kendaraan. Dari citra yang diambil kemudian dapat diolah sehingga dapat diketahui lampu lalu lintas yang sedang menyala di depan kendaraan tersebut.

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_Ilmi
 a_h_Elektronik



Gambar 2. Hasil Output Program

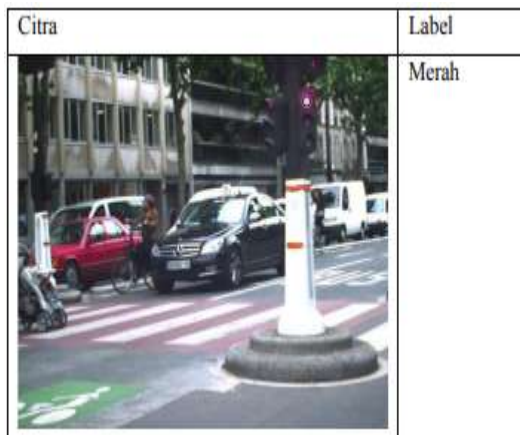
Sumber:

<http://www.lara.prd.fr/benchmarks/trafficlightsrecognition>
 Traffic Lights Recognition (TLR) public benchmarks.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

Implementasi dari solusi menghasilkan kode program yang dapat dijalankan pada Matlab r2021b. Dari program tersebut memberikan hasil deteksi sebagai berikut :



3.2 PEMBAHASAN

Secara umum lampu lalu lintas memiliki bentuk lingkaran dan memiliki warna berbeda dengan kotak dari lampu lalu lintas. Solusi yang saya usulkan dengan memanfaatkan deteksi tepi lalu kemudian mencari objek dengan posisi paling atas dengan bentuk lingkaran. Hal tersebut dilakukan untuk membedakan lampu lalu lintas dengan lampu mobil atau objek lingkaran lainnya mengingat posisi lampu lalu lintas terbilang cukup tinggi.

Studi Literatur :

- Pengolahan Citra
- Citra
- Segmentasi Objek
- Deteksi Tepi
- Ruang Warna HSV
- Penapis Gaussian



Gambar 3. Contoh Citra dengan Objek Lampu Lalu Lintas

Sumber :

<http://www.lara.prd.fr/benchmarks/trafficlightsrecognition> Traffic Lights Recognition (TLR) public benchmarks.

A. Penghapusan Derau

Citra yang ditangkap memiliki peluang besar mengandung derau atau objek-objek kecil yang dapat mengganggu pendeteksian tepi. Citra dilakukan penghapusan derau terlebih dahulu agar objek-objek kecil dan derau yang tidak diharapkan dapat tersingkirkan. Penghapusan derau memanfaatkan penapis Gaussian dengan standar deviasi yang bernilai 1 dan menghasilkan citra sebagai berikut:



Gambar 4. Citra Hasil Penapis Gaussian

Sumber :

<http://www.lara.prd.fr/benchmarks/trafficlightsrecognition> Traffic Lights Recognition (TLR) public benchmarks.

B. Pengambangan

Sebagian besar algoritma untuk mendeteksi tepi lebih mudah dan efektif jika dilakukan pada citra abu-abu. Pada citra abu-abu hanya

memerlukan pemeriksaan level keabuan tanpa memperhatikan warna yang terkandung pada piksel. Hal ini dapat mempermudah dalam perhitungan gradien, untuk menentukan suatu piksel merupakan tepi dari objek atau bukan.

Citra setelah mengalami operasi pengambangan menjadi sebagai berikut:



Gambar 5. Citra Setelah Konversi ke Citra Grayscale

Sumber :

<http://www.lara.prd.fr/benchmarks/trafficlightsrecognition> Traffic Lights Recognition (TLR) public benchmarks.

C. Segmentasi

Proses ini bertujuan untuk mendeteksi objek yang diharapkan yaitu lampu lalu lintas. Proses dimulai dengan melakukan deteksi tepi menggunakan pendeteksi tepi Canny menghasilkan citra dibawah ini.



Gambar 6. Hasil dari Pendeteksi Tepi Canny

Sumber : Munir, R, 2022

Kemudian dilakukan seleksi terhadap tepi yang telah ditemukan untuk menghindari objek lain. Seleksi dilakukan dengan membatasi ukuran piksel pada suatu jaringan tepi, dengan ukuran tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.



Gambar 7. Citra Setelah Seleksi Ukuran Tepi
Sumber : Munir, R, 2022

Kemudian dilanjutkan dengan mengisi tepi-tepi yang tertutup, sehingga menghasilkan mask untuk menyeleksi piksel pada citra. Mask tersebut dikalikan dengan citra asli, sehingga terlihat objek apa saja yang berhasil dideteksi.

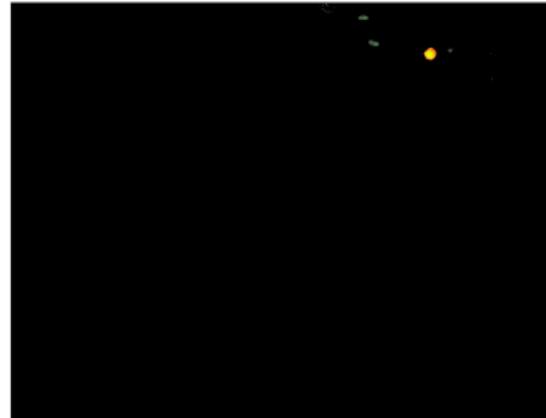


Gambar 8. Citra Setelah Proses Segmentasi.
Sumber : Munir, R, 2022

D. Seleksi Warna

Setelah dilakukan proses segmentasi sederhana, maka dilakukan seleksi warna untuk menghilangkan objek yang memiliki peluang kecil sebagai lampu lalu lintas.

Seleksi dimulai dengan konversi ruang warna dari RGB menjadi HSV. Warna lampu lalu lintas berada pada rentang sudut Hue 0° hingga 150° . Piksel dengan nilai Hue di luar dari rentang warna tersebut, maka akan diberikan nilai Value menjadi 0 yang berarti piksel tersebut menjadi hitam.



Gambar 9. Citra Setelah Proses Segmentasi.
Sumber : Munir, R, 2022

4. KESIMPULAN

Solusi yang telah diuji tidak dapat memberikan hasil yang baik. Banyak citra uji yang telah diambil dari laman <http://www.lara.prd.fr/benchmarks/trafficlightsrecognition>, tetapi tidak dapat dideteksi dengan baik dengan usulan solusi pada makalah ini. Harapan dari makalah ini dapat ditemukan metode untuk mendeteksi dan mengklasifikasi lampu lalu lintas yang lebih baik dengan pengolahan citra.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Meghanathan Natarajan, (2021). Pseudo Code for Breadth First Search (BFS). https://www.researchgate.net/figure/Pseudo-Code-for-Breadth-First-Search-BFS_fig11_266008323.
2. Munir, R, (2022). Pendeteksian Tepi. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2019-2020/13-Pendeteksian-Tepi.pdf>
3. Traffic Lights Recognition (TLR) public benchmarks. <http://www.lara.prd.fr/benchmarks/trafficlightsrecognition>.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI INVENTORY DAN PENDATAAN PADA PCP EXPRESS BERBASIS WEB

Wibisono

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

wibi72jkt@gmail.com

Abstrak

PCP Express adalah nama anak dari perusahaan PT Yapindo Transportama yang bergerak dibidang logistik jasa antar kirim barang paket dan document dengan pengiriman layanan *door-to-door* melalui udara, darat dan laut. Permintaan logistik dilakukan oleh Tim Outbond pada PCP Express memiliki permasalahan perselisihan barang pada saat Tim Operasional melakukan pencocokan pada stock barang. Tujuan penelitian membuat aplikasi Inventory berbasis web sebagai solusi pemecahan masalah. Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dan metode perancangan aplikasi menggunakan *software development life cycle model waterfall*. Hasil yang diperoleh berupa aplikasi Inventory berbasis web yang menyelesaikan permasalahan permintaan logistik pada PCP Express.

Kata kunci : PCP Express, Logistik, *Waterfall*, Web, MySQL.

1. PENDAHULUAN

Salah satu sistem yang penting dalam sebuah jasa ekspedisi adalah sistem inventory atau sistem penyediaan barang. Konsep dasar *nventory* (persediaan) setiap perusahaan, baik itu tipe perusahaan perdagangan, perusahaan pabrik, serta perusahaan jasa selalu mengadakan persediaan. Tanpa adanya persediaan, para pengusaha akan dihadapkan pada resiko bahwa perusahaannya pada suatu waktu tidak dapat memenuhi keinginan pelanggan yang memerlukan atau meminta barang atau jasa. Persediaan diadakan apabila keuntungan yang diharapkan dari persediaan tersebut hendaknya lebih besar dari biaya-biaya yang ditimbulkan

Inventory pada suatu perusahaan berhubungan erat dengan kegiatan mengumpulkan data tentang aktivitas dan transaksi keluar masuk barang suatu perusahaan. Karena *Inventory* begitu penting bagi perusahaan, maka keberadaan suatu sistem *Inventory* yang berbasis Teknologi Informasi (IT) sangat dibutuhkan untuk memperoleh pendataan dan pengolahan data transaksi dibandingkan dengan cara manual. Merancang sistem yang kearah yang lebih baik diharapkan dapat membantu dan memudahkan proses sistem yang sedang berjalan sehingga memudahkan dalam pengolahan data termasuk memproses, menyusun, menyimpan dan memanipulasi data yang akhirnya menghasilkan data yang akurat yang dapat digunakan untuk keperluan

perusahaan. Untuk itu dibutuhkan suatu sistem informasi untuk mengatasi masalah ini. Sistem informasi yang diperlukan harus dapat menginformasikan data yang ada dengan benar dan akurat (Alpi, 2021).

PCP Express merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa pengiriman barang. Perusahaan tersebut melayani pengiriman barang ke seluruh wilayah Indonesia baik pengiriman *door-to-door* maupun *port-to-port*. Sistem operasional yang di miliki oleh PCP Express tidak memungkinkan semua berjalan dengan baik dan sempurna. Dalam penyelenggaraan dan proses logistiknya, terdapat beberapa kekurangan dari jasa pengiriman ini, misalnya saja alur sistem *inventory* yang tidak berjalan dengan baik dan ketidaksesuaian data antara tim warehouse dengan tim outbond. Hal ini bisa terjadi karena sistem yang dibuat belum berjalan dengan baik.

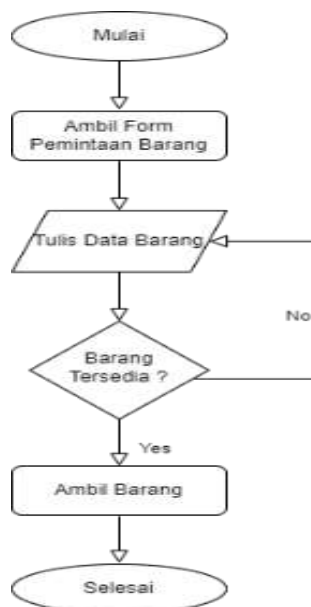
2. METODOLOGI

Menurut beberapa ahli seperti , I. W. Suwendra, "*Metodologi penelitian kualitatif dalam ilmu sosial, pendidikan, kebudayaan dan keagamaan*," Nilacakra, 2018. Penelitian Kualitatif adalah penelusuran secara intensif menggunakan prosedur ilmiah untuk menghasilkan kesimpulan naratif baik tertulis maupun lisan berdasarkan analisis data tertentu.

PT.PCP EXPRES mengalami kendala ketika melakukan proses *Inventory*, persediaan

barang logistik selalu selisih sehingga tim warehouse harus mengidentifikasi terjadinya selisih dengan cara menghitung ulang form permintaan barang (FPB) yang sudah diisi oleh tim *outbond* yang di cocokan dengan jumlah sisa stock barang yang tersedia. Sehingga menyulitkan tim *warehouse* untuk melakukan pendataan saat di minta oleh tim operasional yang berdampak memperlambat saat proses suplai barang dan tim *outbond* tidak bisa meakukan kegiatan packing barang mengakibatkan menumpuknya form permintaan barang (FPB) di *warehouse*. Dalam penyusunan perancangan sistim inventory ini menggunakan *waterfall* Model dengan tahapan sebagai berikut

a. Analisis Kebutuhan



Gambar 1. Analisis kebutuhan
Sumber ; Penelitian mandiri

Tahapan ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam perancangan pembuatan website inventory pcpc express. Peneliti melakukan wawancara secara langsung dan tidak langsung pada Supervisor PCP Express serta melakukan observasi secara langsung pada PT.PCP Express sehingga mengetahui keadaan sebenarnya untuk memperoleh informasi yang akurat dan kebutuhan sistem yang dibutuhkan dari kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang diperlukan untuk pembuatan Website Inventory PCP Express.

b. Desain

Tahapan ini dilakukan untuk menggambarkan desain aplikasi sebelum tahap coding. Desain aplikasi dalam penelitian ini menggunakan sebagai berikut :

a) Flowchart

Peneliti menggunakan flowchart untuk menggambarkan urutan penyelesaian masalah dengan jelas. Yang memiliki fungsi memastikan suatu program memiliki alur atau proses jalannya sebuah program.

b) UML

Merancang diagram – diagram UML (*Unified Modelling Language*) yang menggambarkan struktur User dengan aplikasi. Diagram UML (*Unified Modelling Language*) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah *Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, *Class Diagram*.

c) Interface Design

Pembuatan design *interface* agar memudahkan proses pembuatan layout pada website inventory pcpc express, sehingga skema dalam dan *activity* sudah terlihat

c. Implementasi

Tahapan ini merupakan proses implementasi program website inventory pcpc express berdasarkan design yang telah dibuat, dengan menggunakan hardware dan software.

1. Hardware

- Laptop Asus A455L

2. Software

- Sistem operasi Windows 10 Pro
- Bahasa Pemrograman *HTML*, *CSS*, *PHP*
- *Xampp* (*MYSQL*)
- *Sublime Text*

d. Pengujian Sistem (Testing)

Tahapan ini merupakan proses pengujian aplikasi yang telah dibuat menggunakan metode pengujian *blackbox* untuk mengetahui apakah website inventory PCP Express sudah sesuai dan berjalan sebagaimana mestinya.

e. Pemeliharaan dan Maintenance

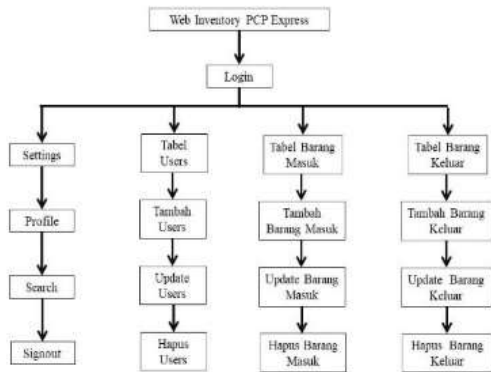
Tahapan ini merupakan proses pemeliharaan. Karena tidak menutup kemungkinan mengalami perubahan ketika digunakan karena ada kendala yang muncul

atau tidak terdeteksi saat pengujian dan beradaptasi dengan perkembangan zaman.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Struktur Navigasi

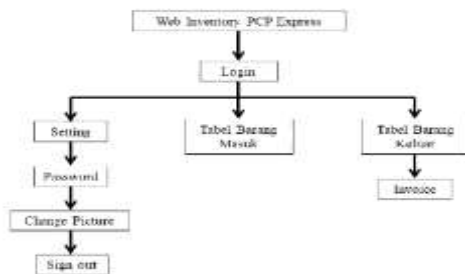
a. Struktur Navigasi Admin



Gambar 2 Struktur navigasi admin

Sumber : Penelitian mandiri

b. Struktur Navigasi User



Gambar 3. Struktur navigasi user

Sumber : Penelitian mandiri

3.2 Rancangan Use Case Diagram Aplikasi



Gambar 4. Use Case Diagram

Sumber : Penelitian mandiri

Penjelasan

Pada use case Web *Iventory* terdapat 2 aktor yaitu :

Admin dan User

Admin memiliki tugas untuk :

- Login**
Login dilakukan admin dengan melakukan input *username* dan *password* sehingga dapat masuk kedalam Web *Iventory* (Anna, 2018).
- Tambah data barang masuk**
Tambah data barang masuk dilakukan admin untuk menambahkan data barang yang masuk dari supplier.
- Tambah Data Keluar**
Admin dapat meng*update* data keluar untuk keperluan *invoice* pada saat permintaan barang selesai dilakukan.
- Tambah Data Satuan**
Tambah data satuan bertujuan agar admin dapat menambahkan item baru yang tidak ada pada Web *Iventory*.
- Hapus Data Barang**
Bertujuan untuk menghapus ketersediaan stok barang yang tidak terpakai.
- Edit Data Barang**
Admin melakukan perubahan jika terjadi selisih pada barang.
- Cetak Invoice**
Admin melakukan cetak *invoice* sebagai serah terima permintaan barang.
- Tambah Data Users**
Admin dapat melakukan tambah user baru sesuai dengan kebutuhan.
- Edit Data Users**
Admin dapat mengganti *photo profile*, *password* dan *email*.
- Signout**
Admin melakukan *sign out* untuk keluar dari Web *Iventory*.

User memiliki tugas untuk :

- Login**
- User melakukan login dengan meakukan inputan *username* dan *password* agar dapat masuk kedalam Web *Iventory*.
- Lihat tabel barang**
- User melakukan lihat tabel barang untuk mengetahui barang yang masuk dan keluar pada Web *Iventory*.
- Setting Password**
- Users melakukan *setting password* untuk mengubah *password* sesuai keinginan user.

g. *Sign out*

Users melakukan *sign out* untuk keluar dari Web *Iventory*.

3.3 Activity Diagram Aplikasi

Penulis menggunakan *activity diagram* untuk rancangan aliran aktivitas atau aliran kerja dalam sebuah sistem yang dijalankan. Sehingga dapat diketahui hal-hal apa saja yang harus dilakukan pada setiap halaman.

a. Masuk Users Login



Gambar 5. Activity Diagram Masuk Users Login
Sumber : Penelitian mandiri

Penjelasan :

Users masuk ke halaman users login maka sistem akan menampilkan halaman users login (Friansyah, 2020).

Admin melakukan input *username* dan *password* pada halaman login.

Sistem melakukan proses verifikasi, jika input *username* dan *password* benar maka pindah ke halaman *home*, jika input *username* atau *password* salah akan tetap pada halaman users login.

b. Users Tabel Barang Masuk



Gambar 6. Activity Diagram Users Tabel Barang Masuk
Sumber : Penelitian mandiri

Penjelasan :

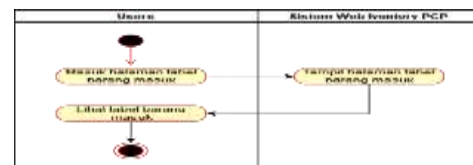
Users masuk kedalam halaman tabel barang masuk.

Sistem menampilkan halaman tabel barang masuk.

Users melihat tabel barang masuk.

3.4 Class Diagram Aplikasi

Class diagram adalah diagram yang menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. Pada web *inventory* PCP Express penulis membaginya menjadi beberapa kelas yaitu Login, Satuan, Tabel Barang Masuk, Input Satuan Barang, Tambah Data Barang Masuk, Tabel Barang Keluar, dan Keluarkan.



Gambar 7. Class Diagram
Sumber : Penelitian mandiri

3.5 Rancangan aplikasi antar muka

Tampilan antar Muka Aplikasi

Implementasi mengacu pada perancangan desain yang sudah dibuat sehingga memudahkan dalam proses penerapannya.

a. Halaman Login



Gambar 8 .Implementasi
Halaman Login

Sumber : Penelitian mandiri

Penjelasan :

Implementasi halaman login yang akan digunakan untuk keperluan login user dan admin masuk ke dalam web *inventory* sebagai sarana keamanan.

b. Users *Home*



Gambar 9. Implementasi Users Home
Sumber : Penelitian mandiri

Penjelasan :

Implementasi users home yang akan digunakan untuk halaman awal setelah login berhasil yang berisi beberapa menu dan sub menu dengan fungsi masing-masing.

c. Admin Home



Gambar 10. Implementasi Admin Home
Sumber : Penelitian mandiri

Penjelasan :

Implementasi admin home yang akan digunakan untuk menampilkan halaman home yang berisi menu dan sub menu dengan fungsi masing-masing sesuai keperluan.

Uji Coba Aplikasi (table)

Tabel 1 Black Box Testing

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diperoleh	Kesimpulan
1	User Login	User dapat melakukan login dan masuk halaman home	User berhasil melakukan login dan masuk halaman home	Selesai
2	User melihat label barang masuk	User dapat melihat tabel barang masuk	User berhasil melihat tabel barang masuk	Selesai
3	Admin login	Admin dapat login	Admin berhasil login	Selesai
4	Admin melihat halaman Admin	Admin dapat melihat halaman Admin	Admin berhasil melihat halaman Admin	Selesai

Sumber: Penelitian Mandiri

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian analisis, perancangan, implementasi yang mengacu pada identifikasi masalah dan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka penulis memberikan kesimpulan dan saran yang diharapkan dapat dilakukan pengembangan dari penelitian selanjutnya yaitu dengan cara membuat web *Iventory* PCP Express yang bertujuan mempermudah saat proses *Iventory* sehingga tidak terjadi selisih antara stock barang dan form permintaan barang pada saat melakukan pendataan. Sehingga tim warehouse dapat mempercepat membuat laporan yang nantinya akan diajukan kepada bagian tim operasional office. Serta saran yang diharapkan untuk pengembangan selanjutnya yaitu :

1. Penyuplaian pada saat melakukan stock barang masuk agar lebih diperhatikan dan dipantau jumlah stocknya oleh Admin dari tim warehouse, karena setiap hari logistik tersebut digunakan oleh tim outbound tujuan untuk mencegah terjadinya kekurangan stock barang agar tidak menghambat prosesnya kerja dari tim outbound.
2. Apabila ingin mengeluarkan barang tim outbound tidak perlu mengisi form pengisian barang manual, karena admin dari tim warehouse akan menginput datanya melalui web inventory dan admin warehouse akan mencetak form tersebut dari web inventory lalu ditanda tangani oleh tim outbound sebagai tanda serah Terima barang yang sah dan benar.
3. Penambahan atau pengambilan barang tim outbound harus check kembali barang yg masih stock di tim outbound dan melakukan penambahan barang sesuai yang dibutuhkan oleh tim outbound, agar tidak terjadi nya overload atau penumpukan barang yang dikarenakan permintaan barang tersebut masih tersedia tidak berkurang namun ditambah kembali oleh tim outbound.
4. Pembuatan fitur reporting tahunan, bulanan, mingguan dan harian agar tim operasional dapat dengan mudah mendapatkan data reporting yang telah berlalu.

5. PUSTAKA

- Alpi, H. (2021). "Perancangan Sistem Informasi SMK NEGERI 1 CIBADAK Bagian Keuangan Berbasis WEB Dengan Metode Waterfall" (Doctoral dissertation, Nusa Putra University), 2021.
- Anna, A., Nurmalasari, N., & Yusnita, A. E. "Rancang Bangun Sistem Informasi Akuntansi Penerimaan dan Pengeluaran Kas pada Kantor Camat Pontianak Timur". *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 6(2), 2018.
- Friansyah, I. G., & Romadhan, S. "Pembangunan Sistem Aplikasi E-Commerce Pada Index Computer Di Tanjung Balai Karimun Dengan Menggunakan Bahasa Pemograman Php & Msql". *JURNAL TIKAR*, 1(1), 54-57, 2020.

PEDOMAN PENULISAN

Ketentuan Umum

1. Penulis harus menjamin bahwa naskah yang dikirimkan adalah asli dan tidak pernah dipublikasikan di jurnal lainnya
2. Naskah yang akan di publikasikan pada Jurnal ismeTek dapat berupa hasil penelitian atau ulusan ilmiah.
3. Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia.
4. Penentuan layak tidaknya naskah yang akan dipublikasikan ditentukan oleh Dewan Redaksi Jurnal ismeTek berdasarkan masukan dari Redaksi Ahli yang kompeten. Naskah dikirimkan ke redaksi dalam bentuk naskah asli dan *Softcopy (microsoft office word)* dalam CD atau dapat dikirimkan melalui email. Naskah dapat dikirimkan kepada: Redaksi Jurnal ismeTek, Institut Teknologi Budi Utomo Jl. Raya Mawar Merah No. 23 Pondok Kopi Jakarta timur Telp. (021) 8611849 – 8611850 Fax. 8613627, e-mail: jurnalismetekitbu@gmail.com
5. Hak Cipta (*copyright*) tulisan yang dimuat berada pada Jurnal ismeTek.

Standar Penulisan

1. Naskah diketik dengan jarak 1 (satu) spasi dengan *margin* atas 3 cm, bawah 3 cm, kanan 3 cm, dan kiri 4 cm. naskah diketik di atas kertas A4 dengan jumlah kata antara 4.000 sampai 7.000 kata, termasuk gambar dan tabel yang diketik pada atau *file* terpisah dari teks.
2. Naskah diketik menggunakan program *Microsoft Word*, kecuali tabel dan grafik menggunakan *Microsoft Excel*, dan Gambar menggunakan format JPEG atau TIFF, formula matematika menggunakan *equation*. Huruf standar yang digunakan untuk penulisan adalah Times New Roman 11, kecuali Judul berukuran 14, sub judul berukuran 12. Untuk Abstrak, Judul Gambar, dan judul Tabel diketik dengan ukuran 10.
3. Naskah g berupa hasil penelitian maupun ulasan ilmiah disusun dengan urutan judul, nama penulis, alamat lengkap instansi setiap penulis, abstrak, pendahuluan, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka.

Tata Cara Penulisan Naskah

1. **Judul**
Judul harus singkat, spesifik, dan informatif yang mencerminkan secara tepat isi naskah, dengan jumlah kata maksimal 15 kata ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Judul diikuti dengan nama pengarang, institusi dan alamat, serta catatan kaki yang merujuk pada penulisan yang bertanggung jawab untuk surat-menyurat (*corresponding author*), lengkap dengan alamat surat dan alamat *e-mail*.
2. **Abstrak.**
Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia. Abstrak tidak boleh melebihi 250 kata dalam satu paragraf. Abstrak berisi intisari dari keseluruhan naskah. Hindari penggunaan singkatan kecuali yang telah umum digunakan.
3. **Kata Kunci (*keyword*)**
Kata kunci ditulis dalam Bahasa Indonesia, terdiri dari 3-5 kata dari judul, disusun berdasarkan kepentingan dan disajikan setelah abstrak.
4. **Pendahuluan**
Pada bagian ini disajikan latar belakang yang didukung dengan intisari pustaka, tujuan, dan apabila diperlukan ruang lingkup penelitian sehingga pembaca dapat mengevaluasi hasil kajian tanpa harus membaca publikasi sebelumnya. Pustaka yang digunakan harus yang benar benar relevan dengan penelitian yang dilakukan. Tinjauan pustaka sebaiknya diintegrasikan pada bagian pendahuluan, metode, dan pembahasan. Untuk naskah yang berupa ulasan ilmiah, bagian pendahuluan menyajikan latar belakang dan tujuan, serta manfaat pemilihan topik.
5. **Metode Penelitian (untuk Naskah Hasil Penelitian)**
Bagian ini berisi informasi teknik dan rinci sehingga percobaan dapat di ulang dengan baik oleh peneliti lainnya. Jika dalam penelitian digunakan peralatan/instrumen khusus, maka perlu diberikan spesifikasi alat dan kondisi operasi
6. **Hasil dan Pembahasan (untuk Naskah Hasil Penelitian)**
Bagian ini menyajikan hasil penelitian, baik dalam bentuk bahan teks, tabel, atau gambar. Penggunaan foto sangat dibatasi pada hasil yang jelas. Setiap gambar dan tabel diberi nomor secara berurutan dan harus diacu pada naskah.
7. **Kesimpulan**
Kesimpulan ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi hasil penelitian atau ulasan ilmiah yang diperoleh.
Saran diberikan secara jelas untuk dapat di tindaklanjuti oleh pihak yang relevan.
8. **Daftar Pustaka**
Disusun berdasarkan urutan abjad menggunakan *author-date system* yang relevan dengan tulisan dengan nama penulis

Pustaka yang digunakan merupakan pustaka mutakhir (10 tahun terakhir).

Daftar Pustaka disusun menggunakan APA style berdasarkan abjad (A – Z) dan tidak dibagi-bagi menjadi bagian-bagian berdasarkan jenis pustaka, misalnya buku, jurnal, internet dan sebagainya. Pustaka yang digunakan merupakan pustaka mutakhir (10 tahun terakhir).

Contoh penulisan:

- a. Buku (1 penulis):
Nama Akhir Pengarang, (Tahun). *Judul Buku, Tempat diterbitkan, Penerbit*, edisi jika ada, halaman jika ada.
- b. Buku (2 penulis):
Nama Akhir Pengarang 1, Nama Akhir Pengarang 2, (Tahun). *Judul Buku, Tempat diterbitkan, Penerbit*, edisi jika ada, halaman jika ada.
- c. Sumber online :
Penulis, (tahun). *Judul*, edisi jika ada, halaman jika ada, tanggal dilihat (<http://.....>)
- d. Handbook/Manual :
Nama Handbook/ Manual, (Tahun), Nama Perusahaan, Tempat diterbitkan, Penerbit, edisi jika ada, halaman jika ada

