

JURNAL ISMETEK

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

REVIEW MANAJEMEN	Jujuk
ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR	Udien
EVALUASI KINERJA	Djoko
KAJIAN PENGARUH	Yudi
RANCANG BANGUN	Aji
KAJIAN VARIASI	Ike
ANALISIS PENGARUH	Indra
SISTEM ETIKA	Sahidul
PERANCANGAN TANGKI	Sigit Yulianto
KAJIAN KINERJA	Srihanto
PENGEMBANGAN SISTEM TIMBANGAN	Leni
PERAKITAN MESIN PENCACAH	Parman
ANALISIS TOTAL	Hariyanto
ANALISIS DAN PERANCANGAN	Surya Darma
TABLE RECOGNITION	Lola
RANCANG BANGUN ALAT UKUR	Triyono
TREN PENELITIAN	Rendy
ANALISIS DAN PERANCANGAN	Wibisono
ANALISIS DAN PERANCANGAN WEBSITE	Sigit Wibisono
HARMONI ARSITEKTUR	Dian K

JURNAL. i s m e T e k

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

TIM REDAKSI

PENANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

PEMIMPIN REDAKSI

Dr. Iwan Setyadi, ST, MT

REDAKSI AHLI

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

Dr. Ir. Martin Djamin, M.Sc

Dr. Suryadi, ST, MT

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Dr. Berliyanto, S.Kom, MTI

Ir. Suwito, MM

REDAKSI PELAKSANA

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Ir. Srihanto, MT

Aji Nurrohman, S.Kom, MMSI

Leni Devera Asrar, ST, MT

Udien Yulianto, ST, M.Tech

Dedi Setiadi, SE, M.Kom

Ike Oktaviani, ST, MT

SEKRETARIAT REDAKSI

Sigit Wibisono, S.Kom, MT

BAGIAN SIRKULASI

Rendy Pribadi, S.Pd, M.Pd

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI

Jl. Raya Mawar Merah No.23

Pondok Kopi – Jakarta Timur

Telp. 021-8611849 – 8611850

Fax. 021-8613627

Email : jurnalismetekitbu@gmail.com



JURNAL
ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Review Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Terhadap Perubahan Geometrik
Di Jalan D.I Panjaitan Akibat Pemasangan Pipa Distribusi
Jujuk.....1

Analisis Perkuatan Struktur Balok Menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer
(Cfrp) Pada Bangunan Villa Pt. Bangun Karya Filadelfia Di Kota Denpasar – Bali
Udien.....10

Evaluasi Kinerja Simpang Puput Parittiga Di Kabupaten Bangka Barat
Djoko.....19

Kajian Pengaruh Penambahan Material Serbuk Kaolin Pada Batas Konsistensi
Tanah Lempung Ekspansif Cikarang
Yudi.....26

Rancang Bangun Purwarupa Sistem Smart Farming Untuk Pertanian Holtikultura
Berdasarkan Internet Of Things
Aji.....35

Kajian Variasi Prosentase Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Berpori
Ike.....43

Analisis Pengaruh Offline Washing Kompresor Dan Turbin Terhadap Kinerja Turbin
Gas Gt 2.3 Di PT X TANJUNG PRIOK
Indra.....49

Sistem Etika Dalam Pembentukan Norma Hukum: Kajian Positivisme Hukum Di Indonesia
Sahidul.....53

JURNAL
i s m e T e k

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Perancangan Tangki Penyimpan Udara Berbentuk Silinder Elipsoidal Dengan
Volume 8 M3 Dan Tekanan Maksimum 15 Kg/Cm2
Sigit Yulianto.....60

Kajian Kinerja Pompa Sentrifugal Kapasitas 86 M3/Jam Untuk Cooling Tower Pendingin
Mesin Chiller Di PT. X
Srihanto.....65

Pengembangan Sistem Timbangan Digital Berbasis Iot Untuk Monitoring Dewar Nitrogen
Pada Spektrometer Gamma HPGE
Leni.....73

Perakitan Mesin Pencacah Sampah Organik Dengan Tenaga Sel Surya Kapasitas 25
Kg/Jam
Parman.....78

Analisis Total Productive Maintenance (TPM) Pada Mesin Excavator 200d Dengan
Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)
Hariyanto.....87

Analisis Dan Perancangan Game Edukasi Pengenalan Hewan Dan Tumbuhan Dengan
Unity 3D Berbasis Android Pada Tk Al-Azkiya
Surya Darma.....95

Table Recognition Untuk Optical Character Recognition (OCR)
Lola.....101

Rancang Bangun Alat Pengukur Ph Tanah Dan Air Untuk Pemilihan Lahan Berkualitas
Berkbasis Mikrokontroler
Triyono.....106

Tren Penelitian AI Generate Pada Jurnal Di Indonesia: Tinjauan Studi Dokumen
Rendy.....111

JURNAL

ismeTek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Pemesanan Makanan Di Restoran Ayam Godas Berbasis Website Menggunakan Famework Laravel

Wibisono.....

117

Analisis Dan Perancangan Website HMIF Sebagai Sarana Komunikasi Dan Informasi Bagi Mahasiswa Progam Studi Teknik Informatika

Sigit Wibisono.....

125

Harmoni Arsitektur Berkelanjutan Dan Soundscape: Memperkuat Identitas Budaya Dalam Tata Ruang Kota Jakarta

Dian K.....

130

REVIEW MANAJEMEN DAN REKAYASA LALU LINTAS TERHADAP PERUBAHAN GEOMETRIK DI JALAN D.I PANJAITAN AKIBAT PEMASANGAN PIPA DISTRIBUSI

Jujuk Kusumawati

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

Abstrak

Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas bahwa untuk mengoptimalkan Penggunaan Jaringan Jalan dan Gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin Kemaan, Keselamatan, Ketertiban, dan Kelancaran Lalu Lintas perlu dilaksanakannya Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. pemasangan pipa distribusi di jalan D.I Panjaitan baru mulai pembangunan yang belum dilakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas yang telah dilakukan sehingga belum diketahui apakah manajemen dan rekayasa lalu lintas yang direkomendasikan telah dilaksanakan dan diimplementasikan dengan baik. Metode yang dilakukan dengan melakukan perbandingan kinerja ruas jalan saat ini dengan kinerja ruas jalan yang telah diramalkan di dalam Ruas Jalan yang terdampak dalam pemasangan pipa distribusi jalan D.I Panjaitan sehingga dapat diketahui apakah Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas yang telah direkomendasikan secara efektif dapat memperbaiki kinerja ruas jalan.

Kata Kunci: Manajemen, Rekayasa, Lalu Lintas, Geometrik Jalan

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu kegiatan yang sangat penting dalam pembangunan suatu daerah kabupaten ataupun kota. Dengan ini transportasi memiliki peranan penting dalam perkembangan perekonomian suatu daerah. Dalam transportasi peranan prasarana jalan sangat penting, hal ini disebabkan karena jalan merupakan prasarana utama untuk memperlancar kegiatan ekonomi, semakin meningkat pembangunan usaha maka pembangunan prasarana transportasi harus ditingkatkan karena akan mudah melakukan mobilitas penduduk dan memperlancar perdagangan antar daerah. Permasalahan lalu lintas yang kerap dirasakan oleh pengguna jalannya itu kemacetan. Kemacetan adalah keadaan dimana kendaraan mengalami berbagai jenis kendala yang mengakibatkan turunya kecepatan kendaraan dibawah keadaan normal. Kemacetan akan sangat merugikan bagi para pengguna jalan, karena akan menghambat waktu perjalanan. Kemacetan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satu penyebab kemacetan karena berkurangnya kinerja sebuah jalan akibat

adanya aktivitas disuatu Kawasan yang tidak diatur dengan baik.

Kota Administrasi Jakarta Timur merupakan salah satu kota di provinsi DKI Jakarta dengan mobilitas pengguna jalan raya yang cukup tinggi. Hal ini menimbulkan tingginya pusat kegiatan seperti Perkantoran, Pendidikan, Pusat Perbelanjaan dan Pembangunan yang menyebabkan arus lalu lintas sering mengalami kepadatan terutama pada jam sibuk (peak hour) dengan adanya Kegiatan pemasangan pipa distribusi di jalan D.I Panjaitan diprediksi akan merubah dan mempengaruhi lalu lintas yang ada secara tiba-tiba terutama pada saat pelaksanaan konstruksi. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa rencana pemasangan pipa distribusi di jalan D.I Panjaitan akan menimbulkan dampak bagi kinerja ruas jalan, sehingga perlu dilakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas agar dapat mengantisipasi kemungkinan menurunnya kinerja ruas jalan agar tidak menimbulkan kemacetan disekitar lokasi rencana pemasangan pipa distribusi di jalan D.I Panjaitan dan dapat diimplementasikan dengan baik.

Metode yang dilakukan dengan melakukan perbandingan kinerja ruas jalan saat ini dengan kinerja ruas jalan yang telah diramalkan di dalam Ruas Jalan terdampak sehingga dapat diketahui apakah manajemen dan rekayasa lalu lintas yang telah direkomendasikan secara efektif dapat memperbaiki kinerja ruas jalan. Melihat kondisi tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang Review Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Terhadap Perubahan Geometrik di Jalan D.I Panjaitan akibat Pemasangan pipa distribusi sehingga Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di sekitar pembangunan tersebut akan berjalan dengan lancar dan optimal.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan adalah Review terhadap penyelesaian masalah pemasangan pipa distribusi pada kondisi yang memberi dampak signifikan terhadap kinerja lalu lintas. Hal ini berdasarkan kepada tujuan penelitian mengenai Review Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Pemasangan akibat pemasangan pipa distribusi.

Adapun variabel yang dibutuhkan yaitu variabel manajemen rekayasa lalu lintas dan variabel geometrik jalan yaitu mengetahui kinerja ruas jalan sekitar daerah akibat pemasangan pipa distribusi.

Mengenai indikator metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah review terhadap manajemen rekayasa lalu lintas dan perubahan geometrik dengan observasi berdasarkan pedoman kapasitas jalan Indonesia.

2.2. Metode Analisis Data

a. Metode Analisis Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Dilakukan estimasi dengan menggunakan rumus – rumus berdasarkan data base tersebut dan akan dijadikan bahan untuk peningkatan kinerja ruas jalan terhadap perubahan geometrik jalan. Maka harus dilakukan perhitungan Analisis Volume Lalu Lintas, Analisis

Kapasitas Ruas Jalan, Analisis Kecepatan Ruas Jalan, dan Analisis tingkat Pelayanan. Dengan hasil tersebut akan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Hasil perbandingan itu akan menjadi bahan analisis agar upaya peningkatan kinerja ruas jalan dapat berjalan dengan optimal. Hasil perbandingan kondisi eksisting dan hasil analisis apabila lebih baik dari kondisi kontruksi maka dapat digunakan. Apabila lebih buruk dari kondisi eksisting maka tidak dapat digunakan.

b. Metode Analisis Perubahan Geometrik

Dalam melakukan perhitungan perubahan pada geometrik jalan yaitu dengan melakukan penanganan pada ruas jalan sebelum dan sesudah pembangunan maka di dapat hasil berupa penambahan kapasitas ruas jalan sehingga hasil analisis berubah menjadi optimal untuk mengurai volume lalu lintas serta perlu dilakukannya peramalan lalu lintas agar dapat mengetahui dampak permasalahan lalu lintas pada masa yang akan datang.

2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

a. Pembahasan Hasil Analisis Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Setelah dilakukan analisis serta review dapat diketahui rendahnya tingkat pelayanan pada ruas jalan D.I Panjaitan yang disebabkan oleh kapasitas yang rendah karena jumlah kendaraan yang melintas tiap jam cukup tinggi. Dengan penambahan kapasitas pada ruas jalan tersebut, maka tingkat pelayanan membaik karena kapasitas bertambah sehingga kecepatan ruas jalan bertambah sehingga membawa dampak peningkatan kinerja ruas jalan D.I Panjaitan

b. Pembahasan Hasil Analisis Perubahan Geometrik

Salah satu upaya penanganan terhadap perubahan geometrik yaitu dengan menambah kapasitas terhadap

perubahan geometrik pada ruas jalan D.I Panjaitan maka kecepatan ruas jalan serta tingkat pelayanan dapat meningkat sehingga kinerja dapat dipastikan memenuhi syarat dengan kinerja yang baik.

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1. Analisis Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Analisis ini dilakukan dengan menghitung kembali nilai parameter kinerja ruas jalan D.I Panjaitan yang lebih baik maka usulan tersebut dinilai optimal. Berikut analisis yang dapat dilakukan pada ruas jalan, antara lain:

1) Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas pada ruas jalan D.I Panjaitan didapatkan dari consultan pengembang. Data volume lalu lintas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Volume Lalu Lintas

TIME SLICE	VOLUME (smp/jam)	
Jam	Arah B-T	Arah T-B
05.00 - 06.00	689	0
06.00 - 07.00	1529	0
07.00 - 08.00	2543	0
08.00 - 09.00	2404	0
09.00 - 10.00	1981	0
10.00 - 11.00	1788	0
11.00 - 12.00	1672	0
12.00 - 13.00	2011	0
13.00 - 14.00	1819	0
14.00 - 15.00	1774	0
15.00 - 16.00	2069	0
16.00 - 17.00	2242	0
17.00 - 18.00	2452	0
18.00 - 19.00	2244	0
19.00 - 20.00	2014	0
20.00 - 21.00	1757	0

Sumber: Hasil Analisis

Adapun volume lalu lintas pada jam sibuk yang diambil pada waktu pagi sehingga diperoleh hasil perhitungan yaitu 2543 smp/jam

2) Kapasitas Jalan Eksisting

Kapasitas ruas jalan diperoleh dengan mengetahui panjang ruas jalan, lebar jalur efektif, tipe jalan untuk mengetahui kapasitas dasar dan faktor faktor seperti pemisah arah, hambatan samping dan faktor ukuran kota dengan data karakteristik ruas jalan. Selanjutnya data karakteristik diperoleh kemudian dimasukan

kedalam perhitungan dengan menggunakan rumus kapasitas. Berikut hasil pengamatan wilayah berdasarkan data yang diperoleh sebagai berikut:

Kapasitas dasar (C_0) = 3300

Faktor koreksi lebar jalan (F_{CLJ}) = 1,00

Faktor koreksi pemisah arah (F_{CPA}) = 1,00

Faktor koreksi hambatan samping (F_{CHS}) = 0,94

Faktor koreksi ukuran kota (F_{CUK}) = 1,00

Maka kapasitas jalan yang ada pada Jalan D.I Panjaitan adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{CLJ} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{CUK}$$

$$C = 3300 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,94 \times 1,00$$

$$C = 2732,4 \text{ smp/jam}$$

Adapun kapasitas tersebut dapat diketahui kapasitas pada kinerja eksisting memiliki kapasitas sebesar 2732,4 smp/jam

3) Kapasitas Ruas Jalan

Kecepatan ruas jalan di dapat dari consultan pengembang dengan menghitung kecepatan sesaat di ruas jalan dengan teknik perhitungan Spoot Speed Kecepatan ruas jalan pada segemen jalan D.I Panjaitan dapat dilihat pada tabel berikut:

Kecepatan=(Panjang

Segmen)/(Waktu Tempuh)

$$\text{Kecepatan} = (50 \text{ m}) / 66,7 \text{ detik}$$

$$\text{Kecepatan} = 48,8 \text{ m/detik}$$

Kecepatan ruas jalan pada jalan D.I Panjaitan (yang sudah dikonversikan dalam satuan km/jam)

Tabel 3.2 Kecepatan Rata-Rata Kendaraan kondisi eksisting

No	Jenis Kendaraan	Kec Rata - Rata (km/jam)
1	Sepeda Motor	53,9
2	Mobil	45,5
3	Truck/Bus	42,6
Rata - Rata		48,8

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel diatas dapat diketahui bahwa ruas jalan D.I

panjaitan memiliki rata rata kecepatan ruas jalan sebesar 48,8 Km/jam.

4) Tingkat Pelayanan

Dari hasil analisis terhadap data ruas jalan D.I Panjaitan yang dilakukan maka di dapatkan nilai kinerja jalan tersebut dengan tingkat pelayanan sebagai berikut:

Tabel 3.3 Tingkat Pelayanan Pada Ruas Jalan D.I Panjaitan

Ruas Jalan	Arah B - T			
	Volume (smp/jam)	Kapasitas	Kecepatan (km/jam)	Los
Jl D.I Panjaitan	2.543	2732,4	48,8	C

Sumber: Hasil Analisis

3.1.2. Analisis Perubahan Geometrik

Dalam melakukan perhitungan perubahan pada geometrik jalan yaitu dengan melakukan penanganan pada ruas jalan sebelum dan sesudah pembangunan maka di dapat hasil berupa pelebaran lajur sehingga menambah kapasitas ruas jalan maka hasil ananlisis berubah menjadi optimal untuk mengurai volume lalu lintas serta perlu dilakukannya perhitungan analisis sebagai berikut:

1) Analisis Volume Lalu Lintas dengan perubahan Geometrik.

Dalam melakukan observasi perubahan geometrik maka untuk volume lalu lintas pada ruas jalan D.I Panjaitan sesuai dengan data sekunder yang sudah di dapatkan dari consultan pengembang sebgai berikut:

Tabel 3.4 Volume Lalu Lintas pada masa perubahan Geometrik

TIME SLICE	VOLUME (smp/jam)	
	Arah B-T	Arah T-B
05.00 - 06.00	689	0
06.00 - 07.00	1520	0
07.00 - 08.00	2543	0
08.00 - 09.00	2404	0
09.00 - 10.00	1981	0
10.00 - 11.00	1788	0
11.00 - 12.00	1672	0
12.00 - 13.00	2031	0
13.00 - 14.00	1819	0
14.00 - 15.00	1774	0
15.00 - 16.00	2069	0
16.00 - 17.00	2242	0
17.00 - 18.00	2452	0
18.00 - 19.00	2242	0
19.00 - 20.00	2014	0
20.00 - 21.00	1757	0

Sumber: Dokumen Rekayasa Lalu Lintas SPAM

Pada tabel diatas dapat diketahui bahwa pada ruas jalan D.I Panjaitan merupakan jalur satu arah yaitu dari arah barat menuju arah timur dengan volume lalu lintas tertinggi terjadi pada peak pagi hari sebesar 2543 smp/jam.

2) Analisis Kapasitas Ruas Jalan dengan perubahan Geometrik.

Pada analisis ini dilakukan pelebaran lajur jalan hingga memangkas bahu jalan sebsesar 1,5 meter dengan asumsi bahwa tidak ada kendaraan yang parkir atau berhenti di badan jalan tersebut sehingga nilai hambatan samping = 0. Sedangkan untuk nilai faktor koreksi lain dianggap tetap mengikuti kondisi awal, setelah itu dihitung besar nilai kapasitas ruas jalan dengan perubahan geometrik sebagai berikut:

Kapasitas dasar (C_0) = 3800

Faktor koreksi lebar jalan (FC_{LJ}) = 1,08

Faktor koreksi pemisah arah (FC_{PA}) = 1,00

Faktor koreksi hambatan samping (FC_{HS}) = 0

Faktor koreksi ukuran kota (FC_{UK}) = 1,00

Maka kapasitas jalan yang ada pada Jalan D.I Panjaitan adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK}$$

$$C = 3800 \times 1,08 \times 1,00 \times 0,9$$

$$C = 3857 \text{ smp/jam}$$

Dapat diketahui bahwa dengan adanya pelebaran jalan hingga

memangkas bahu jalan selebar 1,5 meter maka dapat mempengaruhi kapasitas sehingga menjadi bertambah sebesar 3857 smp/jam sehingga ruas jalan D.I Panjaitan menjadi lebih terurai dengan bertambahnya kapasitas jalan tersebut.

3) Analisis Kecepatan Ruas Jalan dengan Perubahan Geometrik.

Dengan bertambahnya kapasitas maka dapat mempengaruhi kecepatan ruas jalan maka hasil ini di peroleh data consultan pengembang kecepatan ruas jalan pada masa perbaikan geometrik sebagai berikut:

Kecepatan=(Panjang

Segmen)/(Waktu Tempuh)

Kecepatan=(50 m)/48,3detik

Kecepatan=55,2 m/detik

Tabel 3.5 Kecepatan Rata – Rata Kendaraan Pada Masa Perubahan Geometrik

No	Jenis Kendaraan	Kec Rata - Rata (km/jam)
1	Sepeda Motor	63,3
2	Mobil	59,6
3	Truck/Bus	42,6
Rata - Rata		55,2

Sumber: Hasil Analisis

Pada tabel diatas dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan kapasitas pada jalan D.I Panjaitan maka rata rata kecepatan pada ruas jalan D.I Panjaitan menjadi naik sebesar 55,2 km/jam maka lalu lintas dapat berjalan optimal tanpa adanya hambatan pada daerah pemasangan pipa distribusi di jalan D.I Panjaitan.

4) Analisis Tingkat pelayanan dengan perubahan Geometrik.

Dapat diketahui dengan adanya penambahan kapasitas jalan dan bertambahnya kecepatan rata maka tingkat pelayanan dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 3.6 Tingkat Pelayanan Dengan Perubahan Geometrik

Ruas Jalan	Arah B - T			
	Volume (smp/jam)	Kapasitas	Kecepatan (km/jam)	Los
Jl D.I Panjaitan	2.543	3857	55,2	B

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil analisis perubahan geometrik dapat lakukan perhitungan peramalan lalu lintas dengan melakukan observasi data terhadap pertumbuhan penduduk serta kepemilikan kendaraan yang ada di DKI Jakarta sehingga dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 3.7 Hasil Perbandingan Kinerja Terhadap Perubahan Geometrik

Nama Jalan	Indikator	Kondisi Eksisting	Penanganan Perubahan Geometrik
D.I Panjaitan	Volume (smp/jam)	2543	2543
	Kapasitas (smp/jam)	2732,4	3857
	Kecepatan (km/jam)	48,8	55,2
	Tingkat Pelayanan	C	B

Sumber: Hasil Analisis

Dari hasil analisis perubahan geometrik dapat lakukan perhitungan peramalan lalu lintas dengan melakukan observasi data terhadap pertumbuhan penduduk serta kepemilikan kendaraan yang ada di DKI Jakarta sehingga dilakukan perhitungan sebagai berikut:

1) Regresi Linier dan Korelasi

Adapun data yang diambil untuk dijadikan persamaan regresi adalah jumlah penduduk dan kepemilikan kendaraan 10 tahun terakhir. Koefisien x yaitu jumlah penduduk dan koefisien y adalah kepemilikan kendaraan, sebagai berikut:

Tabel 3.8 Data Jumlah Penduduk (X) dan Jumlah Kepemilikan Kendaraan (Y)

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Kepemilikan Kependudukan
2018	10.467.629	18.784.550
2019	10.557.810	19.833.246
2020	10.562.088	20.221.831
2021	10.605.437	21.005.527
2022	10.640.907	21.856.081
2023	10.672.100	22.515.981

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta

Data pada tabel diatas dimasukkan ke dalam kolom untuk dilakukan analisis, analisis regresi dan korelasi menggunakan program excel sehingga nilai a dan b dapat diketahui sebagai berikut:

	Coefficients
Intercept	-10317891,8
X	4,523172492

Gambar 3.1 Data Perhitungan Regresi dan Korelasi

Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel tersebut dapat diketahui $y=a+bx$, dimana $a=-1031789,8$ dan $b= 4,523$ sehingga dapat dimasukan kedalam persamaan $y=-1031789,8+4,523x$ atau $y= 4,523x-1031789,8$.

2) Pertumbuhan Penduduk

Untuk mengetahui laju pertumbuhan penduduk, maka diambil data jumlah penduduk yang kemudian dianalisis sebagai berikut:

Tabel 3.9 Data Jumlah Penduduk Provinsi DKI Jakarta

n	Tahun	Jumlah Penduduk (x)
(1)	(2)	(3)
1	2018	209.011
2	2019	213.200
3	2020	204.612
4	2021	206.786
5	2022	209.400
6	2023	214.428

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta

Untuk mengetahui laju pertumbuhan penduduk menggunakan perumusan sebagai berikut:

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

$$i = \sqrt{(9 \cdot 10672100 / 10467629)} - 1$$

$$i = 0,22 = 22\%$$

Setelah didapatkan laju pertumbuhan maka, dapat diketahui jumlah penduduk tahun kedepan.

$$P_n = P_o [(1+i)]^n$$

P_n = Jumlah Penduduk setelah n tahun ke depan

P_o = Jumlah Penduduk tahun awal

I = angka pertumbuhan penduduk

n = jangka waktu dalam tahun

diambil contoh perhitungan untuk tahun 2024, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P_n = P_o [(1+i)]^n$$

$$P_n = 10467629 [(1+0,22)]^1$$

$$P_n = 10.672.199$$

Sehingga prediksi jumlah penduduk pada tahun 2024 adalah 10.695.579 jiwa.

3) Pertumbuhan Lalu Lintas

Persamaan hasil dari analisis regresi linier yang didapatkan yaitu $y = 4,523x - 1031789,8$. Koefisien x telah diketahui sehingga dapat dimasukkan ke dalam persamaan. Adapun salah satu perhitungan untuk mendapatkan jumlah kepemilikan kendaraan berdasarkan persamaan y adalah sebagai berikut jumlah kepemilikan kendaraan pada tahun 2024:

$$y = 4,523(10695579) - 1031789,8 = 47344314$$

sehingga didapat hasil analisis regresi linear untuk jumlah kepemilikan kendaraan sebagai berikut:

Tabel 3.10 Data Analisis Persamaan Regresi dan Linear

Tahun	n	Jumlah Penduduk (X)	Jumlah Kepemilikan Kendaraan (Y) = (4,523n(3)) - 10695579
(1)	(2)	(3)	(4)
2023	0	10.695.579	4.634.312
2024	1	10.719.109	4.734.431
2025	2	10.742.691	4.812.902
2026	3	10.766.325	4.977.052
2027	4	10.790.011	5.082.531
2028	5	10.813.749	5.131.987
2029	6	10.837.539	5.211.595
2030	7	10.861.382	5.352.663
2031	8	10.885.277	5.465.551
2032	9	10.885.277	5.589.098
2033	10	10.695.579	5.611.983

Sumber: Hasil Analisis

Untuk menghitung presentase angka pertumbuhan lalu lintas dihitung sebagai berikut:

$$i = \sqrt[n]{(P_n/P_0)} - 1$$

$$i = \sqrt[10]{(10672100/10467629)} - 1$$

$$i = 0,11 = 11\%$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan laju pertumbuhan kendaraan sebesar 11%.

4) Peramalan Lalu Lintas

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

LHR_t = LHR yang direncanakan

LHR = LHR yang didapat dalam penelitian

i = angka pertumbuhan

n = umur rencana (tahun)

untuk tahun 2025 pada ruas jalan D.I Panjaitan diperoleh LHR_t sebagai berikut:

$$LHR_t = 2543 \cdot [(1+0,11)]^1$$

$$LHR_t = 2723$$

Sehingga diketahui hasil LHR_t dalam 10 tahun kedepan sebagai berikut.

Tabel 3.11 Lalu Lintas Harian Rencana di Jalan D.I Panjaitan

Volume Lalu Lintas Jl. D.I Panjaitan (dalam 10 tahun yang akan datang)					
No	Tahun	LHR	n	i (%)	LHR _t = (3)n (1+(5)) ⁿ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	2024	2543	0	11%	2543
2	2025	2543	1	11%	2723
3	2026	2543	2	11%	2953
4	2027	2543	3	11%	3248
5	2028	2543	4	11%	3572
6	2029	2543	5	11%	3929
7	2030	2543	6	11%	4319
8	2031	2543	7	11%	4759
9	2032	2543	8	11%	5234
10	2033	2543	9	11%	5754
11	2034	2543	10	11%	6329

Sumber: Hasil Analisis

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

Dari hasil analisis beberapa permasalahan yang ada pada kawasan Jalan D.I Panjaitan, maka perlu adanya usulan pemecahan masalah. Usulan pemecahan masalah tersebut terdiri sebagai berikut:

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Pada pembahasan hasil analisis kinerja eksisting di jalan D.I Panjaitan memiliki volume kendaraan sebesar:

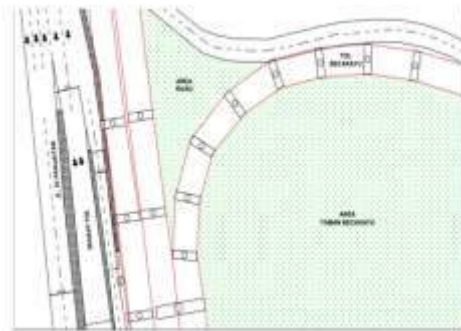
Tabel 3.12 Kinerja Lalu Lintas Kondisi Eksisting

Nama Jalan	Faktor Koreksi				
	C ₀	FC _L	FC _V	FC _W	FC _{OR}
D.I Panjaitan	3300	1	1	0,94	1
Kinerja lalu lintas eksisting					
Kapasitas	Volume (smp/jam)		Kecepatan (km/jam)		Los
2732,4	2543		48,8		C

Sumber: Hasil Analisa

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kondisi kinerja eksisting jalan D.I Panjaitan sebelum dilakukan penanganan memiliki kapasitas sebesar 2732,4 smp/jam, volume sebesar 2543 smp/jam kecepatan sebesar 48,8 km/jam dan tingkat pelayanan C. Kondisi eksisting pada jalan D.I Panjaitan merupakan jalan yang terdampak pemasangan pipa distribusi maka perlu adanya penanganan terhadap pemasangan pipa distribusi tersebut dengan melakukan manajemen rekayasa lalu lintas di ruas jalan D.I Panjaitan.

Berikut merupakan layout kondisi eksisting di jalan D.I Panjaitan:



Gambar 3.2 Layout Kondisi Eksisting

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Perubahan Geometrik

Pada Pembahasan hasil analisis ini dilakukan pelebaran lajur jalan hingga memangkas bahu jalan sebesar 1,5 meter dengan asumsi bahwa tidak ada kendaraan yang parkir atau berhenti di badan jalan tersebut sehingga nilai hambatan samping = 0. Sedangkan untuk nilai faktor koreksi lain dianggap tetap mengikuti kondisi awal, setelah itu dihitung besar nilai kapasitas ruas jalan maka kapasitas bertambah sebesar 3857 smp/jam setelah dihitung besar nilai kapasitas beserat volume, kecepatan dan tingkat pelayanan sebagai berikut:

Tabel 3.13 Kinerja Lalu Lintas Pada Masa Perubahan Geometrik Jalan D.I. Panjaitan

Nama Jalan	Faktor Koreksi				
	C _D	FC _{L1}	FC _{P1}	FC _M	FC _M
D.I Panjaitan	3800	1,08	1	0	1
Kinerja lalu lintas perubahan geometrik					
Kapasitas	Volume (smp/jam)	Kecepatan (km/jam)	Lan		
3857	2543	35,2	B		

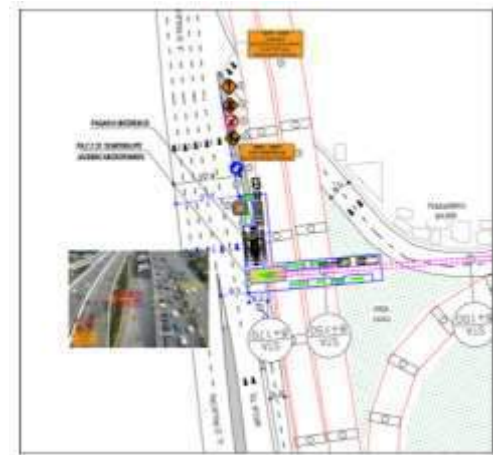
Sumber: Hasil Analisa

Tabel 3.14 Selisih Peningkatan Sebelum dan Sesudah Penanganan

Nama Jalan	Kapasitas Sebelum Penanganan	Kapasitas Sesudah Penanganan	Peningkatan (%)
D.I Panjaitan	2732,4	3857	18

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel 3.13 dan 3.14 dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan kinerja lalu lintas yang ditandai dengan naiknya kecepatan ruas jalan serta tingkat pelayanan pada ruas jalan tersebut, sehingga mengalami peningkatan sebesar 18% dengan tingkat pelayanan B. Sehingga kinerja jalan dapat dipastikan memenuhi syarat dengan kinerja yang baik, berikut merupakan layout usulan pelebaran geometrik di Jalan D.I Panjaitan:



Gambar 3.3 Layout Perubahan Geometrik Pada Ruas Jalan D.I Panjaitan

Sumber : Dokumen Manajemen Rekayasa Lalu Lintas SPAM

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada kawasan pemasangan pipa distribusi jalan D.I Panjaitan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi review manajemen rekayasa lalu lintas pada ruas daerah pemasangan pipa distribusi jalan D.I Panjaitan pada kawasan pemasangan pipa distribusi jalan D.I Panjaitan terdapat satu ruas jalan dimana jalan tersebut merupakan satu arah yaitu 6/1 T satu arah, maka kinerja lalu lintas pada kondisi eksisting di ruas jalan D.I Panjaitan terdapat volume sebesar 2543 smp/jam, kapasitas sebesar 2732,4 smp/jam, Kecepatan sebesar 48,8 km/jam dan memiliki

tingkat pelayanan C sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap kinerja lalu lintas terhadap perubahan geometrik di jalan D.I Panjaitan.

2. Kondisi kinerja lalu lintas terhadap perubahan geometrik dengan adanya penanganan pemasangan pipa distribusi pada ruas jalan D.I Panjaitan yaitu dengan menambah kapasitas sebesar 3857 smp/jam dan tingkat pelayanan pada ruas jalan D.I Panjaitan dengan peroleh nilai kecepatan 55,2 km/jam dengan tingkat pelayanan B sedangkan untuk nilai faktor koreksi lain dan volume lalu lintasnya dianggap tetap mengikuti kondisi awal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Edward K. Morlok. 1985. *"Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi"*. Jakarta: Erlangga
- Oglesby, Clarkson H. 1999. *"Teknik Jalan Raya"*. Jakarta: Erlangga
- C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. 2003. *"Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid I. Edisi Ketiga"*. Jakarta: Erlangga
- Hobbs F.D. 1995. *"Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas Edisi Kedua"*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- S.Sukirman. 1994. *"Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya"*. Nova: Bandung

ANALISIS PERKUATAN STRUKTUR BALOK MENGGUNAKAN CARBON FIBER REINFORCED POLYMER (CFRP) PADA BANGUNAN VILLA PT. BANGUN KARYA FILADELFIA DI KOTA DENPASAR – BALI

Udien Yulianto

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

Abstrak

Struktur Bangunan Villa yang berlokasi di Bali direncanakan akan melakukan analisis ulang terhadap struktur balok, karena terjadi kerusakan di beberapa titik akibat dari usia bangunan itu sendiri yang sudah lama terbengkalai lalu ingin difungsikan kembali. Analisis dan evaluasi struktur yang Fail atau rasio yang melebihi ketentuan akan diperkuat dengan metode CFRP.

Pada tahap awal Analisis struktur direncanakan terhadap beban gempa sesuai dengan SNI – 1726 – 2019. (Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung yang didasarkan pada peta gempa 2020 di Bali, dan jika struktur gagal menahan beban yang telah di tentukan dari SNI 2847 – 2019 (Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan Gedung) maka struktur perlu untuk dilakukan perkuatan menggunakan CFRP pada penampang balok saja. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak penampang yang perlu di perkuat dan seberapa banyak CFRP yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pada struktur yang tidak aman, yang hasilnya sudah diperoleh dari Program ETABS Ultimate V.21.0.0.

Perkuatan struktur dengan menggunakan serat karbon merupakan suatu metode yang efektif untuk memperbaiki struktur yang mengalami penurunan kapasitas. Material CRFP mempunyai kekuatan Tarik hingga 4900 Mpa dengan bentuk pelat maupun lembaran sehingga apabila digunakan secara komposit pada struktur beton dapat berperan secara efektif dalam meningkatkan kekuatan Tarik dari elemen struktur.

Kata Kunci: analisis, evaluasi, CFRP, ETABS, perkuatan, balok

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada umumnya struktur yang rusak akan langsung dibongkar tanpa mempertimbangkan adanya kemungkinan perbaikan atau perkuatan. Padahal pada tingkatan kerusakan tertentu, pada prinsipnya suatu elemen struktur Beton bertulang dapat diperkuat atau diperbaiki, Saat ini telah berkembang berbagai metode perbaikan atau retrofit dan perkuatan struktur, Salah satu metode perbaikan yang cepat dan tepat adalah perbaikan struktur dengan FRP (Fiber Reinforced Polymer). Perkembangan ilmu material saat ini telah memberikan jawaban atas masalah perbaikan dan perkuatan struktur yang telah mengalami kerusakan dengan memanfaatkan material FRP. Penelitian terhadap FRP ini terus di kembangkan untuk melihat pengaruh material dalam perbaikan dan perkuatan struktur beton bertulang sehingga perkutan menggunakan pelat baja

yang relatif berat dapat digantikan oleh material FRP yang relatif ringan. Prinsip dari

pada penambahan FRP ini sama seperti penambahan pelat baja, yaitu menambahkan kekuatan di bagian tarik dari struktur. Adapun tipe FRP yang dipakai pada perkuatan struktur dari bahan carbon, armid dan glass.

Keberadaan Bangunan Villa PT. Bangun Karya Filadelfia yang berada tepat di pusat kota Denpasar – Bali ini mengalami kerusakan pada struktur. Ada beberapa titik struktur yang mengalami kerusakan karena dampak dari usia bangunan itu sendiri yang sudah lama terbengkalai lalu ingin difungsikan kembali, sehingga dilakukan peninjauan dan investigasi bangunan.

Berdasarkan uraian diatas maka sebelum dilakukan penggunaan atau mengfungsikan kembali bangunan Villa PT. Bangun Karya Filadelfia maka perlu dilakukan Analisis Perkuatan struktur menggunakan CFRP

pada struktur balok. Bangunan gedung yang berlokasi di Bali ini direncanakan akan melakukan Analisis ulang terhadap struktur balok menggunakan aplikasi ETABS Ultimate V.21.0.0. Melihat kondisi tersebut perlu dilakukan penelitian tentang Evaluasi Pelaksanaan K3 Pada Proyek Konstruksi Puri Indah Mall 2 agar kedepannya bisa mengurangi kecelakaan kerja akibat kelalaian, menghindari kerugian materi akibat kecelakaan kerja dan memberikan perlindungan bagi para pekerja disetiap tingkatan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian Evaluasi Kuantitatif yaitu jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap kondisi bangunan yang sudah dibangun atau bangunan eksisting.

Variabel dalam penelitian ini adalah Perkuatan balok eksisting menggunakan metode Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP). Dengan menggunakan evaluasi analisis struktur eksisting dan perhitungan perkuatan CFRP.

Langkah selanjutnya adalah mengetahui jenis penelitian dan variabel nya, maka metodologi penelitian kasual – komperatif, pemilihan ini berdasar dari kecocokan karena dianggap mampu menyelesaikan rumusan masalah dan penelitian yang dibahas.

2.2. Metode Analisis Data

a. Analisa Kekuatan Struktur Balok Eksisting

Dalam tugas akhir ini, perancangan hanya meliputi struktur Balok dengan Analisa struktur dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yaitu komponen struktur yang mampu memikul gaya akibat beban gempa dan direncanakan untuk memikul lentur.

1. Analisa dilakukan melalui referensi beberapa jurnal dan ketentuan (SNI), diantaranya:

a) Badan Standarisasi Nasional, tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk

struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019) (12)

b) Badan Standarisasi Nasional, persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM – 14, MOD) (SNI 2847 : 2019) (14)

c) Badan Standarisasi Nasional, beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2019). (13)

2. Mempersiapkan data analisis dan desain berupa:

a) Gambar denah (struktur dan detail)

b) Spesifikasi material struktur Gedung

Data analisis tersebut berupa gambar denah dan spesifikasi material diperoleh dari pengambilan data di lapangan pada Bangunan Villa PT. Bangun Karya Filadelfia di Kota Denpasar.

3. Menentukan sistem struktur gedung yang akan digunakan untuk menahan beban atau gaya gempa.

a) Sistem Rangka pemikul momen pemikul momen ditentukan berdasarkan ketentuan yang ada di SNI 1726:2019.

b) Lokasi pembebanan gempa di Kota Denpasar, Bali.

4. Menghitung jumlah beban yang dikenakan pada struktur, yaitu:

a) Beban Mati (Dead Load)

1) Beban mati akibat berat sendiri

Beban mati akibat berat sendiri merupakan beban yang diakibatkan berat struktur itu sendiri dari penutup atap, pelat lantai, balok, kolom, tangga dan

shear wall. Dengan berat jenis beton bertulang sendiri adalah 2400 kg/m³.

2) Beban mati tambahan (SIDL)

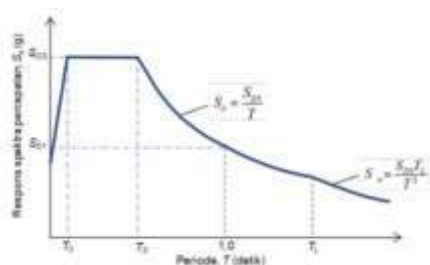
Beban mati tambahan merupakan beban yang diakibatkan oleh partitur penyusun gedung itu sendiri meliputi dinding, keramik dan MEP.

b) Beban Hidup (Live Load)

Beban Hidup yang dihitung merupakan beban manusia dan beban yang bergerak yang ada di dalam struktur gedung. Beban tersebut akan ditentukan sesuai dengan masing – masing fungsi ruangan setiap lantai.

c) Beban Gempa (Earthquake Load)

Beban Gempa adalah beban yang terjadi akibat getaran tanah yang disebabkan oleh satu gelombang yang terjadi. Sedang arah kerjanya adalah vertical maupun horizontal.



Gambar 2.1 Spektrum Respon Desain
Sumber : sa.ciptakarya.pu.go.id/2021

5. Membuat pemodelan struktur balok
 - a) Pemodelan struktur balok menggunakan software ETABS Ultimate V.21.0.0.
6. Memasukkan kombinasi pembebanan struktur pada ETABS Ultimate V.21.0.0.
7. Melakukan analisis struktur pada kedua desain gedung menggunakan program software ETABS Ultimate V.21.0.0.

- a) Analisis dilakukan dengan menggunakan aplikasi ETABS Ultimate V.21.0.0.. Dengan hasil analisis berupa besar momen.

- b) Data analisis tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta summary.

b. Rencana Perkuatan Struktur Balok

Setelah dilakukan analisis kekuatan elemen struktur eksisting balok, maka didapatkan elemen – elemen struktur eksisting balok yang masih kuat, dan elemen struktur balok yang membutuhkan perkuatan. Pada elemen yang masih kuat tidak perlu dilakukan perkuatan. Tetapi pada elemen struktur balok yang tidak kuat dilakukan perhitungan perkuatan struktur balok dengan menggunakan CFRP.

Produk CFRP yang digunakan yakni berasal dari merek Fischer by Mr. Safety dengan jenis produk Fischer Carbon Fiber Sheet FRS-CS N-300. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a) Tensile strength : 3400 Mpa
- b) Modulus Of Elasticity : 235000 Mpa
- c) Elongation at Break : 1,7 %
- d) Fiber weight : 300 g/m² ±10 g/m²
- e) Design Thickness : 0,167 mm
- f) Fiber Dimension
 - 1) Width : 500 mm
 - 2) Length : 100 m
 - 3) Quantity per Roll : 50 sqm

2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Kapasitas penampang elemen struktur eksisting balok yang telah dihitung tersebut, kemudian dibandingkan dengan gaya-gaya dalam maksimum dari hasil analisa struktur. Apabila kapasitas penampang terpasang lebih besar dari gaya dalam yang terjadi maka dapat dikatakan elemen struktur balok masih kuat atau “OK”. Tetapi apabila kapasitas penampang terpasang lebih kecil dari gaya dalam yang terjadi, maka elemen struktur

balok tersebut tidak kuat atau “NG” dan membutuhkan perkuatan.

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Struktur

3.1.1. Analisis Perhitungan Kekuatan Balok Eksisting

a. Permodelan Struktur Eksisting

Gambar 3.1 Gambar Perspektif



Pemodelan struktur menggunakan ETABS

Sumber : Olahan Penelitian

b. Pembebanan Struktur Balok Eksisting

1) Beban DL (*Dead Load*)



Gambar 3.2 Perspektif Pemodelan Pembebanan DL (*Dead Load*)

Sumber : Olahan Penelitian

2) Beban LL (*Live Load*)



Gambar 3.3 Gambar Perspektif Pemodelan Pembebanan LL (*Live Load*)

Sumber: Olahan Penelitian

3) Beban WLX (*Wind Load*)



Gambar 3.4 Gambar Perspektif Pemodelan

Pembebanan WLX (*Wind Load*) kearah X

Sumber: Olahan Penelitian

4) Beban WLY (*Wind Load*)



Gambar 3.5 Gambar Perspektif Pemodelan

Pembebanan WLD (*Wind Load*) kearah Y

Sumber: Olahan

Penelitian

5) Beban EX (*Earthquake Load*)



Gambar 3.6 Gambar Perspektif Pemodelan

Pembebanan EX (*Earthquake Load*)

kearah X

Sumber: Olahan

Penelitian

6) Beban EY (*Earthquake Load*)



Gambar 3.7 Gambar Perspektif Pemodelan

Pembebanan EY (*Earthquake Load*)

kearah Y

Sumber: Olahan

Penelitian

7) Cek Mode Pergerakan Struktur



Gambar 3.8 Gambar Input Pembebanan seismic EX
Sumber: Olahan Penelitian



Gambar 3.9 Gambar Input Pembebanan seismic EY
Sumber: Olahan Penelitian

- c. Perhitungan Struktur Balok Eksisting
Tabel 3.1 Hasil Analisa Gaya Dalam Balok

Baris	Asas	Waktu/Kurva Output Case	Case Type	Member	P	V	M	T	MR	MR
Baris 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baris 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Baris 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Baris 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Baris 5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Sumber : Olahan Penelitian

Tabel 3.2 Gaya Dalam Terbesar Balok B23

Baris	Asas	Waktu/Kurva Output Case	Case Type	Member	P	V	M	T	MR	MR
Baris 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baris 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Baris 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Baris 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Baris 5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Sumber : Olahan Penelitian

Penelitian dibatasi dengan hanya menganalisis balok dengan gaya dalam moment positif terbesar yaitu balok B23 dengan ukuran Balok 550 / 200



Gambar 4.10 Denah Balok Lantai 2
Sumber : Olahan Penelitian

- Perhitungan Balok 550 / 200
Analisis Balok 550 / 200 dilakukan berdasarkan (SNI 2847-2019 Pasal 10.5.1) dengan hasil sebagai berikut:

a) Data Balok

1) Beban Struktur

Kuat tekan beton, $f_c' = 28.425 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur, $f_u = 420 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser $f_y = 280 \text{ MPa}$

2) Dimensi Balok

Lebar Balok $b = 200 \text{ mm}$

Tinggi balok $h = 550 \text{ mm}$

Diameter tulangan (deform) yang digunakan $D = 16 \text{ mm}$

Diameter sengkang (polos) yang digunakan, $P = 10 \text{ mm}$

Tebal bersih selimut beton, $t_s = 40 \text{ mm}$

- Momen dan Gaya Dalam Momen positif akibat beban terfaktor, $M_u+ = 53.197 \text{ kNm}$
Momen negatif akibat beban terfaktor,

$M_u- = 83.117 \text{ kNm}$

Gaya geser akibat beban terfaktor, $V_u+ = 56.235 \text{ kN}$

Gaya geser akibat beban terfaktor, $V_u- = 53.956 \text{ kN}$

- Perhitungan Tulangan

Untuk: $f_c' \leq 28 \text{ MPa}$, $\beta_1 = 0.85$

Untuk: $f_c' > 28 \text{ MPa}$, $\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 = 0.857$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton, $\rightarrow \beta_1 = 0.857$

Rasio tulangan pada kondisi balance, $\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0.0296$
Faktor tahanan momen maksimum, $R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')]$
= 7.5696

Faktor reduksi kekuatan lentur, $\phi = 0.8$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton, $d_s = t_s + \phi + D/2 = 58.00 \text{ mm}$

Jumlah tulangan dalam satu baris, $n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 2.05$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris, $n_s = 2$ bh (2 D16)

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan, $x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 52 \text{ mm}$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan, $y = x = 52 \text{ mm}$

c) Tulangan Momen Positif

Momen positif nominal rencana,

$M_n = M_u + / \phi = 66.497 \text{ kNm}$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton $d' = 58 \text{ mm}$

Tinggi efektif balok,

$d = h - d' = 492 \text{ mm}$

Faktor tahanan momen,

$R_n = M_n * 106 / (b * d^2) = 1.3735$

$R_n < R_{max} \rightarrow (\text{OK})$

Rasio tulangan yang diperlukan:

$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0.00337$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0.00321$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00333$

Rasio tulangan yang digunakan, $\rho = 0.00337$

Luas tulangan yang diperlukan,

$A_s = \rho * b * d = 331 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan yang diperlukan, $n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1.648$

Digunakan tulangan, 2 D 16

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	58.00	116.00
2	0	0	0
3	0	0.00	0.00
Σ	2	$\Sigma [n_i * y_i] =$	116.00

Sumber: Hasil Analisis

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 492.00 \text{ mm}$

$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 34.199 \text{ mm}$

Momen nominal, $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 80.207 \text{ kNm}$

Tahanan momen balok, $\phi * M_n = 64.166 \text{ kNm}$

Syarat: $\phi * M_n \geq M_u +$

$64.166 > 53.197$

AMAN $\rightarrow (\text{OK})$

d) Tulangan Momen Negatif

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton

$d' = 58 \text{ mm}$

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 492 \text{ mm}$

Faktor tahanan momen $R_n = M_n * 106 / (b * d^2) = 2.1460$

$R_n < R_{max} \rightarrow (\text{OK})$

Rasio tulangan yang diperlukan:

$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0.00535$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0.00321$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00333$

Rasio tulangan yang digunakan, $\rightarrow \rho = 0.00535$

Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = \rho * b * d = 527 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan yang diperlukan, $n = A_s / (\pi / 4 * D^2)$
 $n = 2.620$
 Digunakan tulangan, 2 D 16
 Luas tulangan terpakai,
 $A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 402 \text{ mm}^2$

Baris	Jumlah	Jarak	Juml. Jarak
ke	ke	ke	ke * ke
1	2	58.00	116.00
2	0	0	0
3	0	0.00	0.00
Σ	2	$\Sigma (\text{ke} * \text{ke}) =$	116.00

Sumber: Hasil Analisis

Tinggi efektif balok,
 $d = h - d' = 492.0 \text{ mm}$
 $a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b)$
 $a = 34.199 \text{ mm}$
 Momen nominal,
 $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 80.207 \text{ kNm}$
 Tahanan momen balok, $\phi * M_n = 64.166 \text{ kNm}$
 Syarat: $\phi * M_n \leq M_u$
 $64.166 < 83.117 \rightarrow$ **BAHAYA (NG)**

- e) Tulangan Geser Positif
 Gaya geser ultimit rencana,
 $V_{u+} = 56.235 \text{ kN}$
 Faktor reduksi kekuatan geser, $\phi = 0.75$
 Tegangan leleh tulangan geser, $f_y = 280 \text{ MPa}$
 Kuat geser beton, $V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3}$
 $V_c = 88.393 \text{ kN}$
 Tahanan geser beton, $\phi * V_c = 66.295 \text{ kN}$
 $\rightarrow$ Hanya perlu tul. Geser min
 Kuat geser sengkang, $V_s = 56.235 \text{ kN}$
 Digunakan sengkang berpenampang: 2 P 10
 Luas tulangan geser sengkang, $A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 157.08 \text{ mm}^2$
 Jarak Sengkang yang diperlukan: $s = A_v * f_y * d / (V_s * 103) = 384.80 \text{ mm}$
 Jarak sengkang maksimum, $s_{max} = d / 2 = 246.00 \text{ mm}$
 Jarak sengkang ketentuan, $s_{max} = 150.00 \text{ mm}$

Jarak sengkang minimum,
 $s = 3 * A_v * f_y / (b) = 695.73 \text{ mm}$

Jarak sengkang yang harus digunakan, $s = 150 \text{ mm}$
 Diambil jarak sengkang:
 $\rightarrow s = 150 \text{ mm}$
 Digunakan sengkang, 2 P 10 150

- f) Tulangan Geser Negatif
 Gaya geser ultimit rencana,
 $V_{u-} = 53.956 \text{ kN}$
 Faktor reduksi kekuatan geser, $\phi = 0.75$
 Tegangan leleh tulangan geser, $f_y = 280 \text{ MPa}$
 Kuat geser beton, $V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 88.393 \text{ kN}$
 Tahanan geser beton, $\phi * V_c = 66.295 \text{ kN}$
 $\rightarrow$ Hanya perlu tul. Geser min
 Kuat geser sengkang, $V_s = 53.956 \text{ kN}$
 Digunakan sengkang berpenampang: 2 P 10
 Luas tulangan geser sengkang, $A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 157.08 \text{ mm}^2$
 Jarak sengkang yang diperlukan: $s = A_v * f_y * d / (V_s * 103) = 401.05 \text{ mm}$
 Jarak sengkang maksimum, $s_{max} = d / 2 = 246.00 \text{ mm}$
 Jarak sengkang ketentuan, $s_{max} = 150 \text{ mm}$
 Jarak sengkang minimum, $s = 3 * A_v * f_y / (b) = 659.73 \text{ mm}$
 Jarak sengkang yang harus digunakan, $s = 150 \text{ mm}$
 Diambil jarak sengkang:
 $s \rightarrow = 150 \text{ mm}$
 Digunakan sengkang, 2P 10 150

3.1.2. Analisis Rencana Perkuatan Struktur Balok

a. Perhitungan Perkuatan Struktur Balok

Klasifikasi CFRP tipe Fischer Carbon Fiber Sheet FRS-CS N-300. Yang paling tepat dan efektif sebagai penambah kekuatan pada struktur balok.

Perhitungan Perkuatan Balok Menggunakan Fiber – Reinforced Polymer Composite.

a) Perhitungan Balok 550 / 200



Gambar 4.11 Perhitungan Balok 550/200

Sumber : Olahan Penelitian

Rasio = M_x / M_d
 $= 83.1169 / 72.63 = 1.144 > 1$
 Setelah dilakukan perhitungan sebelum perkuatan rasio momen 1.144

→ Membutuhkan Perkuatan

b) Perhitungan Perkuatan 550 / 200



Gambar 4.12 Perhitungan Balok 550/200

Sumber : Olahan Penelitian

Rasio = M_x / M_d
 $= 83.1169 / 92.41$
 $= 0.899 < 1$
 Setelah dilakukan perhitungan perkuatan rasio momen 0.899 → OK.

Kebutuhann CFRP dengan Lebar 100 mm 1 lapis dibagian tulangan momen negative.

3.2. Pembahasan Hasil Analisis Struktur Balok dan Perkuatan Struktur Balok

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Struktur Balok Eksisting

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai analisis pada Bangunan Villa milik PT. Bangun Karya Filadelfia – Bali, dengan dilakukan analisis eksisting struktur Balok dan perkuatan struktur balok dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3.3 Rekapitulasi Kapasitas Struktur Balok Eksisting

Tipe Balok	Lantai	Dimensi	Tulangan		Ratio Aktual	Ratio Aman	Status
			Jumlah (Tump/Lap.)	Diameter			
B23	Lantai 2	550 x 200	2/2	D16	1.114	>	1 NG

Sumber : Olahan Penelitian

Tabel 3.3 diatas menunjukkan bahwa ratio aktual sebesar 1.114 > 1 maka, balok B23 tidak memenuhi izin.

Tabel 3.4 Ratio Perbandingan Momen Ultimate dan Momen Nominal

Tipe Balok	Lantai	Dimensi	$\phi * M_n$	M_u	Keterangan	$M_u / \phi * M_n$
B23	Lantai 2	550 x 200	64.166 kNm	53.197 kNm	Aman	0.82905277
			64.166 kNm	83.117 kNm	Tidak Aman	1.29534333

Sumber : Hasil Analisis SNI 2847-2019

Tabel diatas menunjukkan bahwa ϕM_n sebesar 64.166 kNm maka hasil check manual menggunakan SNI 2847-2019 untuk balok B23 tidak aman

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Struktur Balok Eksisting

Setelah dilakukan perkuatan menggunakan CFRP kapasitas struktur balok dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.5 Rekapitulasi Kapasitas Perkuatan Struktur Balok

Tipe Balok	Lantai	Dimensi	Tulangan		Ratio Aktual	Ratio Aman	Status
			Jumlah (Tump/Lap.)	Diameter			
B23	Lantai 2	550 x 200	2/2	D16	0.899	<	1 OK

Sumber : Olahan Penelitian

Pada balok yang tidak memenuhi kriteria yaitu balok tipe B23, dilakukan perbaikan struktur dengan metode CFRP, kebutuhan CFRP dengan lebar 100 mm dengan 1 lapis dibagian tulangan momen negatif (1/4 panjang balok dari kolom).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai analisis untuk perkuatan pada Bangunan Villa milik PT. Bangun Karya Filadelfia di Kota Denpasar - Bali, dengan

menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis menggunakan software ETABS Ultimate V.21.0.0. menunjukkan ratio aktual sebesar 1.114 (>1) sehingga tidak aman dan kontrol analisis menggunakan Metode SNI 2847-2019 Pasal 10.5.1 didapatkan nilai $\phi M_n = 64.166$ kNm sedangkan $M_u = 83.117$ kNm sehingga tidak aman, menunjukan kekuatan struktur balok B23 eksisting pada lantai 2 tidak memenuhi kriteria.
2. Perkuatan Balok 550/200 (B23); Kebutuhan CFRP dengan lebar 100 mm dengan 1 lapis (100/1) dibagian tulangan momen negatif ($1/4$ panjang balok dari kolom).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chandler, A. M dan Lam, N. 2001. *“Centre For Earthquake Engineering Research (CEER) Department of Civil Engineering. Hongkong: University of Hongkong*
- Djamaluddin. 2016. *“Analisis Hubungan Balok dan Kolom Beton Bertulang”*. Jakarta: Universitas Binus
- Faisal, A. 2005. *“Skenario Terburuk Gempa Sumatera dan Respon Tanah di Kota Medan”*. Medan: Laporan Penelitian UMSU.ADB Loan 1729-INO.
- Kati, R. R. 2016. *“Perilaku Lentur Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Geser Menggunakan Lembaran CFRP”*. Makasar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
- Krawinkler dan Seneviratna. 1998. *“Inelastic Torsion of Multistory Buildings Under Earthquake Excitations”*. Greece: University of Patras.
- Rohmat and Andrian. 2020. *“Damage Analysis of Structure and Architecture in Buildings (Case Study: F Building of Muhammadiyah University)”*. J. Student Teknik Sipil. Vol.2, no. 2, pp. 134-140

EVALUASI KINERJA SIMPANG PUPUT PARITTIGA DI KABUPATEN BANGKA BARAT

Djoko Subagijo

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

Abstrak

Persimpangan merupakan tempat bertemunya arus lalu lintas dari beberapa arah. Pertemuan ini mempunyai karakteristik yang berbeda yang dapat menyebabkan kemacetan dan berpotensi terjadi kecelakaan lalu lintas. Sehingga persimpangan memerlukan suatu pengendalian, dimana disesuaikan dengan karakteristik persimpangan yang meliputi volume lalu lintas, kapasitas persimpangan, derajat kejenuhan, tundaan dan antrian. Suatu persimpangan perlu dilakukan evaluasi secara berkala, mengingat kendaraan tiap tahun selalu bertambah sehingga volume kendaraan juga bertambah. Evaluasi simpang dilakukan dengan perhitungan berdasarkan dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) dengan parameter yang diteliti meliputi volume kendaraan, geometri jalan serta tata guna lahan dan peramalan lalu lintas dengan analisis regresi guna mengetahui laju pertumbuhan arus lalu lintas. Analisis ini meliputi : kapasitas simpang dan kinerja simpang. Hasil dari analisis kinerja simpang digunakan untuk memberikan alternatif solusi dalam meningkatkan kinerja simpang. Berdasarkan hasil analisis kinerja didapatkan nilai kapasitas simpang pada waktu sibuk adalah 2.927,07 smp/jam, dengan volume lalu lintas sebesar 2554 smp/jam. Sehingga menghasilkan kinerja simpang berupa derajat kejenuhan sebesar 0,87, hal ini menandakan bahwa kinerja simpang tersebut sudah jenuh dan perlu perbaikan. Hasil analisis menunjukkan jika hambatan samping berkurang dan pelebaran pada ruas kaki jalan minor dilakukan maka derajat kejenuhan simpang akan turun menjadi 0,78.

Kata kunci : Evaluasi, Kinerja, Simpang

1. PENDAHULUAN

Karakteristik lalu lintas di kabupaten ini meliputi pengaturan lalu lintas dengan arus dua arah dan arus satu arah, sedangkan untuk pengaturan persimpangan memiliki tiga pengaturan simpang, yaitu simpang bersinyal yang dilengkapi dengan alat pemberi isyarat lalu lintas, simpang prioritas, dan simpang tidak bersinyal (uncontrolled).

Sehingga persimpangan memerlukan suatu pengendalian, dimana disesuaikan dengan karakteristik persimpangan yang meliputi volume lalu lintas, kapasitas persimpangan, derajat kejenuhan dan lain-lain.

Simpang puput parittiga adalah salah satu simpang yang dilengkapi alat pemberi isyarat lalu lintas, akan tetapi pada eksisting nya alat pemberi isyarat lalu

lintas ini tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

Seiring dengan bertambahnya aktifitas yang ada di sekitaran simpang tersebut, dimana tata guna lahan pada wilayah tersebut adalah pertokoan dan pasar, sehingga banyak kendaraan parkir pada badan jalan yang menyebabkan hambatan samping yang tinggi dan terjadinya konflik antar kendaraan di persimpangan.

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, akan adanya rencana pembangunan Pelabuhan penyebrangan di simpul Tanjung Ru (Kabupaten Bangka Barat) dan simpul Belinyu (Kabupaten Bangka).

Simpang Puput menjadi salah satu simpang yang terdampak akan pola pergerakan tersebut.

Oleh karena itu perlu adanya pengurangan hambatan samping di persimpangan, membuat jarak pandang bebas di persimpangan dan merubah geomteri simpang untuk menunjang kinerja simpang.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada simpang puput, maka perlu dilakukan penelitian tentang Evaluasi Kinerja Simpang Puput di Kabupaten Bangka Barat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian evaluasi, dimana kinerja persimpangan di evaluasi dengan prosedur kerja sistematis, teratur dan tertib sehingga menghasilkan pemecahan masalah yang terjadi pada penelitian. Variabel yang diteliti adalah kinerja simpang dan alternatif pemecahan masalah. Metodologi yang digunakan adalah observasi dan analisis regresi dimana untuk menilai kinerja simpang berpedoman dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

2.2 Metode Analisis Data

2.2.1 Analisis Kinerja Simpang

Adapun langkah-langkah dalam perhitungan kinerja simpang adalah sebagai berikut:

1. Kondisi Eksisting Simpang

Perhitungan kinerja simpang mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023)³ dimana langkah-langkah dalam menentukan kinerja simpang antara lain:

a. Menghitung kapasitas simpang;

$$C = CO \times FLP \times FM \times FUK \times FHS \times FBKI \times FBKA \times FRMI \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

- Co, Kapasitas dasar
 - FLP, Faktor koreksi lebar pendekat
 - FM, Faktor koreksi median
 - FUK, Faktor koreksi ukuran kota
 - FHS, faktor koreksi hambatan samping
 - FBKI, faktor koreksi belok kiri
 - FBKA, faktor koreksi belok kanan
 - FRMI, faktor koreksi arus jalan minor
- b. Menghitung volume lalu lintas, dimana data dapat diambil dari data primer kemudian dikonversikan dari kend/hari menjadi smp/jam dengan menggunakan nilai EMP sebagai berikut:

Tabel 2.1 nilai EMP

Jenis Kendaraan	EMP	
	$q_{tot} \geq 1000$ kend/jam	$q_{tot} < 1000$ kend/jam
MP	1,0	1,0
KS	1,8	1,3
SM	0,2	0,5

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia³

Keterangan:

- MP, Mobil Penumpang
- SM, Sepeda Motor
- KS, kendaraan sedang

c. Menghitung derajat kejenuhan simpang

$$Dj = q/C \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

- Dj , Derajat Kejenuhan
- q, Kapasitas simpang, dalam smp/jam
- C, semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk ke

dalam simpang dengan satuan
smp/jam

- d. Menghitung tundaan pada simpang
 $T = TLL + TG \dots \dots \dots (3.3)$

Keterangan:

- TLL, Tundaan Lalu Lintas rata-rata
- TG, Tundaan Geometri

Nilai tundaan dapat mengetahui tingkat pelayanan dari suatu simpang. Adapun penentuan tingkat pelayanan berdasarkan tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Rata-rata Tundaan Berhenti (detik/kend)
A	<5
B	5-15
C	16-25
D	26-40
E	41-60
F	>60

Sumber: Peraturan Menteri Nomor 96 tahun 2015¹¹

- e. Menghitung peluang antrian yang terjadi pada simpang.

Batas atas peluang :

$$Pa = 47,71DJ - 24,68 DJ^2 - 56,47 DJ^3 \dots \dots \dots (3.4)$$

Batas bawah peluang:

$$Pa = 9,02DJ + 20,66 DJ^2 - 10,49 DJ^3 \dots \dots \dots (3.5)$$

2. Pertumbuhan Lalu Lintas

Tahapan analisis ini untuk melihat dan menghitung volume kendaraan maupun lalu lintas harian rata-rata pada lima tahun yang akan datang. Peramalan lalu lintas ini menggunakan metode regresi linier sederhana¹² dengan data sekunder dari Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dan Samsat

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, sehingga didapatkan pertumbuhan kendaraan untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas. Adapun langkah-langkah dalam menentukan nilai pertumbuhan lalu lintas adalah sebagai berikut:

a. Regresi Linier dan Korelasi

Regresi linier yang digunakan adalah regresi linier sederhana, dimana bertujuan untuk melihat apakah jumlah penduduk mempengaruhi jumlah kepemilikan kendaraan. Variabel bebas adalah jumlah penduduk (x) dan kepemilikan kendaraan (y)[13]. persamaan regresi sederhana yaitu:

$$y = a + bX \dots \dots \dots (3.6)$$

Dimana, y =garis regresi/variabel respon

a = Konstanta (intersep), perpotongan dengan sumbu vertical

b = konstanta regresi

X = variabel bebas

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan aplikasi *Microsoft excel* dalam membantu menentukan nilai a dan b.

b. Pertumbuhan Penduduk

Untuk mengetahui laju pertumbuhan penduduk menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$i = \sqrt[n]{\frac{Pn}{Po}} - 1 \dots \dots \dots (3.7)$$

Kemudian dilanjutkan dengan menentukan proyeksi pertumbuhan penduduk di tahun berikutnya, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Pn = Po(1 + i)^n \dots \dots \dots (3.8)$$

Pn = Jumlah Penduduk setelah n tahun ke depan

Po = Jumlah Penduduk tahun awal

I = angka pertumbuhan penduduk

n = jangka waktu dalam tahun.

c. Pertumbuhan Lalu Lintas

Pada tahapan ini untuk mencari nilai y pada tahun berikutnya adalah dengan memasukkan persamaan yang telah di dapat pada tahap a. kemudian dilanjutkan dengan mencari laju pertumbuhan lalu lintas yang ada di b.

2.2.2 Analisis Peningkatan Kinerja Simpang

Adapun upaya peningkatan kinerja simpang dapat dilaksanakan dengan dua alternatif yaitu

1. Alternatif I, dengan pengaturan simpang yang sama dengan eksisting, simpang tidak bersinyal
2. Alternatif II, pengaturan simpang dengan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL)

Upaya peningkatan kinerja simpang menggunakan data-data primer dan sekunder yang telah ada. Diberikan solusi sesuai dengan hasil penentuan pengendalian persimpangan. Hal-hal yang diperhatikan dan menjadi landasan dalam solusi pemecahan masalah adalah sebagai berikut:

- Derajat Kejenuhan
- Tundaan
- Peluang Antrian

2.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

2.3.1 Pembahasan Hasil Analisis Kinerja Simpang

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembahasan hasil analisis ini yaitu:

- Penyajian pembahasan hasil analisis ini berupa nilai derajat kejenuhan simpang, tundaan dan antrian. Adapun penyajian nya menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 2.3 Penyajian Hasil Analisis Kinerja Simpang

Indikator	Nilai	Keterangan
Derajat Kejenuhan		
Tundaan		
Peluang Antrian		

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia³

- Merangkum hasil analisis dari data primer maupun sekunder dan menyajikannya.

2.3.2 Pembahasan Hasil Peningkatan Kinerja Simpang

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembahasan hasil analisis ini yaitu:

- Merangkum alternatif yang terbaik yang akan dijadikan solusi dalam pemecahan masalah.
- Penyajian pembahasan berupa perbandingan antara sebelum di evaluasi dan sesudah di evaluasi dengan usulan rekomendasi. Adapun penyajian menggunakan tabel di bawah ini:

Tabel 2.4 Penyajian Hasil Pembahasan Analisis Kinerja Simpang

No	Indikator	Satuan		
		Sebelum	Alternatif I	Alternatif II
1	Derajat Kejenuhan			
3	Tundaan Simpang			
4	Peluang Antrian			

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia³

- Penarikan kesimpulan dan saran yang merupakan hasil dari penelitian ini.

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1 Analisis Kinerja Simpang

a. Kondisi Eksisting Simpang

Untuk mengukur kondisi eksisting simpang, maka perlu dihitung kapasitas simpang dan kinerja simpang. Adapun langkah-langkah dalam menentukan

kondisi eksisting simpang adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas Simpang
2. Kinerja Simpang

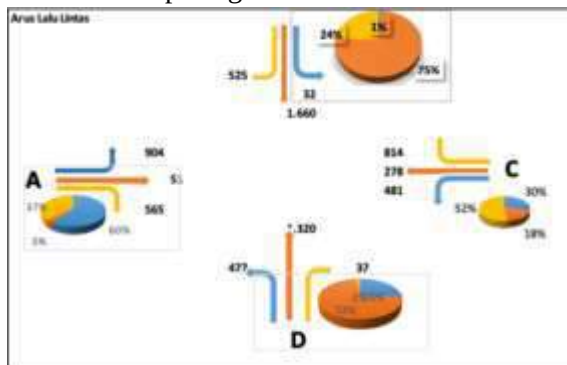
b. Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas

1. Regresi Linier dan Korelasi
2. Pertumbuhan penduduk
3. Pertumbuhan lalu lintas
4. Peramalan lalu lintas

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Kinerja Simpang

Adapun hasil dari Analisa ini adalah untuk melihat kinerja eksisting simpang. Sehingga dapat menjadi tolak ukur dalam menentukan alternatif simpang yang dipilih. Dari hasil olahan data primer diketahui jam sibuk pagi ada di pukul 06.45 – 07.45 WIB dengan volume 2.564 smp/jam. Jam sibuk siang di pukul 11.30 – 12.30 WIB dengan volume 2.333 smp/jam, dan jam sibuk sore terjadi pada pukul 16.15 – 17.15 WIB dengan volume 2.205 smp/jam. Dari ketiga jam sibuk tersebut, yang paling tinggi adalah jam sibuk pagi di pukul 06.45 – 07.45 WIB, sehingga menjadi dasar untuk menghitung kinerja simpang. Adapun arah arus lalu lintas dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1 Arus Lalu Lintas
Sumber: Hasil Olahan data

Adapun hasil analisis eksisting kinerja simpang untuk melihat nilai derajat

kejenuhan simpang, peluang antrian dan tundaan didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 3.1 Nilai Kinerja Simpang Eksisting

Indikator	Nilai	Ket
Derajat Kejenuhan	0,87	>0,85
Tundaan	14,93	B, 5-15 detik
Peluang Antrian	31%-60%	

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan nilai derajat kejenuhan simpang yang lebih besar dari 0,85 maka simpang ini perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan kapasitas melalui salah satu perubahan.

Dikarenakan adanya pembangunan Pelabuhan tanjung Ru maka dilakukan analisis peramalan lalu lintas untuk menilai pertumbuhan lalu lintas pada 10 tahun yang akan datang. Dimana data yang digunakan adalah data pertumbuhan penduduk dan kendaraan. Sehingga didapatkan hasil pertumbuhan lalu lintas sebesar 6%, kemudian dari hasil pertumbuhan lalu lintas ini didapatkan Lalu Lintas Harian yang direncanakan.

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Peningkatan Kinerja Simpang

Setelah dilakukan analisis, kinerja simpang puput sudah melebihi dari nilai yang telah ditentukan. Dimana derajat kejenuhan simpang sudah mencapai 0,87, sehingga perlu adanya peningkatan maupun perbaikan simpang untuk meningkatkan kinerja simpang, sehingga nilai derajat kejenuhan simpang menurun. Adapun alternatif penyelesaian adalah sebagai berikut:

1. Merubah hambatan samping dari sedang ke rendah dan pelebaran jalan pada kaki simpang jalan minor

2. Pengaturan Simpang Dengan Alat Pemberian Isyarat Lalu Lintas (APILL) / Traffic Light, pelebaran jalan pada kaki jalan mayor dan minor, dan perubahan hambatan samping dari sedang ke rendah.

Alternatif peningkatan pada simpang puput telah mendapatkan nilai kinerja simpang yang baru. Berikut ini adalah perbandingan kinerja simpang puput sebelum dan setelah dilakukan peningkatan:

Tabel 3.2 Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum Dan Setelah Analisis

No	Indikator	Kondisi		
		Before	Alternatif I	Alternatif II
1	Derajat Kejenuhan	0,87	0,78	0,80
		>0,85	<0,85	<0,85
2	Tundaan Simpang (det/smp)	14,93	13,1	43,7
		B	B	E
3	Peluang Antrian (%)	31-60	25-50	50,6

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan tabel perbandingan kinerja simpang sebelum dan sesudah analisis dengan dua alternatif, maka alternatif 1 bernilai lebih rendah dari kondisi sebelum dan alternatif II. Pada nilai derajat kejenuhan, alternatif I dan II mempunyai nilai <0,85, hal ini menggambarkan simpang tersebut layak untuk dioperasikan. Tundaan pada simpang dengan isyarat lalu lintas bernilai lebih tinggi dibandingkan dengan simpang yang tidak diberi alat isyarat lalu lintas, hal ini dikarenakan kendaraan terhenti pada saat signal merah sehingga menyebabkan antrian dan tundaan yang panjang. Pelebaran pada masing-masing kaki simpang jalan minor menjadi 10 m, sudah sesuai dengan Peraturan Pemerintah

nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan[5], dimana untuk kolektor primer dengan lebar jalan paling sedikit 9 m dan jalan lokal paling sedikit 7,5 m.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis evaluasi kinerja simpang puput paritiga di kabupaten bangka barat, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil Evaluasi penelitian ini adalah kondisi Alat pemberi isyarat lalu lintas yang tidak aktif dikarenakan pengelolaan yang tidak jelas status kepemilikannya, sehingga APILL terbengkalai. Dikarenakan adanya pembangunan Pelabuhan tanjung Ru maka dilakukan analisis pertumbuhan lalu lintas untuk menilai pertumbuhan lalu lintas, didapatkan hasil pertumbuhan lalu lintas dalam 10 tahun sebesar 6%. Konflik yang terjadi di simpang dikarenakan volume arus kendaraan yang padat pada waktu sibuk sehingga kapasitas jalan sudah jenuh untuk menampung volume kendaraan tersebut. Setelah dilakukan evaluasi dengan panduan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023, nilai derajat kejenuhan simpang puput adalah 0,87 yang dimana artinya rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas sudah jenuh dan perlu adanya peningkatan simpang untuk menurunkan nilai derajat kejenuhan.
- b. Alternatif yang dipilih adalah alternatif I yaitu perubahan hambatan samping dari sedang ke rendah dan pelebaran jalan pada masing-masing kaki simpang jalan minor menjadi 10 m, dinilai lebih efektif dibandingkan dengan alternatif pengaturan simpang APILL. Dimana alternatif I menghasilkan nilai derajat kejenuhan

0,78, yang artinya rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas stabil. Pelebaran simpang sudah sesuai dengan kriteria yang dimuat dalam Peraturan Pemerintah nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, dimana untuk kolektor primer dengan lebar jalan paling sedikit 9 m dan jalan lokal paling sedikit 7,5 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Republik Indonesia UU Nomor 22 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan , Jakarta:Departemen Perhubungan
- C. Jotin Khisty & B. Kent Lall.2003. Dasar-dasar rekayasa transportasi Jilid I Edisi Ketiga.Jakarta:Erlangga
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang Jalan, Jakarta:Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Made Susilawati.2019. Modul Analisis Regresi.
- J. W. R. Supratman, D. Jalan, B. W. Lapian, V. Bawangun, T. K. Sendow, and E. Lintong. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Untuk Simpang.Jurnal Sipil Statik, vol. 3, no. Juni, pp. 422–434, 2015.
- Politeknik Transportasi Darat Indonesia. Pedoman Praktek Kerja Lapangan. 2021
- R. Juniar, T.Guslendra, D.N Sari, A.R Prayuaza & K.Verahaditya. Kabupaten Bangka Barat Dalam Angka 2023. Kabupaten Bangka Barat
- Sugiyono.2010. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung:Alfabeta

KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL SERBUK KAOLIN PADA BATAS KONSISTENSI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF CIKARANG

Yudi Setiawan

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

Abstrak

Tanah merupakan material dasar yang sangat penting dalam bidang konstruksi, sebab pada tanah inilah suatu konstruksi bertumpu. Namun, tidak semua tanah baik digunakan dalam bidang konstruksi, karena ada beberapa jenis tanah dasar yang bermasalah baik dari segi daya dukung tanahnya maupun dari segi penurunan tanahnya. Salah satu jenis tanah yang bermasalah ialah tanah lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang besar dan perilakunya sangat dipengaruhi oleh air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai batas cair dan nilai batas plastis dari tanah lempung ekspansif. Dalam penelitian ini diambil sampel Tanah di Cikarang, Jawa Barat. Berdasarkan hasil penelitian, Tanah lempung ekspansif asli di Cikarang dari uji batas- batas Atterberg mempunyai batas cair (LL) sebesar 109,83 %, batas plastis (PL) sebesar 42,49%, dan indeks plastisitas (IP) sebesar 67,34%, dengan klasifikasi AASTHO merupakan tanah berjenis buruk hingga sangat buruk sedangkan klasifikasi USCS merupakan tanah lempung dengan plastisitas tinggi (CH). Tanah ini memiliki ekspansifitas tergolong tinggi. Dari hasil uji didapat nilai perubahan batas cair tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk Kaolin dengan Campuran 5% sebesar = 108,66%, Campuran 7,5% sebesar = 105,70% dan Campuran 10% sebesar = 105,00%. nilai perubahan batas plastis tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk Kaolin dengan Campuran 5% sebesar = 50,12%, Campuran 7,5% sebesar = 48,78 dan Campuran 10% sebesar = 51,58%.

Kata Kunci: Serbuk *Kaolin*, batas konsistensi, tanah lempung ekspansif.

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur diatasnya. Pada tanah lempung ekspansif terdapat beberapa masalah yang sering terjadi yaitu masalah daya dukung tanah yang rendah dan penurunan yang besar. Hanya tanah yang mempunyai stabilitas baik yang mampu mendukung konstruksi yang besar. Sedangkan tanah yang kurang baik harus distabilisasi terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai pondasi. Kurangnya pemahaman para perencana dan pelaksana terhadap perilaku tanah ekspansif, sering menyebabkan cara pendekatan desain dan metode pelaksanaan yang dipilih kurang begitu tepat. Tanah lempung ekspansif juga memiliki kadar air yang tinggi. Sifat tanah yang tidak menguntungkan perlu dikurangi dengan memberikan perkuatan, penggantian tanah atau pencampuran dengan material lain. Menurut penambahan bahan kimia dapat

mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut lempung ekspansif.

Daya kembang tanah (lempung) ekspansif antara lain tergantung pada jenis dan jumlah mineral, kemudahan bertukarnya ion-ionnya atau disebut kapasitas pertukaran kation serta kandungan elektrolit dan tatanan struktur lapisan mineral (Herina, 2005). Mineral lempung yang menyusun lempung ekspansif umumnya antara lain adalah montmorilonit, illit, dan kaolinit. Dari ketiga jenis mineral tersebut, montmorilonit mempunyai daya kembang terbesar (Grim, 1968; Millot, 1970; Velde, 1995; Moore dan Reynolds, 1997), sehingga kehadirannya diduga merupakan faktor utama yang menentukan sifat ekspansif pada jenis lempung tersebut. Dengan mengetahui kandungan mineralogi yang terkandung dalam tanah/batuan dapat digunakan untuk memperkirakan sifat ekspansif lempung. Beberapa penelitian dilakukan untuk mencari alternatif perbaikan tanah, hal ini

menghadapkan pada suatu pilihan untuk mendirikan bangunan pada lokasi tanah yang kurang menguntungkan bila ditinjau dari segi geoteknisnya. Pada penelitian kali ini, digunakan bahan campuran yang dapat meningkatkan stabilisasi pada tanah lempung ekspansif. Bahan yang digunakan adalah Kaoli yang merupakan mineral tambang dengan kandungan terbanyak berupa SiO_2 . Dengan kandungan SiO_2 pada bubuk Kaolin akan berdampak positif terhadap nilai stabilitas tanah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan cara melakukan kajian eksperimen dengan melakukan penambahan bubuk kaolin terhadap tanah asli, setelah dilakukan uji proctor dan kuat tekan bebas. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi bubuk kaolin. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah Batas Konsistensi Tanah.

Setelah mengetahui jenis penelitian serta variabel yang digunakan, maka metodologi yang digunakan Peneliti yaitu Kajian Eksperimen untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas tanah setelah dilakukan penambahan campuran bubuk kaolin. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil dan Perancangan Institut Budi Utomo Jakarta.

2.2. Metode Analisis Data

Analisis data merupakan suatu langkah yang paling menentukan dari suatu penelitian, karena Analisis data berfungsi untuk menyimpulkan hasil penelitian. Dalam menganalisis dan mengolah data dalam penelitian ini dilakukan beberapa aspek antara lain :

- a. Analisis nilai perubahan batas cair tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk kaolin.
Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair.

Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

- b. Analisis nilai perubahan batas plastis tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk kaolin.

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00.

2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Pada pembahasan hasil analisis ini setelah dilakukan analisis data dengan metode pengujian akan menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah. Dari pembahasan analisis akan dijadikan pembahasan sebagai berikut:

- a. Metode pembahasan hasil analisis nilai perubahan batas cair tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk kaolin.
 1. Nilai batas cair tanah lempung ekspansif + serbuk Kaolin 5%
 2. Nilai batas cair tanah lempung ekspansif + serbuk Kaolin 7,5%
 3. Nilai batas cair tanah lempung ekspansif + serbuk Kaolin 10%
- b. Metode pembahasan hasil analisis nilai perubahan batas plastis tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk Kaolin.
 1. Nilai batas plastis tanah lempung ekspansif + serbuk Kaolin 5%
 2. Nilai batas plastis tanah lempung ekspansif + serbuk Kaolin 7,5%
 3. Nilai batas plastis tanah lempung ekspansif + serbuk Kaolin 10%

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1. Uji Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Selain mencari kadar air dalam tanah, parameter yang dicari pada tanah adalah

berat jenis butir tanah (Gs). Berat jenis tanah merupakan bandingan berat volume tanah dengan berat volum air. Pengujian berat jenis tanah menggunakan standart ASTM D654-92 (1994). Berat jenis tanah dapat ditentukan dengan cara membandingkan antara berat butir tanah tersebut dengan berat air (aquades) yang mempunyai isi sama pada suhu standart. Berat jenis tanah dipengaruhi oleh :

1) Tekstur Tanah

Partikel tanah yang kasar, memiliki nilai berat jenis yang tinggi misalna pasir, ukuran partikel pasir lebih besar daripada ukuran partikel liat sehingga berat jenis pasir lebih tinggi daripada liat dan sebaliknya.

2) Bahan Organik Tanah

Bahan organik tanah merupakan penimbunan dari sisa-sisa tanaman dan binatang yang sebagian telah mengalami pelapukan dan pembentukan kembali. Bahan organik tanah memiliki berat jenis tanah. Semakin banyak kandungan bahan organik tanah, menyebabkan semakin rendahnya berat jenis tanah.



Gambar 3.1 Proses Pengujian Berat Jenis

Sumber data : Dokumentasi Penelitian

Dari hasil pengujian berat jenis tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Kaolin dengan variasi campuran 5%, 7,5% dan 10% maka didapat tabel sebagai berikut :

1. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

Tabel 3.1 Pengujian Berat Jenis Tanah Asli

1	Piknometer Kosong (botol 50ml) (gram)	18,0
2	Piknometer + Aquades Jenuh	68,0
3	Piknometer + Tanah	34,67
4	Piknometer + Tanah + Campuran	0
5	Piknometer + Tanah + Campuran + Aquades (full)	78,70
6	Hasil GS	2,71

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

2. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Dengan Campuran Serbuk Kaolin 5 %

Tabel 3.2 Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran 5%

1	Piknometer Kosong (botol 50ml) (gram)	20,7
2	Piknometer + Aquades Jenuh	69,1
3	Piknometer + Tanah	37,37
4	Piknometer + Tanah + Campuran	42,37
5	Piknometer + Tanah + Campuran + Aquades (full)	82,70
6	Hasil GS	2,65

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Dengan Campuran Serbuk Kaolin 7,5 %

1	Piknometer Kosong (botol 50ml) (gram)	22,9
2	Piknometer + Aquades Jenuh	68,1
3	Piknometer + Tanah	39,57
4	Piknometer + Tanah + Campuran	47,07
5	Piknometer + Tanah + Campuran + Aquades (full)	82,64
6	Hasil GS	2,50

Tabel 3.3 Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran 7,5 %

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

4. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Dengan Campuran Serbuk Kaolin 10 %

Tabel 3.4 Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran Serbuk Kaolin 10%

1	Piknometer Kosong (botol 50ml) (gram)	22,8
2	Piknometer + Aquades Jenuh	68,5
3	Piknometer + Tanah	39,27
4	Piknometer + Tanah + Campuran	49,27
5	Piknometer + Tanah + Campuran + Aquades (full)	84,10
6	Hasil GS	2,42

Sumber : Olahan Penelitian
Mandiri

5. Hasil Rekapitulasi Pengujian Berat Jenis Tanah Asli dan Campuran Serbuk Kaolin
Berdasarkan hasil penjabaran nilai berat jenis pada tabel diatas, maka didapat hasil rekapitulasi nilai berat jenis tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Kaolin sebagai berikut.

Tabel 3.5 Rekap Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

No	Jenis Sampel Tanah	Hasil
1	Tanah Asli	2.71
2	Tanah Asli + Serbuk Kaolin 5%	2.62
3	Tanah Asli + Serbuk Kaolin 7,5%	2.59
4	Tanah Asli + Serbuk Kaolin 10%	2.50

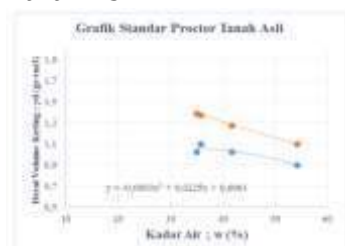
Sumber : Olahan Penelitian
Mandiri

$$G_s = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)}$$

3.1.2. Uji Pemadatan Tanah (Standart Proctor)

Alat utama pengujian proctor adalah cetakan / mould dan alat pemukul tanah. Sample tanah dimasukan kedalam cetakan dengan volume 955,5 cm3 dengan 3 lapisan (atas, tengah dan bawah). Setiap lapisan dipukul dengan alat pemukul sebear 2,5 kg yang dijatuhkan dari ketinggian 12 inci secara jatuh bebas tegak lurus sebanyak 25 kali.

1. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli



Gambar 3.2 Grafik Standar Proctor Tanah Asli

Sumber : Olahan Penelitian

Didapatkan hasil:
MDD = 1,12 gr/cm3

$$OMC = 37,5 \%$$

2. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 5%



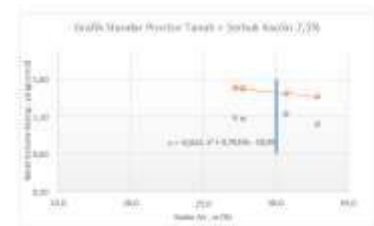
Gambar 3.3 Grafik Standar Proctor Campuran Serbuk Kaolin 5%

Sumber : Olahan Penelitian

Didapatkan hasil:

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

3. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 7,5%



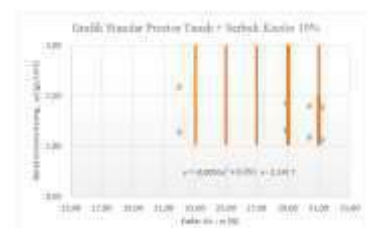
Gambar 3.4 Grafik Standar Proctor Campuran Serbuk Kaolin 7,5%

Sumber : Olahan Penelitian

Didapatkan hasil :

$$\begin{aligned} MDD &= 1,15 \text{ gr/cm}^3 \\ OMC &= 29,5 \%$$

4. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 10%



Gambar 3.5 Grafik Standar Proctor Campuran Serbuk Kaolin 10%

Sumber : Olahan Penelitian

Didapatkan hasil:

MDD = 1,20 gr/cm³

OMC = 25,6 %

5. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Asli dan Campuran Serbuk Kaolin

Berdasarkan hasil penjabaran nilai pemadatan tanah pada tabel diatas, maka didapat hasil rekapitulasi nilai pemadatan tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Kaolin sebagai berikut.

Tabel 3.5 Rekap Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

No	Jenis Sampel Tanah	OMC (%)	MDD (gr/cm ³)
1	Tanah Asli	0.00%	37,5
2	Tanah Asli + Serbuk Kaolin 5.00%	29,3	1,11
3	Tanah Asli + Serbuk Kaolin 7.50%	29,5	1,15
4	Tanah Asli + Serbuk Kaolin 10.00%	25,6	1,20

Sumber: Olahan Penelitian Mandiri

3.1.3. Analisis Nilai Perubahan Batas Cair pada Tanah Lempung Ekspansif Setelah Penambahan Serbuk Kaolin

Adapun data hasil dari pengujian batas cair (liquid limit) pada tanah lempung ekspansif dan dengan penambahan campuran serbuk Kaolin 5%, 7,5% dan 10% di laboratorium. dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut.

1. Pengujian Batas Cair pada Tanah Asli

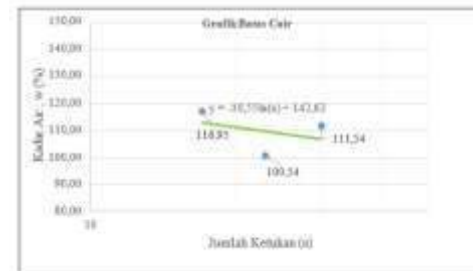


Gambar 3.6 Grafik Pengujian Batas Cair Tanah Asli

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil: LL = 109,83 %

2. Pengujian Batas Cair pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 5%.



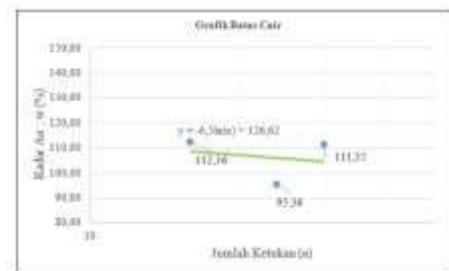
Gambar 3.7 Grafik Pengujian Batas Cair Campuran 5%

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil:

LL = 108,66 %

3. Pengujian Batas Cair pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 7,5 %



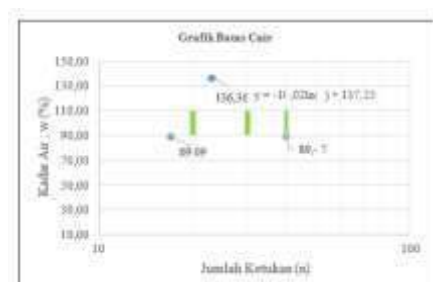
Gambar 3.8 Grafik Pengujian Batas Cair Campuran 7,5%

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil:

LL = 105,70 %

4. Pengujian Batas Cair pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 10 %



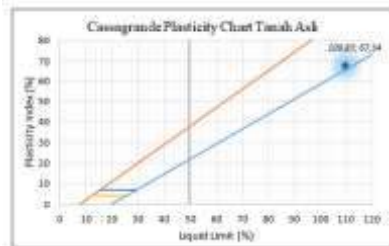
Gambar 3.9 Grafik Pengujian Batas Cair Campuran 10%

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri
Didapatkan hasil:
LL = 105,00 %

3.1.4. Analisis Nilai Perubahan Batas Plastis Pada Tanah Lempung Ekspansif Setelah Penambahan Serbuk Kaolin

Adapun data hasil dari pengujian batas plastis (plastic limit) pada tanah lempung ekspansif dan dengan penambahan campuran serbuk Kaolin 5%, 7,5% dan 10% di laboratorium. dapat dilihat pada tabel dan grafik sebagai berikut :

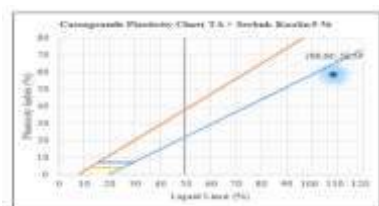
1. Pengujian Batas Cair pada Tanah Asli



Gambar 3.10 Grafik Pengujian Batas Plastis pada Tanah Asli
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil:
PL = 41,49 %

2. Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 5 %

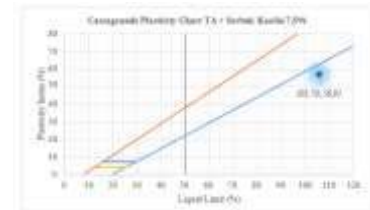


Gambar 3.11 Grafik Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 5%
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil:
PL = 50,12 %

3. Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung Ekspansif

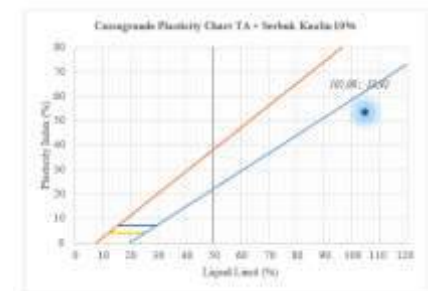
Dengan Campuran Serbuk Kaolin 7,5 %



Gambar 3.12 Grafik Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 7,5%
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil:
PL = 47,78 %

4. Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 10 %



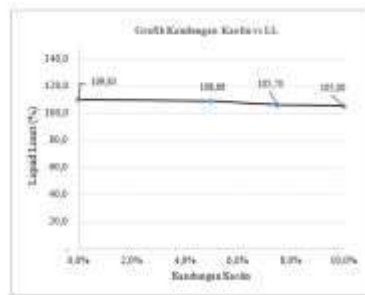
Gambar 4.13 Grafik Pengujian Batas Plastis pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Serbuk Kaolin 10%
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Didapatkan hasil
:PL = 51,58 %

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Nilai Perubahan Batas Cair Tanah Lempung Ekspansif Setelah Penambahan Serbuk Kaolin

Hasil pembahasan analisis nilai perubahan batas cair pada tanah lempung ekspansif menjelaskan rekapitulasi data yang didapatkan dari pengujian batas cair dengan sampel tanah asli ditambah variasi campuran serbuk Kaolin.



Gambar 3.14 Grafik Rekapitulasi Nilai Batas Cair

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Dilihat dari gambar diatas penurunan nilai batas cair terbesar pada variasi campuran serbuk Kaolin 10% dengan nilai 105,00%, Berikut tabel perbandingan batas cair (LL) terhadap peneliti terdahulu:

Tabel 3.6 Perbandingan batas cair terhadap peneliti terdahulu

No	Jenis Sampel tanah	Batas Cair (LL)		
		Peneliti	Erdina	Mirotus
1	Tanah Asli 0.00%	109,83	54,05	65,74
2	Tanah Asli + SK 5%	108,66	52,99	57,66
3	Tanah Asli + SK 7,5%	105,70	51,57	55,20
4	Tanah Asli + SK 10%	105,00	49,83	53,72

Sumber : Olahan Penelitian

dari grafik perbandingan nilai perubahan batas cair tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk Kaolin dengan beberapa perencanaan campuran dari hasil peneliti dan penelitian terdahulu dibawah ini:



Gambar 3.7 Grafik Perbandingan Hasil Batas Cair

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Nilai Perubahan Batas Plastis Tanah Lempung Ekspansif Setelah Penambahan Serbuk Kaolin

Hasil pembahasan analisis nilai perubahan batas plastis pada tanah lempung ekspansif menjelaskan rekapitulasi data yang

didapatkan dari pengujian batas plastis dengan sampel tanah asli ditambah variasi campuran serbuk Kaolin.

Pengujian batas plastis (plastic limit) dilakukan dengan tujuan untuk menentukan batas terendah kadar air ketika tanah dalam keadaan plastis, dan angka Indeks Plastisitas suatu tanah. Atau menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Berdasarkan hasil penjabaran analisis nilai batas plastis, maka didapat hasil rekapitulasi nilai batas plastis pada tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk kaolin sebagai berikut.

Tabel 3.7 Rekapitulasi Nilai Batas Plastis

No	Jenis Sampel Tanah		PL
1	Tanah Asli	0.00%	42,49
2	Tanah Asli + Serbuk Kaolin	5.00%	50,12
3	Tanah Asli + Serbuk Kaolin	7,50%	48,78
4	Tanah Asli + Serbuk Kaolin	10.00%	51,58

Sumber : Olahan Penelitian



Gambar 3.8 Grafik Perbandingan Hasil Batas Plastis

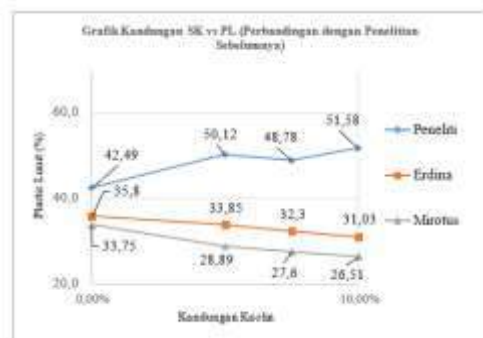
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

Berdasarkan hasil penjabaran analisis nilai batas plastis, maka didapat hasil rekapitulasi nilai Plastic Index pada tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Kaolin sebagai berikut

Tabel 3.8 Perbandingan Batas Plastis Terhadap Peneliti Terdahulu

Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

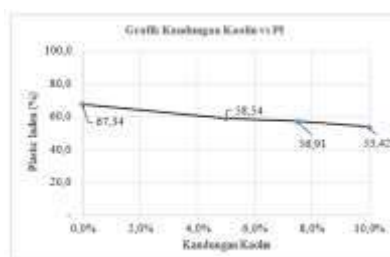
dari grafik perbandingan nilai perubahan batas Plastis tanah lempung ekspansif setelah penambahan serbuk kaolin dengan beberapa perencanaan campuran dari hasil peneliti dan penelitian terdahulu dibawah ini:



Gambar 3.9 Grafik Perbandingan Hasil Batas Plastis

Sumber : Olahan Penelitian

Berdasarkan hasil penjabaran analisis nilai batas plastis, maka didapat hasil rekapitulasi nilai Plastic Index pada tanah lempung ekspansif dengan penambahan serbuk Kaolin sebagai berikut.



Gambar 4.9 Grafik Nilai Pastic Index
Sumber : Olahan Penelitian Mandiri

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian analisis data dan pembahasan yang dilakukan pada Kajian Pengaruh Penambahan Material Serbuk Kaolin Terhadap Batas Konsistensi Tanah Lempung Ekspansif dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai perubahan Batas Cair Tanah Lempung Ekspansif Setelah

No	Jenis Sampel tanah	Batas Plastis (PL)		
		Peneliti	Erdina	Miorus
1	Tanah Asli 0,00%	42,49	35,8	33,75
2	Tanah Asli + SK 5%	50,12	33,85	28,89
3	Tanah Asli + SK 7,5%	48,78	32,3	27,06
4	Tanah Asli + SK 10%	51,58	31,03	26,61

Penambahan Serbuk Kaolin dengan campuran 5% sebesar = 108,66%, Campuran 7,5% sebesar = 105,70% dan Campuran 10% sebesar = 105,00%. Pada setiap penambahan material Serbuk Kaolin menurunkan batas cair taanah lempung tersebut sehingga penambahan material Serbuk Kaolin berpengaruh untuk menurunkan kaar air pada Tanah Lempung Ekspansif

2. Nilai perubahan Batas Plastis Tanah Lempung Ekspansif setelah penambahan Serbuk Kaolin dengan campuran 5% sebesar = 50,12%, Campuran 7,5% sebesar = 48,78% dan Campuran 10% sebesar = 51,58%. Pada nilai batas plastis dari campuran serbuk Kaolin mengalami penurunan dan kenaikan yang karena pengaruh beberapa faktor.

Hasil penelitian menunjukkan tanah di daerah cikarang merupakan tanah lempung ekspansif dilihat nilai Indeks Plastis (Plasticity Index) sebesar 67,34% Tanah yang mempunyai nilai IP >17% masuk kategori lempung dengan sifat plastisitas tinggi (Tanah Lempung Ekspansif).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Herina. 2005. "Kajian Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Fondasi Ekspansif Untuk Bangunan Sederhana". Kolokium & Openhouse Puslitbang Pemukiman, Badan Litbang Dept. Pekerjaan Umum
- Bowles. J. E. 1984. "Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)". Jakarta
- Hardiyatmo. 2006. "Teknik Pondasi I". Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Das, Braja M. 1985. "Mekanika Tanah (Jilid 1) Terjemahan. Jakarta: Erlangga
- Kusumah, H. 2019. "Pengaruh Pemadatan Tanah dengan Variasi Campuran Pasir Pada Uji Kompaksi". Santika 9(2), 961-968

Ajidirman, A. 2005. "Kajian Laju Infiltrasi dalam hubungannya dengan pergerakan bahan liat penyusun tubuh tanah berbahan induk batu liat dan pasir". *Jurnal Solum*, 2(2)

RANCANG BANGUN PURWARUPA SISTEM SMART FARMING UNTUK PERTANIAN HOLTIKULTURA BERBASIS INTERNET OF THINGS (Studi Kasus di Desa Pituruh)

Aji Nurrohman, Shidik Rachmadhi

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

ajinurrohman@itbu.ac.id

Abstrak

Efisiensi operasional dan produktivitas sangat berperan penting dalam bidang pertanian, dimana pada saat ini petani masih melakukan penyiraman dan *Monitoring* secara manual di area lahan pertanian. Dengan memadukan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada bidang pertanian, diharapkan kegiatan pertanian menjadi lebih efektif dan memberikan hasil yang maksimal. Berdasarkan pada identifikasi diatas dapat dirumuskan mengenai sistem pertanian yang sedang berjalan saat ini, merancang sistem otomatisasi penyiraman dan *Monitoring* dengan *Smart Farming* dan bagaimana hasil pengujian rancangan sistem *Smart Farming* yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Jenis penelitian yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode kualitatif untuk pengumpulan data melalui *observasi* dan *Studi Kasus*. Metode kualitatif ini akan dihasilkan rancang bangun purwarupa sistem *Smart Farming*. Dalam rancangan ini, perangkat yang digunakan yaitu ESP 8266 yang telah dipadukan dengan sensor Soil Moisture, sensor DHT 11, sensor DS 18B20, Relay 1 channel, pompa mini Submersible dan Modul LCD I2C 16x2 sebagai *prototype* alat *Smart Farming*. Sistem *Smart Farming* dapat di-*monitoring* melalui *website* yang telah diprogram menggunakan *Framework* Laravel 11. Berdasarkan analisis dan pengujian yang telah dilakukan, sensor-sensor yang ada telah berjalan dengan stabil dan sistem penyiraman tanaman otomatis telah berjalan dengan baik serta sistem *Monitoring* dapat menampilkan nilai *output* sensor secara *real-time*.

Kata kunci: *Internet of Things*, *Smart Farming*, *Monitoring Smart Farming*

1. PENDAHULUAN

Teknologi pertanian cerdas *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) menawarkan alternatif yang lebih efektif guna mendukung upaya peningkatan efisiensi operasional dan produktivitas dalam sektor pertanian. *Smart Farming* atau Pertanian pintar adalah sebuah konsep pertanian yang menggunakan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengelola tanaman dengan tujuan meningkatkan kuantitas dan kualitas produk serta mengoptimalkan penggunaan tenaga manusia dalam proses produksi. Teknologi Pertanian Pintar ini dapat diimplementasikan dengan berbagai bentuk dan berbagai cara seperti memantau kondisi tanaman, tingkat kelembapan tanah, penyemprotan pestisida secara otomatis, dan pemantauan iklim secara langsung. Penerapan sistem *Smart Farming* berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) ini petani dapat melakukan pemantauan melalui *platform web*

memungkinkan petani untuk mengatasi berbagai masalah yang dihadapi melalui Teknologi Digital dan mengoptimalkan jumlah kunjungan yang diperlukan. *Internet of Things* (IoT) adalah Perangkat pintar yang dapat memantau, berkomunikasi, dan menafsirkan informasi dari lingkungan mereka secara *real-time*. *Internet of Things* (IoT) yang dihasilkan dapat mengumpulkan data yang berarti dan juga optimalisasi sistem (Ulfada, E., Nurfiana, N., & Handayani, R. D, 2022). *Internet of Things* (IoT) menggunakan pemrograman agar dapat menghasilkan interaksi antar mesin tanpa adanya campur tangan manusia. Interaksi tersebut terus memanfaatkan konektivitas internet yang terkoneksi secara terus menerus. Sensor IoT mampu melakukan pemantauan kelembaban tanah, kadar pH tanah, dan kualitas udara. Teknologi IoT juga dapat digunakan untuk mengotomatisasi sistem penyiraman pada lahan pertanian.

Kendati sudah banyak sistem *Smart Farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang beredar di berbagai *market*, masih terdapat beberapa hambatan yang harus dihadapi. Seperti, pemilihan sensor yang sesuai, metode pengumpulan data yang lebih akurat dan efisien, serta pengembangan design *platform web* yang lebih *simple*, mudah di akses dan lebih mudah dipahami oleh pengguna.

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, skripsi ini bertujuan untuk menghadirkan Solusi yang efektif dan efisien terhadap berbagai hambatan yang ada dengan cara merancang, mengembangkan, dan menguji Rancang bangun Purwarupa Sistem *Smart Farming Internet of Things* (IoT). Disamping itu, skripsi ini akan mencakup penjelasan tentang metodologi pengembangan sistem yang diterapkan, pemilihan sensor yang sesuai, dan bagaimana teknologi IoT digunakan untuk menghubungkan sensor-sensor tersebut ke dalam sebuah *platform web*. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan sumbangan berarti untuk meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas pada sektor pertanian di Indonesia, hingga dapat membantu petani guna mempermudah dalam pengambilan Keputusan dikala menghadapi berbagai masalah.

2. METODOLOGI

2.1 Jenis Penelitian

Metode kualitatif adalah pendekatan penelitian yang menekankan pemahaman mendalam terhadap suatu fenomena atau masalah melalui pengumpulan data, analisis, dan *interpretasi* data non-numerik. Metode kualitatif mencakup berbagai jenis teknik pengumpulan data dalam penelitiannya seperti *Etnografi*, *studi kasus*, *studi dokumen*, observasi, *Grounded theory*, *Fenomenologi*. Pada metode kualitatif, tidak ada rumus matematis yang pasti untuk diterapkan pada setiap penelitian, hal itu karena metode ini sangat bergantung pada jenis data yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penggunaan metode kualitatif dalam penelitian bertujuan

untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang fenomena sosial dan budaya.

2.2 Kerangka Penelitian

Kerangka Penelitian adalah alur pemikiran yang disusun secara sistematis sebagai sarana mengaplikasikan berbagai model konseptual untuk menjelaskan bagaimana teori berkaitan dengan faktor-faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah dalam topik penelitian. Kerangka penelitian biasanya berisi suatu gambaran atau rencana mengenai langkah-langkah yang akan ditempuh oleh peneliti dalam rencana penelitiannya.



Gambar 1 : Kerangka Penelitian
Sumber : Hasil Penelitian

2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian Eksperimental. Metode penelitian eksperimen adalah pendekatan untuk memahami dampak dari perlakuan tertentu terhadap objek yang diteliti. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang memiliki sifat prediktif, yakni memprediksi dampak dari suatu manipulasi terhadap variabel terikat. Penelitian ini umumnya dilakukan dengan hipotesis yang sudah ditetapkan sebelumnya, yang

kemudian diuji kebenarannya melalui tindakan atau kondisi yang terkontrol.

2.4 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk pengumpulan data yaitu dengan melakukan observasi lapangan secara langsung. Peneliti akan berperan sebagai pengumpul, pengolah, dan penganalisis data karena dalam penelitian kualitatif diperlukan kesesuaian dan keberlanjutan informasi. Pada tahap ini peneliti akan melakukan pengamatan objek secara langsung dan mendetail untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai objek yang akan diteliti. Objek yang akan peneliti amati adalah salah satu tanaman Hortikultura yang ada di desa Pituruh.



Gambar 2 : Dokumentasi Pertanian
Cabai di desa Pituruh
Sumber : Hasil Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Sistem Usulan

Setelah menganalisis masalah, diusulkan untuk merancang sebuah sistem dalam bentuk prototype. Berikut adalah gambaran dari sistem yang akan dirancang :



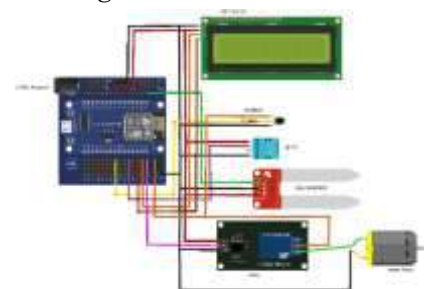
Gambar 3 : Flowchart sistem yang diusulkan

Sumber : Hasil Penelitian

3.2 Perancangan Sistem

Setelah analisis sistem dilakukan, diperoleh data yang menggambarkan permasalahan tersebut sehingga dapat dirancang sistem sebagai solusi. Sistem yang dibuat yaitu sistem Smart Farming berbasis *Internet of Things (IoT)*

3.2.1 Perancangan Prototype Alat Smart Farming



Perancangan prototype alat sistem Smart Farming dibuat dengan menghubungkan sensor DHT 11, Sensor Soil Moisture, Sensor temperature DS18B20, Relay 1 Channel dan Modul I2C LCD 16x2 dengan NodeMCU ESP 8266.

Gambar 4 : Skematik Rancangan
Prototype Alat Smart Farming

Sumber : Hasil Penelitian

Pada gambar tersebut diatas *Prototype* dirancang dengan menghubungkan komponen-komponen sistem menggunakan kabel jumper dengan *NodeMCU ESP 8266* sebagai otak utama yang

mengatur dan menyimpan program yang telah di-input.

3.2.2 Perancangan Website Monitoring

Monitoring atau bisa disebut pemantauan adalah tindakan berkala untuk mengumpulkan informasi dan menilai perkembangan menuju tujuan dari suatu program, dengan fokus utama pada proses perubahan untuk memberikan hasil yang lebih baik. Monitoring memberikan informasi pokok untuk menanggapi suatu masalah yang terjadi. Informasi mengenai kondisi pengukuran dan evaluasi sapat diselesaikan secara kontinu dari waktu ke waktu. Monitoring biasanya dilakukan untuk tujuan khusus, entah itu untuk memeriksa proses suatu objek atau mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan manajemen tertentu. Hal ini melibatkan penilaian efek dari berbagai tindakan untuk mendukung pengelolaan yang sedang berlangsung. (Gunawan, I. K. W., 2021).

Website Monitoring dirancang menggunakan UML (Unified Modeling Language), adalah alat atau model yang digunakan untuk merancang pengembangan perangkat lunak berbasis object-oriented. UML juga menetapkan standar untuk membuat blueprint sistem, yang mencakup konsep proses bisnis, definisi kelas dalam bahasa pemrograman tertentu, skema basis data, dan komponen yang diperlukan dalam sistem perangkat lunak.

UML dapat dimanfaatkan untuk visualisasi, spesifikasi, konstruksi, dan dokumentasi berbagai komponen dalam sistem perangkat lunak ERD (Entity-Relational Diagram) dan digunakan Software Figma sebagai

perancangan User Interface (UI). (Sonata, F, 2019).

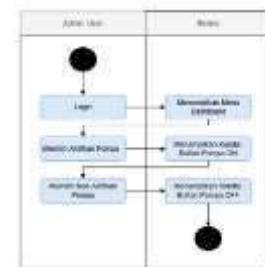
1) UML Sistem *Monitoring*



Gambar 5 : Use Case Diagram
Admin dan User

Sumber : Hasil Penelitian

Pada Gambar di atas terdapat dua aktor utama yaitu Admin dan User. Admin memiliki hak untuk mengakses seluruh fitur utama pada sistem monitoring seperti, tampilan Dashboard, data User, Setting dan Logout. Sedangkan aktor User hanya dapat mengakses tampilan dan Logout saja.



Gambar 6 : Activity Diagram

Admin dan User untuk
penyiraman Manual

Sumber : Hasil Penelitian

Merupakan Activity Diagram Admin dan User dalam melakukan aktivasi pompa penyiraman tanaman melalui website monitoring. Pada gambar di atas Admin ataupun User melakukan login ke sistem terlebih dahulu, sistem akan menampilkan menu utama yaitu Dashboard, kemudian Admin ataupun User memilih Aktifkan

pompa penyiraman maka sistem akan melakukan aktivasi Button pompa menjadi ON yang dimana sistem juga melakukan penyiraman pada tanaman melalui pompa penyiraman. Setelah penyiraman dirasa cukup, Admin ataupun User memilih untuk Non-aktifkan pompa penyiraman, maka sistem akan merubah kondisi Button pompa semula ON menjadi OFF sekaligus menghentikan proses penyiraman tanaman.

3.2.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Metode ini menjelaskan bagaimana hasil analisis dari sebuah perencanaan sistem dapat berguna untuk memudahkan petani dalam memecahkan masalah yang sedang dihadapi. Perencanaan yang terstruktur merupakan metode pengembangan sistem yang mengikuti model prototype yang telah dirancang. Dengan demikian, diharapkan dapat mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Prototype sistem yang dibuat dapat menjadi acuan perancangan sistem yang lebih kompleks dalam pengelolaan teknis di pertanian.
2. Sistem Monitoring ini dibuat untuk mempermudah petani dalam pemantauan kondisi tanaman sekaligus penyiraman tanaman otomatis guna meningkatkan produktivitas serta manajemen waktu yang lebih efektif.
3. Sensor-sensor yang ada dalam sistem dapat mempercepat aliran informasi dengan memberikan nilai-nilai yang aktual dengan kondisi pertanian kedalam database yang kemudian akan

ditampilkan pada Website sistem monitoring.

3.3 Hasil Perancangan Alat Sistem Smart Farming

Hasil perancangan alat merujuk pada penggunaan rangkaian prototype alat Smart Farming yang telah dibuat untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja dengan baik seperti rancangan yang telah dibuat.



Gambar 7 : Hasil perancangan prototype alat Smart Farming

Sumber : Hasil Penelitian

3.4 Hasil Sistem Monitoring

Hasil dari sistem Monitoring Smart Farming ini akan ditampilkan pada Website yang telah terintegrasi dengan database dan juga NodeMCU ESP 8266. Fitur utama pada sistem monitoring ini berupa Dashboard yang dimana tampilan dari Dashboard adalah nilai output dari sensor dan juga kondisi pompa penyiraman yang dikirim oleh NodeMCU ESP 8266 secara real-time.

Website Monitoring ini dapat diakses oleh dua role yang berbeda yaitu role Admin (administrator) dan juga role User (pengguna biasa). Untuk melakukan Monitoring, pengguna terlebih dahulu akan diarahkan pada form Login dimana pada form ini pengguna diminta untuk mengisi dua tabel input data yaitu Email dan Password yang sudah terdaftar pada database. Setelah proses Login dilakukan, website akan melakukan verifikasi data yang telah ter-input apakah yang melakukan proses login memiliki role Admin ataukah role User. Selanjutnya Website akan menampilkan

menu Dashboard sebagai interface untuk melakukan sistem Monitoring.

3.5 Alur Pengujian Prototype Sistem

Setelah melakukan pengujian pada prototype sistem, hasilnya dapat digambarkan melalui diagram alur uji coba berikut ini :



Gambar 8 : Alur Pengujian Prototype
Sumber : Hasil Penelitian

Uji coba prototype dilakukan perangkaian manual dengan menghubungkan antar komponen menggunakan kabel jumper dan ditemukan kendala pada sensor DHT 11 yang tidak mau terkoneksi dengan NodeMCU ESP 8266 yang diindikasikan pada Indikator power sensor DHT 11 tidak menyala dan pada saat verify pada Arduino IDE terjadi error. Alhasil penulis harus mengganti sensor DHT 11 dengan yang baru. Ditemukan juga kendala pada Modul I2C LCD 16x2 dimana tampilan LCD yang tampak buram pada saat menampilkan nilai sensor, sehingga penulis mengganti input kabel Jumper dari Modul LCD I2C yang semula dipasang di tegangan 3.3V pada Board NodeMCU ESP 8266 diganti pada posisi tegangan yang lebih besar yaitu 5V. Alhasil Modul LCD I2C 16x2 menjadi tampak nyata saat penampilan nilai sensor.

3.6 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian prototype yang telah dibuat dan analisis yang mencakup perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan untuk mengevaluasi apakah sistem berfungsi sesuai dengan desain yang direncanakan.

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian pada sensor Soil Moisture, Sensor DHT 11, Sensor DS 18B20. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan menancapkan sensor soil moisture pada media tanah yang telah disediakan untuk mendapatkan nilai output kelembaban tanah pada tanaman. Dilakukan juga pengujian kepekaan pembacaan sensor DHT 11 terhadap peningkatan kelembaban udara dengan menyalakan api di dekat sensor secara berulang-ulang. Pengujian sensor selanjutnya adalah sensor DS 18B20 untuk mendapatkan nilai output dari suhu tanah, pengujian dilakukan dengan menempatkan sensor di dekat akar tanaman atau di dalam tanah di sekitar tanaman.

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian pada Relay 1 Channel dan juga pompa mini submersible. Pengujian dilakukan dengan menempatkan sensor soil moisture pada kondisi tanah basah dan juga pada kondisi tanah kering. Pada kondisi tanah basah sensor membaca nilai dari tingkat kelembaban tanah lebih dari 40%, maka Relay otomatis tidak akan berjalan atau dalam kondisi OFF. Pada kondisi tanah kering sensor membaca nilai dari tingkat kelembaban tanah kurang dari 40%, maka relay akan otomatis berganti pada posisi ON yang kemudian akan menghidupkan pompa mini submersible untuk proses penyiraman tanaman secara otomatis. Proses penyiraman otomatis akan terus berlangsung sampai pada sensor soil moisture mendeteksi nilai tingkat kelembaban tanah dalam kondisi 100%.

Pengujian berikutnya yaitu pengujian pada LCD 16x2 yang

digunakan untuk menampilkan nilai output dari sensor soil moisture, sensor DHT 11, sensor DS 18B20 dan juga kondisi pada pompa yang telah terkoneksi dengan relay 1 Channel. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengujian ulang pada sensor dan kondisi pompa yang kemudian LCD akan menampilkan kondisi pada masing-masing perubahannya.

Pengujian terakhir adalah pengujian pada Website Monitoring yang digunakan untuk penampilan data secara real-time. Pengujian dilakukan dengan mengganti interval refresh pengambilan data pada database yang kemudian akan ditampilkan pada Website Monitoring. Selain itu dilakukan juga pengujian pada sistem penyiraman otomatis yang ditampilkan pada Website Monitoring menjadi sistem penyiraman manual. Pengujian dilakukan dengan mengganti kondisi pompa penyiraman yang ada di tampilan Dashboard Website pada kondisi ON yang kemudian data perubahan akan dikirim ke NodeMCU ESP 8266 untuk di-eksekusi. Selanjutnya, NodeMCU ESP 8266 mengirimkan sinyal ke relay yang kemudian akan mengaktifkan pompa untuk melakukan penyiraman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian pada sistem Monitoring Smart Farming berbasis Internet of Things (IoT), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter kesuburan tanaman holtikultura yang akan dimonitoring oleh sistem Smart Farming berbasis *Internet of Things (IoT)* meliputi beberapa aspek penting. Parameter-parameter ini mencakup kelembaban tanah, suhu udara, kelembaban udara, dan status pompa air. Monitoring parameter-parameter ini secara real-time menggunakan sensor IoT memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan efisien, sehingga dapat memberikan informasi yang relevan bagi petani untuk mengambil tindakan yang tepat dalam mengelola tanaman holtikultura.
2. Perancangan sistem Smart Farming berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk pertanian holtikultura melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, diperlukan identifikasi kebutuhan dan parameter penting yang harus di-monitoring, seperti kelembaban tanah, suhu udara dan kelembaban udara. Kemudian, dilakukan pemilihan dan penempatan sensor yang tepat di lahan pertanian untuk mengumpulkan data tersebut secara real-time. Selanjutnya, dilakukan pengembangan sistem dengan Model *Waterfall* yang berisi tahapan-tahapan dalam pengembangan sistem Monitoring Smart Farming.
3. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem Smart Farming berbasis *Internet of Things (IoT)* pada sub bab 4.5.1, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat telah berhasil memenuhi tujuan utama dalam memantau dan mengelola kondisi pertanian secara real-time. Sistem mampu mengumpulkan data, memantau dan mengelola parameter penting seperti kelembaban tanah, suhu udara, kelembaban udara dan kondisi pompa. Database dapat menyimpan data sensor sesuai pengaturan Interval pengiriman data yang diatur pada program *NodeMCU ESP8266*. Database nilai sensor dan kondisi pompa sudah dapat ditampilkan pada *Website Monitoring* secara real-time sesuai pengaturan interval waktu pengambilan data pada *Website*. *NodeMCU ESP8266* memberikan respon yang baik ketika pengguna mengubah *button* pompa penyiraman pada *Dashboard* yang ditampilkan

pada *Website Monitoring* pada posisi
ON.

DAFTAR PUSTAKA

- Ulfada, E., Nurfiana, N., & Handayani, R. D. (2022, August). Perancangan Desain Ui/Ux Pada Implementasi Sistem Kontrol Smart Farming Berbasis Internet Of Things (Iot). In Prosiding Seminar Nasional Darmajaya (Vol. 1, Pp. 145-155).
- Gunawan, I. K. W. (2021). Pemantauan Kelembaban Padi Dengan Memanfaatkan Sensor Kelembaban Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Portal Data*, 1(3).
- Sonata, F. (2019). Pemanfaatan Uml (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer. *Jurnal Komunika: Jurnal Komunikasi, Media Dan Informatika*, 8(1), 22

KAJIAN VARIASI PROSENTASE *FLY ASH* TERHADAP KUAT TEKAN BETON BERPORI

Ike Oktaviani

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

Abstrak

Dalam dunia konstruksi hal pembangunan infrastruktur terus mengalami peningkatan. penyebab terjadinya banjir di Jakarta karena berkurangnya daerah resapan air akibat didirikannya bangunan secara terus menerus. Pada hasil penelitian mandiri diperoleh nilai optimum pada kuat tekan beton porous di trial mix 04 dengan penggunaan *Fly Ash* 30% dan hasil akhir kuat tekan memperoleh nilai optimum pada mutu 22,22 Mpa. Pada hasil penelitian mandiri diperoleh nilai optimum pada laju alir beton porous di trial mix 01 dengan penggunaan *Fly Ash* 0% dan hasil akhir laju alir memperoleh nilai 176,51 L/m²/Menit. Pada hasil kuat tekan dengan 5 variasi dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak prosentase *Fly Ash* maka nilai kuat tekan akan semakin tinggi, diperoleh nilai kuat tekan optimum pada variasi prosentase penggunaan *Fly Ash* 30% dengan nilai kuat tekan 22,22 MPa, melebihi dari target rencana mutu yaitu 15 Mpa. Pada hasil pengujian laju alir berbanding terbalik dengan hasil kuat tekan, semakin banyak prosentase *Fly Ash* maka semakin sedikit kelolosan laju air, hasil yang didapat dengan perolehan kelolosan air tertinggi terdapat pada variasi prosentase *Fly Ash* 0%, dengan nilai optimum 176,51 L/m²/menit untuk ketebalan 30 cm. Semakin banyak *Fly Ash* maka akan semakin sedikit rongga untuk aliran air, akan tetapi semakin banyak *Fly Ash* maka akan semakin padat benda uji yang dapat menghasilkan nilai kuat tekan meningkat.

Kata kunci : *Fly Ash*, beton porous, kuat tekan, laju alir, nilai optimum

1. PENDAHULUAN

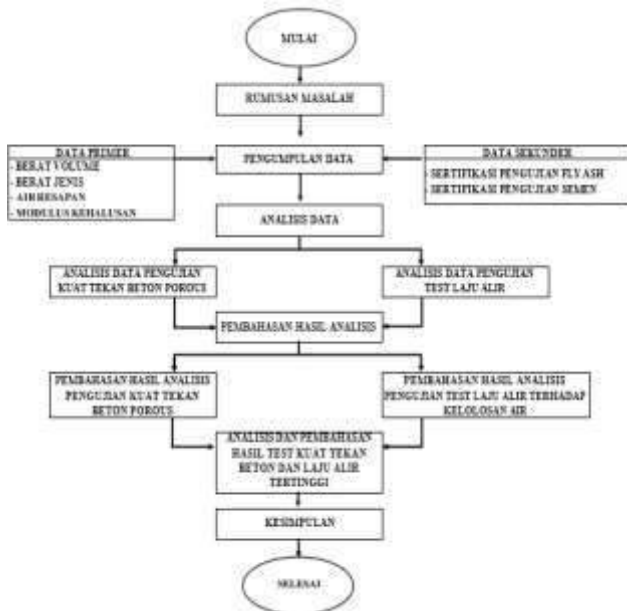
Dalam dunia konstruksi hal pembangunan infrastruktur terus mengalami peningkatan. Hal ini terbukti dengan banyaknya infrastruktur dari pemerintah yang selalu meningkatkan pembangunan untuk kepentingan masyarakat Indonesia. Adanya pembangunan infrastruktur menyebabkan fungsi alih lahan banyak terjadi, oleh karena itu kapasitas untuk lahan penyerapan air menjadi rendah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan penutup lahan yang kedap terhadap air. Keadaan ini sangat memicu terjadinya musibah banjir. Menteri Negara Lingkungan Hidup (Men-LH), Rachmat Witoelar, menyebutkan penyebab terjadinya banjir di Jakarta karena berkurangnya daerah resapan air akibat didirikannya bangunan secara terus menerus. Berbagai macam inovasi dan terobosan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan dilakukannya pengaplikasian beton berpori. Beton berpori merupakan beton khusus yang digunakan sebagai pelat beton atau lantai beton yang dapat meloloskan air hujan dan air dari sumber lain, sehingga mengurangi

limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah (Siswanto, Ari. 2012).

Solusi yang dapat digunakan untuk membantu manusia memperoleh lingkungan untuk tinggal yang lebih baik, bukan hanya untuk saat ini tetapi juga untuk yang akan datang sangatlah dibutuhkan. Salah satu masalah lingkungan yang harus diprioritaskan di Indonesia sendiri adalah dalam pengolahan air, khususnya pengolahan saluran-saluran air. Dimana dampak dari pentingnya penghijauan dan pengolahan air yang buruk adalah bencana banjir yang sangat sering terjadi pada saat musim penghujan datang. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam dunia konstruksi untuk menyelesaikan masalah ini adalah dengan mengaplikasikan cara pembangunan yang ramah lingkungan. Sehingga dilakukannya penelitian serta uji coba untuk mencari metode yang baik dengan produk konstruksi yang ramah lingkungan dilakukan. Salah satu hasil dari penelitian yang dilakukan untuk merealisasikan konstruksi ramah lingkungan adalah dengan menggunakan beton berpori.

2. METODOLOGI

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



Gambar 1. Kerangka Pemikiran
Sumber : Analisis Mandiri (2024)

Metode penelitian adalah langkah-langkah yang diambil oleh peneliti untuk mengumpulkan data atau informasi untuk diolah dan dianalisis secara ilmiah.

1. Metode Pengumpulan Data

Sebuah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai pengujian yang akan dilakukan, teknik pengumpulan data ini dilakukan agar pengujian yang akan dilakukan benar-benar mempunyai dasar yang kuat, teori-teori yang didapat dari sejumlah referensi, buku petunjuk praktikum, dan jurnal ilmiah dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini. Adapun data yang diperoleh antara lain :

1.Data Primer

Data primer yang diperoleh ini ialah data hasil pengujian mandiri material split.

2.Data Sekunder

Data-data sekunder yang diperoleh dalam penelitian ini ialah :

1.Sertifikasi hasil pengujian material Fly Ash yang didapat langsung dari PLTU Indramayu.

2.Sertifikasi hasil pengujian material semen yang didapat langsung dari PT. Solusi Bangun Indonesia.

3. Data pengujian yang dilakukan ialah

a. Split :

- Berat Volume
- Berat Jenis
- Air Resapan
- Modulus Kehalusan

b. Pengujian kuat tekan beton porous.

c. Pengujian laju alir.

2. Metode Analisis Data

Analisis pada penelitian merupakan analisis data statistik kuantitatif, yaitu analisis yang menghasilkan data berupa angka. Data yang telah didapat akan dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis regresi dan dibahas sehingga dapat diperoleh kesimpulan.. Pada penelitian ini melakukan analisis data sebagai berikut :

a. Analisis data kuat tekan optimum pada beton porous untuk variasi prosentase Fly Ash 0%, 10%, 20%, 30%, 40%

Pengujian pada benda uji untuk pengujian kuat tekan beton ialah terbagi menjadi 2 pengujian, pengujian pertama pada sample benda uji ketika umur 7 hari, dan yang terakhir akan dilakukan pada umur sample mencapai 28 hari.

b.Analisis data laju alir optimum pada beton porous untuk variasi prosentase Fly Ash 0%, 10%, 20%, 30%, 40%

Pada pengujian laju alir ini akan dilakukan ketika benda uji sudah mencapai umur 28 hari, agar mendapatkan hasil yang maksimal maka pada pengujian laju alir hanya dilakukan pada umur 28 hari.

c.Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah dilakukan analisis data, maka dilakukan pembahasan hasil analisis sebagai berikut:

d.Pembahasan Hasil Analisis kuat tekan optimum pada beton porous untuk variasi prosentase Fly Ash 0%, 10%, 20%, 30%, 40%

Pada pembahasan hasil kuat tekan beton akan diperoleh analisis data statistik pada tiap tiap mix desain, keseluruhan mix desain akan disandingkan mulai dari pengetesan umur benda uji 7 hari dan umur 28 hari, setelah disandingkan maka akan menghasilkan grafik yang sesuai dengan pola beton porous, juga dapat menghasilkan nilai optimumnya pada kuat tekan beton porous.

f. Pembahasan Hasil Analisis laju alir optimum pada beton porous untuk variasi prosentase Fly Ash 0%, 10%, 20%, 30%, 40%

Untuk pembahasan pada pengujian laju alir ini akan memperoleh berapa nilai kelolosan air disetiap mix desain. Akan dilakukan perbandingan dengan penelitian terdahulu.

Beton porous merupakan beton khusus yang digunakan sebagai pelat beton sehingga air hujan dan air dari sumber lain dapat lolos, sehingga dapat meningkatkan muka air tanah dan mengurangi limpasan permukaan (Wuryati Samekto & Candra Rahmadiyanto, 2001).

Beton porous terdiri dari campuran air, agregat kasar dan semen dan sedikit atau tidak sama sekali menggunakan agregat halus. Beton porous memiliki rongga yang dapat meloloskan air. Volume rongga yang terjadi pada beton porous antara 15% hingga 35% (Adi, Prasetya. 2013).

Volume rongga dan kuat tekan beton porous dipengaruhi oleh jenis agregat yang digunakan. Agregat kasar pada campuran beton dapat menggunakan agregat ukuran seragam, maupun kombinasi dari beberapa ukuran.

Berdasarkan ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete beton porous memiliki nilai slump yang mendekati nol, bahan pembuat beton porous yang terdiri dari semen portland, air, kerikil, sedikit atau tidak ada pasir, dan dapat digunakan bahan tambah lainnya. Campuran bahan-bahan ini akan menghasilkan bahan yang mengeras dan memiliki pori-pori. Ukuran agregat kasar dapat digunakan mulai dari ukuran 0,08 hingga 0,32 in. (2 mm hingga 8 mm), dengan

tujuan agar air dapat melewati rongga dengan mudah. Pori-pori pada beton porous bernilai antara 15% hingga 35%, dengan kekuatan tekan khas 400 hingga 4000 psi (2,8 hingga 28 MPa). Tingkat laju alir yang dapat tembus pada beton porous akan bervariasi berdasarkan ukuran agregat dan kerapatan campuran, tetapi umumnya akan jatuh ke dalam jarak dari 2 hingga 18 gal./min/ft² (81 hingga 730 L / mnt / m²) atau 192 hingga 1724 in./h (0,14 hingga 1,22 cm / s). Beberapa jenis bahan tambah yang dapat digunakan dalam pembuatan beton porous misalnya Fly Ash untuk menggantikan semen

Portland pada beton, karena mempunyai sifat pozzolani. Selain itu dapat digunakan retarder yang berfungsi mencegah pengerasan beton yang terlalu cepat. Beton porous sering diaplikasikan pada perkerasan jalan, karena untuk mengurangi terjadinya gelincir. Selain itu beton porous juga berfungsi untuk mengurangi suara bising. Beton porous juga diaplikasikan untuk lapangan parkir dan jalan pejalan kaki serta jalan umum yang membutuhkan beban lalu lintasnya rendah hingga sedang. Beton Porous juga memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain:

- a. Low Shrinkage, yaitu penyusutan total beton porous pada saat mengeras. Tingkat penyusutan beton porous lebih cepat jika dibandingkan dengan beton padat biasa. Bahaya retak beton porous lebih kecil jika dibandingkan dengan beton biasa.
- b. Light Weight, dihasilkan beton yang ringan, karena agregat yang digunakan ringan.
- c. Thermal insulation, yaitu beton porous dapat mereduksi panas.
- d. Eliminated segregation, kecil terjadinya segregasi atau pemisahan agregat.
- e. Reduce cement demand, kebutuhan semen yang sedikit, karena tidak menggunakan pasir maka semen tidak digunakan menyelimuti permukaan.
- f. Simple, cara pembuatannya yang mudah dan tidak membutuhkan waktu yang lama.

- g. Sound insulation, dapat mengurangi suara bising.
- h. Environment Friendly, beton yang mudah meloloskan air dan dapat digunakan sebagai sumur resapan sehingga meningkatkan resapan ke dalam tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data Pengujian Kuat Tekan

- Angkat benda uji dari bak curing satu hari sebelum pengetesan, agar benda uji mendapatkan hasil yang maksimal.
- Membuat tagging untuk penanda tiap tiap mix benda uji.
- Menimbang terlebih dahulu bobot benda uji.
- Mencatat bobot benda uji pada tagging yang sudah dipersiapkan.
- Setelah benda uji ditimbang, dilanjutkan untuk di caping diarea permukaan menggunakan material blerang yang dimasak, agar permukaan benda uji rata, dan mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimal.
- Meletakkan benda uji pada mesin kuat tekan dalam posisi tegak lurus, apabila posisi tidak tegak lurus dikhawatirkan tidak mendapatkan hasil yang maksimal, maka dari itu pastikan benda uji dalam posisi tegak lurus.
- Menjalankan mesin kuat tekan sampai benda uji retak atau hancur.
- Mencatat hasil pengujian yang tertera pada mesin kuat tekan.

3.2 Analisis Data Pengujian Laju Alir

- Menyiapkan benda uji dan perlatan seperti bak air, stopwatch, plastik warpping, lilin malam dan ayakan mesh 1 ½.
- Benda uji dibungkus dengan menggunakan plastik wrapping, alas dan permukaan tetap dibiarkan terbuka.
- Melapisi permukaan benda uji dengan menggunakan lilin malam setinggi ± 5 cm.
- Meletakkan ayakan mesh 1 ½ ke dalam bak air dengan posisi terbalik.
- Meletakkan benda uji diatas ayakan mesh 1 ½.
- Mengaliri air melalui permukaan benda uji sebanyak 1 liter.
- Menghitung aliran air sebanyak 1liter menggunakan stopwatch.
- Setelah air mengalir sebanyak 1liter maka stopwatch dihentikan lalu mencatat hasilnya.

Setelah mendapatkan hasil pada analisis data kuat tekan beton ditiap-tiap prosentase Fly Ash selanjutnya akan dibuatkan rata rata agar dapat dijadikan grafik dalam ke lima Mix Desain lalu dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Pada hasil penelitian mandiri diperoleh nilai optimum pada kuat tekan beton porous di trial mix 04 dengan penggunaan Fly Ash 30% dan hasil akhir kuat tekan memperoleh nilai optimum pada mutu 22,22 Mpa.

Tabel 1. Hasil analisis kuat tekan umur 7 hari beton porous

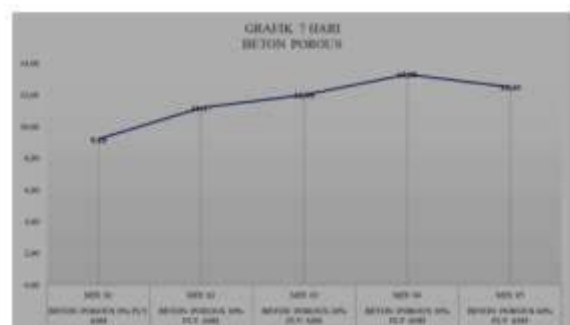
Hasil Kuat Tekan 7 Hari				
No	Variasi Mix	Nilai KN	Nilai Mpa	Rata Rata (Mpa)
1	Fly Ash 0%	144,8	8,19	9,18
		178,5	10,10	
		163,5	9,25	
2	Fly Ash 10%	184,2	10,42	11,17
		204,0	11,54	
		203,7	11,53	
3	Fly Ash 20%	238,2	13,48	11,98
		171,1	9,68	
		225,8	12,78	
4	Fly Ash 30%	225,1	12,74	13,28
		260,5	14,74	
		218,6	12,37	
5	Fly Ash 40%	168,7	9,55	12,49
		299,9	16,97	
		193,3	10,94	

Sumber : Hasil penelitian mandiri 2023

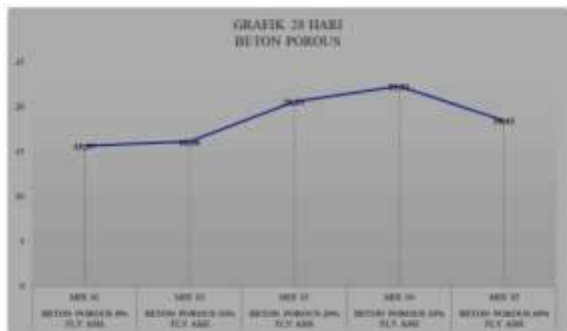
Tabel 2. Hasil analisis kuat tekan umur 28 hari beton porous

Hasil Kuat Tekan 28 Hari				
No	Variasi Mix	Nilai KN	Nilai Mpa	Rata Rata (Mpa)
1	Fly Ash 0%	274,9	15,56	15,57
		270,7	15,52	
		276,9	15,84	
2	Fly Ash 10%	272,0	15,45	16,06
		261,6	14,50	
		287,0	16,24	
3	Fly Ash 20%	366,1	20,72	20,53
		344,1	19,67	
		378,5	21,41	
4	Fly Ash 30%	332,8	18,27	22,22
		465,6	26,35	
		389,5	22,04	
5	Fly Ash 40%	364,4	20,62	18,42
		284,5	16,12	
		327,4	18,53	

Sumber : Hasil penelitian mandiri 2023



Gambar 1 Grafik kuat tekan beton porous 7 hari
Sumber : Hasil penelitian mandiri 2023



Gambar 2 Grafik kuat tekan beton porous 28 hari Sumber : Hasil penelitian mandiri 2023

Tabel 4. Hasil analisis data pengujian laju alir keseluruhan

Mixtrial	Volume Air (L)	Waktu (menit)	Laju Alir (L/m ² /menit)	Retensi (L/m ² /menit)
MIX 01 0% FLY ASH	1	0.412	17.48	176.51
	1	0.390	17.148	
	1	0.287	22.28	
	1	0.390	17.34	
	1	0.390	17.34	
MIX 02 10% FLY ASH	1	0.390	17.34	101.87
	1	0.390	17.34	
	1	0.390	17.34	
	1	0.390	17.34	
	1	0.390	17.34	
MIX 03 20% FLY ASH	1	0.485	14.32	80.15
	1	0.382	17.32	
	1	0.382	17.32	
	1	0.382	17.32	
	1	0.382	17.32	
MIX 04 30% FLY ASH	1	1.278	44.51	91.15
	1	0.781	17.43	
	1	0.781	17.43	
	1	0.781	17.43	
	1	0.781	17.43	
MIX 05 40% FLY ASH	1	0.800	17.12	71.81
	1	0.800	17.12	
	1	0.800	17.12	
	1	0.800	17.12	
	1	0.800	17.12	

Sumber : Hasil penelitian mandiri 2023

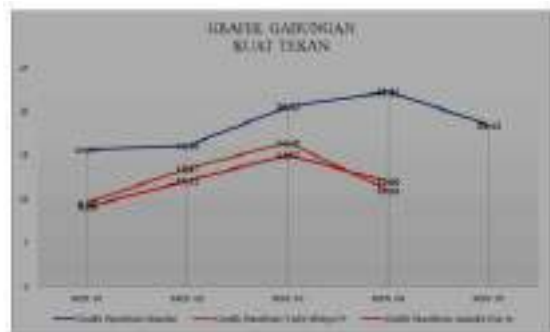
Tabel 3 Data hasil kuat tekan penelitian terdahulu

Nama Penelitian	Jenis Kajian	Variasi	Kuat Tekan (Mpa)
Yulia Wahyu Ningtyas	Sika Superplasticizer	0%	9,52
		0,3%	13,47
		0,6%	16,45
		0,8%	10,95
Aninda Nur Aulia	Admixture Sika	0 L/m ³	9,10
		10 L/m ³	12,12
		17,5 L/m ³	14,97
		25 L/m ³	12,00

Sumber : Hasil penelitian kuat tekan beton terdahulu



Gambar 4. Grafik hasil analisis data pengujian laju alir | Sumber : Hasil penelitian mandiri 2023



Gambar 3 Grafik hasil kuat tekan gabungan Sumber : Otahan penelitian mandiri 2023

Tabel 5. Data hasil laju alir penelitian terdahulu

Nama Penelitian	Jenis Kajian	Variasi	Laju Alir (L/m ² /Menit)
Yulia Wahyu Ningtyas	Sika Superplasticizer	0%	814,071
		0,3%	622,168
		0,6%	486,891
		0,8%	587,781
Aninda Nur Aulia	Admixture Sika	0 L/m ³	620,909
		10 L/m ³	732,727
		17,5 L/m ³	697,273
		25 L/m ³	752,727

Sumber : Otahan data penelitian terdahulu

Setelah mendapatkan hasil pada analisis data laju alir di tiap-tiap prosentase *Fly Ash* selanjutnya akan dibuatkan rata rata agar dapat dijadikan grafik dalam ke lima *Mix Desain* lalu dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Pada hasil penelitian mandiri diperoleh nilai optimum pada laju alir beton porous di trial mix 01 dengan penggunaan *Fly Ash* 0% dan hasil akhir laju alir memperoleh nilai 176,51 L/m²/menit

4. KESIMPULAN

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

1. Pada hasil kuat tekan dengan 5 variasi dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak prosentase *Fly Ash* maka nilai kuat tekan akan semakin tinggi, diperoleh nilai kuat tekan optimum pada variasi prosentase penggunaan *Fly Ash* 30% dengan nilai kuat tekan 22,22 MPa, melebihi dari target rencana mutu yaitu 15 Mpa.
2. Pada hasil pengujian laju alir berbanding terbalik dengan hasil kuat tekan, semakin banyak prosentase *Fly Ash* maka

semakin sedikit kelolosan laju air, hasil yang didapat dengan perolehan kelolosan air tertinggi terdapat pada variasi prosentase Fly Ash 0%, dengan nilai optimum 176,51 L/m²/menit untuk ketebalan 30 cm.

3. Semakin banyak Fly Ash maka akan semakin sedikit rongga untuk aliran air, akan tetapi semakin banyak Fly Ash maka akan semakin padat benda uji yang dapat menghasilkan nilai kuat tekan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Siswanto, Ari. 2012. Fungsi semen secara umum, Tipe PCC. Politeknik Negeri Sriwijaya : Laporan Akhir.*
- Wuryati Samekto & Candra Rahmadiyanto, 2001. Teknologi Beton,. Kanisius, Yogyakarta*
- Adi, Prasetya. 2013. Kajian jenis agregat dan proporsi campuran terhadap kuat tekan dan daya tembus beton porous. Skripsi Universitas Mataram*

ANALISIS PENGARUH OFFLINE WASHING KOMPRESOR DAN TURBIN TERHADAP KINERJA TURBIN GAS GT 2.3 Di PT X TANJUNG PRIOK

Indra Widarmadi

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

Abstrak

Di Indonesia kebutuhan daya listrik meningkat setiap tahunnya, hal ini diakibatkan kebijakan pemerintah dalam penyediaan daya listrik yang ingin menjangkau seluruh daerah. Dalam merespon perubahan kebutuhan listrik, maka terjadi perubahan pada jumlah suplai bahan bakar, jumlah suplai udara pembakaran, serta kinerja dan efisiensi dari pembangkit. Pengaruh dari kegiatan *overhaul* menyebabkan but terjadinya perbedaan performa atau kinerja pada tiap unit turbin meskipun beroperasi dengan beban yang sama. Kinerja yang berbeda pada setiap unit turbin dapat berdampak pada perbandingan biaya produksi dan efisiensi dari pembangkit itu sendiri. Pembangkit listrik tenaga gas uap menjadi pilihan utama dalam power industri karena memiliki *efisiensi thermal* cukup tinggi hingga 55% dan cepat dalam proses penyalan awal. Permasalahan yang sering terjadi pada gas turbin berasal dari kompresor. Debu yang masuk dalam kompresor akan menjadi kerak akibat rambatan panas dari *combustor*. Untuk memperbaiki keadaan kompresor dibutuhkan pengecekan keseluruhan (inspeksi) dengan mematikan gas turbin dalam jangka waktu yang cukup panjang. Selain inspeksi, bisa dilakukan penanganan secara *offline washing*. Prosedur *offline washing* yakni menggunakan air yang dicampur dengan bahan kimia disemprotkan melalui *nozzle* ke turbin yang berputar di 20-30% dari putaran operasi normal. *Offline washing* mampu mengembalikan performa mesin yang hilang akibat kotoran dan kerak. Selain mampu memperbaiki performa, *offline washing* mampu mengurangi konsumsi bahan bakar dalam durasi cukup panjang. Untuk mengetahui lebih jauh dampak offline washing dilakukan pengamatan pada beban minimum dari Gas Turbin 2.3 di PT X Tanjung Priok.

Kata kunci : *Offline Washing*, *Gas Turbin*, Efisiensi, kinerja, *Overhaul*

1. PENDAHULUAN

Penambahan jumlah manusia yang berakibat pada penambahan tempat tinggal penduduk merupakan salah satu pemicu kenaikan besarnya permintaan akan listrik yang tersebar di seluruh wilayah. Untuk mencukupi permintaan kebutuhan tersebut, pemerintah Indonesia melakukan program pembangkitan listrik 35000 MW. Pembangunan ini tidak hanya untuk Pembangkitan Listrik Tenaga Uap (PLTU) namun juga Pembangkitan Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Nilai efisiensi pada PLTG ini akan berkurang jika tidak dilakukan perawatan yang maksimal secara berkala. Salah satu bagian yang rentan terjadi kerak dan berdebu dari PLTG yakni kompresor. Kerak dan kotoran tersebut akan mengurangi performa dan nilai efisiensi sehingga dibutuhkan treatment khusus untuk mencegah hal tersebut yakni dengan *offline washing* yang merupakan suatu proses pembersihan menggunakan air yang dicampur dengan bahan kimia disemprotkan melalui nosel ke

turbin yang berputar di rpm 20-30% dari putaran operasi normal.

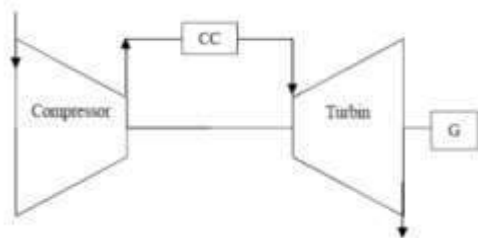


Gambar 1. Turbin Gas GT 2.3 (1)
(Sumber: FARR Company & ABB, 1992)

Prinsip kerja turbin gas yakni udara bertekanan tinggi diubah menjadi energi mekanik yang akan menggerakkan sudu dan poros generator yang tersambung dengan turbin. Akibat perputaran poros, energi mekanik akan dikonversikan menjadi energi listrik di generator. Bagian turbin yang berputar disebut rotor atau roda turbin dan bagian turbin yang diam disebut stator atau

rumah turbin. Rotor memutar poros daya yang menggerakkan beban.

GT 2.3 merupakan turbin gas siklus terbuka dimana fluida kerja (udara) dikompresikan dari udara bebas, kemudian mengalami proses pembakaran di ruang bakar, berekspansi di Turbin dan akhirnya keluar lagi ke udara bebas walaupun terbentuk gas sisa pembakaran atau dengan kata lain sistem ini terbuka terhadap udara bebas. Berikut adalah skema siklus terbuka:



Gambar 2. Blok Diagram Turbin siklus terbuka (Sumber: Moran, Michael J. & Shapiro, Howard N. *Fundamental of engineering*, 2006) (2)

Udara melalui kompresor dihisap dan dikompresi hingga tekanan tertentu lalu disalurkan. Dalam sistem udara bakar terdapat sistem pengambilan udara, udara yang diambil adalah bersih guna mencegah *fauling* yang akan menyebabkan penurunan daya keluaran, kerusakan mesin dan *malfunctions*. Pada kompresor ABB GT 2.3 jumlah udara yang masuk berada dikisaran 403 m³/s. Pada saat *start-up* dan *shut-down*, udara masuk ke *bleed valve* baris ke 4,8 dan 12 pada kompresor. Ini berfungsi untuk membuang sebagian udara kompresi ke udara bebas selama proses *start up* dan *shut down*. Hal ini untuk mencegah *rotating stall* (aliran terputus-putus di sepanjang sudu kompresor dimana bersamaan itu pula timbulnya tegangan kelelahan/stress pada sudu kompresor) yang menyebabkan kerusakan atau kegagalan pada kompresor.



Gambar 3. Photo sudu kompresor (3) (Sumber: *Performance Test Codes 10. Compressors and Exhausters. An American national standard*, 1997) (3)

Sistim pembakaran pada GT 2.3 sering

menggunakan bahan bakar berupa gas. Sistem bahan bakar gas telah terintegrasi ke dalam sistem proteksi pembangkit secara keseluruhan dengan demikian katup *trip* akan segera menghentikan aliran bahan bakar ke *burner* bila terjadi suatu hal yang *emergency*.



Gambar 4. Tampilan POS (Program Auto Start) Sistem bahan bakar pada GT 2.3 (sumber : Penelitian)

Dalam perhitungan gas harus diketahui terlebih dahulu berat molekul dan nilai Cp. Dari berat gas tersebut maka bisa ditentukan nilai massa jenis gas yang di dalam ASME PTC 22 [4] dinyatakan dengan:

$$\rho_{fb} = \frac{MW_{gas} \times P_{standar}}{Z_{fuel} \times R \times T_{fuel}} \quad (1.1)$$

Dimana :

ρ_{fb} = Massa jenis bahan bakar (lb/ft³)

MW_{gas} = Molecular Weight gas

$P_{standar}$ = Pressure standar gas (kPa)

Z_{fuel} = Faktor kompresi bahan bakar

R = Konstanta gas (J/mol^oK)

T_{fuel} = Temperature bahan bakar gas (°K)

Setelah mengetahui nilai massa jenis gas bisa ditentukan laju aliran massa gas.

$$\dot{m}_{bahanbakar} = Flowrate_{bahanbakar} \times \rho_{fb} \quad (1.2)$$

Dimana :

$\dot{m}_{bahanbakar}$ = Massa bahan bakar (kg/s)

$Flowrate_{bahanbakar}$ = Kecepatan fluida bahan bakar gas (Nm³/h)

ρ_{fb} = Massa jenis bahan bakar (lb/ft³)

Setelah mengetahui massa bahan bakar maka bisa ditentukan nilai Air Fuel Ratio (AFR). Air fuel ratio adalah perbandingan udara dengan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Bahan bakar tidak dapat terbakar tanpa adanya udara. Bahan bakar atau natural gas yang dipakai dalam pembakaran sesuai

dengan ketentuan karena jika terlalu banyak tidak bisa meningkatkan tenaga yang dihasilkan dan jika terlalu sedikit maka udara bisa memadamkan nyala api (5).

$$W_{\text{netto}} + \text{Losses} = (\dot{m}_{\text{udara}} + \dot{m}_{\text{fb}}) \times (h_3 - h_4) - \dot{m}_{\text{udara}} \times (h_2 - h_1) \dots (1.3)$$

Dimana :

W_{netto} = Daya netto (kJ/s)

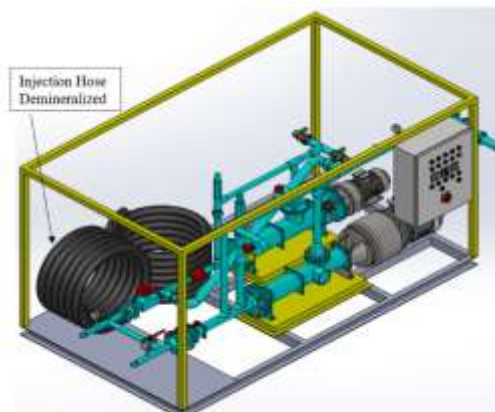
$\dot{m}_{\text{udara}}$ = Massa udara (kg/s)

$\dot{m}_{\text{fb}}$ = Massa bahan bakar (kg/s)

h_i = Heat Transfer (W/m²)

Offline Washing pada gas turbin terjadi dengan kondisi gas turbin sedang tidak beroperasi (*no load*) dan putaran turbin di kisaran rpm 20-30% dari putaran normal. Untuk pelaksanaan *Offline washing* perlu diperhatikan mengenai kondisi katup-katup di dalam Gas Turbin dan beberapa parameter antara lain:

1. Temperatur *exhaust* harus lebih rendah dari 70°C
2. Function Grup Combustion Chamber Off
3. Fuel supply gas dan liquid Off
4. Blow Off valve closed



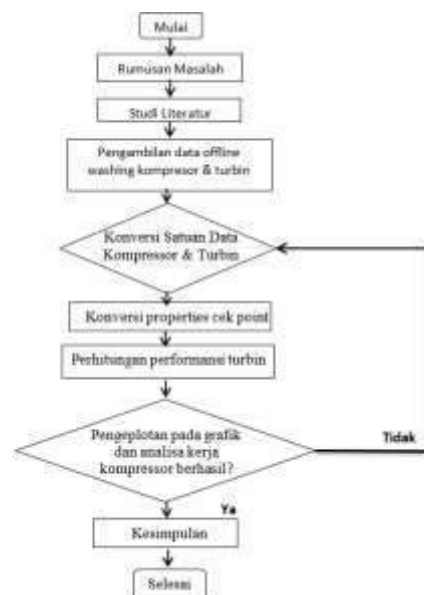
Gambar 5. Gambar *offline washing machine*
(Sumber : Digambar solidwork penelitian)

2. METODOLOGI

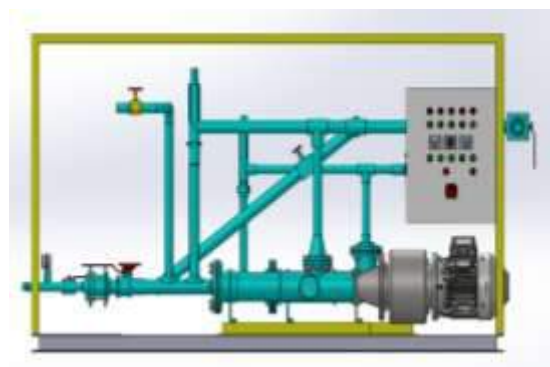
Start Gas Turbine dengan menekan Tombol ON pada panel Control Lokal Wash, poros Turbin akan berputar dan lampu tanda Start akan berkedip cepat, pada waktu putaran turbin mencapai 720 rpm lampu tanda akan berhenti berkedip (lampu menyala penuh). Kemudian tekan Tombol Off, untuk

menurunkan putaran poros turbin. Start Gas Turbine dapat dilakukan dari Modul (koordinasikan dengan Operator dan Pemeliharaan Instrumen Control). Start Injection of Cleaning pada putaran 400 rpm dengan menekan tombol Wash (pada panel Washing Trolley) sehingga Water Pump dan Chemical Cleaner Pump Running. Setting timer 30 –35 detik. Atur aliran Chemical, 40 liter/menit dengan mengatur valve. Ulangi Injection Chemical pada 200 rpm dan 100 rpm. Tunggu selama 30 menit (The Soaking Periode) (6).

Pada gambar 6 ditunjukkan diagram alir proses pengujian



Gambar 6. Diagram alir penelitian
(Sumber : Penelitian)



- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Reset | 10. Offline washing off |
| 2. Flow alarm Pump 1 | 11. Selector manual / auto offline washing |
| 3. Flow Alarm Pump 2 | |
| 4. Motor trip Alarm | |
| 5. Control Voltage | |
| 6. Pump 1 on | |
| 7. Pump 2 on | |
| 8. Offline washing time | |
| 9. Offline washing on | |

Gambar 7. Panel kontrol *Offline Washing*

Dengan tata cara prosedur yang sudah baku didapat data daya (MW) untuk jam berbeda seperti ditunjukkan pada table 1 berikut :

Tabel 1. Data Operasional GT 2.3 waktu tertentu

Parameter	Pagi (08.00)	Siang (12.00)	Malam (19.00)
Daya (MW)	85,5	114,0	84,2
Laju Gas (m ³ /h)	23,7	29,5	23,7
Gas Pressure (bar)	23,9	23,4	23,8
Temperatur Masuk Kompresor (T1 °C)	32,1	35,8	35
Tekanan Masuk Kompresor (P1 atm)	1	1	1
Temperatur Keluar Kompresor (T2 °C)	395	405	390
Tekanan Keluar Kompresor (P2 Bar (G))	9,9	11,5	9,7
Temperatur Masuk Turbin / TIT (T3 °C)	984	1071	994
Temperatur Keluar Turbin / TAT (T4 °C)	506	541	514

(sumber : Penelitian)

Dari data di atas dapat dilihat terjadi penurunan daya dari 85,5,0 MW ke 84,2 MW dengan konsumsi bahan bakar relative sama sebesar 23,7 m³/h dimana komposisi bahan bakar dapat dilihat pada table 2 berikut :

Tabel 2. Komposisi bahan bakar gas GT 2.3

Komponen	Komposisi (%)	Molecular weight	K = (Cp/Cv)	Cp (kJ/kg.K)
Methane	90,0567	16,043	1,3040	2,2200
Ethane	3,3777	30,070	1,1870	1,7500
Propane	1,0652	44,097	1,1300	1,6700
Carbon Dioxide	4,4454	44,010	1,2890	0,8440
Nitrogen	0,2805	28,013	1,4000	1,0400
i-butane	0,2731	56,108	1,0940	1,6700
n-butane	0,2537	58,124	1,0950	1,6750
i-pentane	0,1090	72,151	1,0700	0,1600
n-pentane	0,0720	72,151	1,0700	0,1670
Hexanes	0,0662	86,178	1,0600	0,1650

(sumber : Penelitian)

Dengan demikian dilakukan offline washing untuk menaikkan efisiensi daya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan offline washing, kemudian data2 dihitung menggunakan formulasi dalam tabel 3. Formulasi perhitungan mengacu kepada buku "Fundamental of engineering Thermodynamics karangan Michael J. Moran dan Howard N. Saphiro.". Dengan cara yang sama dilakukan beberapa pengambilan data kemudian dihitung dan diperbandingkan.

Tabel 3. Contoh perhitungan efisiensi daya setelah offline washing.

Perhitungan Efisiensi	Rumus	Hasil Perhitungan
State 1 & State 2	$\dot{Q}_1 = \frac{\dot{m}_{air} \cdot h_{air,1} - \dot{m}_{air} \cdot h_{air,2}}{T_1 - T_{amb,1}} + \dot{Q}_{cool,1}$	$\dot{Q}_1$ (kJ/kg) 301,0771 452,5653
Kompresi isentropic state 2	$T_{2s} = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$	T_{2s} (K) 385,875
State 3 & State 4	$\dot{Q}_3 = C_p \cdot T_3$	$\dot{Q}_3$ (kJ/kg) 1843,5725
Kompresi isentropic state 4	$T_{4s} = T_3 \left(\frac{P_4}{P_3} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$	T_{4s} (K) 832,052
Perhitungan $\dot{W}_{kompresor}$	$\dot{W}_{kompresor} = \dot{m}_{air} (h_{2s} - h_1) + \dot{Q}_{cool,1}$	$\dot{W}_{kompresor}$ (kg/s) 4,966
Perhitungan perbandingan jenis bahan bakar gas	$\dot{W}_{kompresor} = \dot{m}_{air} (h_{2s} - h_1) + \dot{Q}_{cool,1}$	AIR (Air Fuel Ratio) 2,7
Perhitungan $\dot{W}_{kompresor}$	$\dot{W}_{kompresor} = \dot{m}_{air} (h_{2s} - h_1) + \dot{Q}_{cool,1}$	$\dot{W}_{kompresor}$ (kg/s) 124,13
Perhitungan kerja kompresor	$\dot{W}_{kompresor} = \dot{m}_{air} (h_{2s} - h_1) + \dot{Q}_{cool,1}$	$\dot{W}_{kompresor}$ (kJ/s) 43397,443
Perhitungan kerja turbin	$\dot{W}_{turbin} = \dot{m}_{gas} (h_3 - h_{4s})$	$\dot{W}_{turbin}$ (kJ/s) 12971,02148
Perhitungan daya netto	$\dot{W}_{netto} = \dot{W}_{turbin} - \dot{W}_{kompresor}$	$\dot{W}_{netto}$ (kJ/s) 86319,8718
Perhitungan losses	$\dot{W}_{netto} = \dot{W}_{turbin} - \dot{W}_{kompresor}$	Losses (kJ/s) 919,9718
Efisiensi isentropic kompresor	$\eta = \frac{h_2 - h_{2s}}{h_2 - h_1}$	η 73,384
Efisiensi Thermal	a. HeatInput $\dot{W}_{heatinput} = \dot{m}_{air} \cdot C_p \cdot (T_3 - T_1)$	HeatInput (kJ/s) 282481,211
	b. HeatRate $\dot{W}_{heatrate} = \frac{\dot{W}_{netto}}{\dot{W}_{heatinput}}$	HeatRate 3,3878
	c. $\eta_{thermal} = \frac{\dot{W}_{netto}}{\dot{W}_{heatinput}}$	$\eta_{thermal}$ (%) 31,231
	$\eta_{thermal} = \frac{\dot{W}_{netto}}{\dot{W}_{heatinput}}$	

Tabel 4. Data sebelum dan sesudah offline washing

Urutan	Satuan	Beban	Washing Offline		
			Sebelum	Sesudah	GAP
Pagi	Efisiensi Thermal	%	29,90	29,92	0,021
	Heat Rate	KJ/kWh	3,3439	3,3415	-0,0024
	Konsumsi Gas	kkal	25,7	24	0,3
	Beban	kWh	85500	86700	1200
Siang	Efisiensi isentropic Kompresor	%	50,167	49,933	-0,234
	Efisiensi Thermal	%	31,95	33,13	1,204
	Heat Rate	KJ/kWh	3,1317	3,0179	-0,1138
	Konsumsi Gas	kkal	29,5	30,4	0,9
Malam	Beban	kWh	114000	122900	8900
	Efisiensi isentropic Kompresor	%	51,454	52,262	0,748
	Efisiensi Thermal	%	29,44	30,211	0,791
	Heat Rate	KJ/kWh	3,3866	3,3077	-0,0888
	Konsumsi Gas	kkal	23,4	23,9	-0,5
	Beban	kWh	84200	85400	1200
	Efisiensi isentropic Kompresor	%	51,6	55,16	1,56

(Sumber : Data Penelitian)

Dari perbandingan di atas diketahui bahwa nilai efisiensi setelah offline washing naik hingga 1 % untuk beban puncak (>120 MW) dan 0,7 % untuk beban rendah (84-88 MW). Meski setelah offline washing konsumsi gas bertambah namun daya hasil produksi bisa mendekati set point yang diharapkan.

Berikut dapat ditampilkan data perbandingan pemakaian bahan bakar, daya terukur, dan efisiensi kompresor turbin .



Gambar 8. Grafik daya terukur terhadap waktu pengambilan data.

Pada kondisi daya (MW) *base load*, nilai efisiensi daya (MW) setelah *offline washing* Gas Turbin bisa kembali mencapai nilai >120 MW naik hingga 1%. Untuk penerapan set point seharusnya dipertahankan dikondisi beban puncak agar mendapat keuntungan yang lebih besar akibat efisiensi yang bertambah. Begitu juga pada beban rendah 84-88 MW naik hingga 0,7% pada saat awal start (GT Online) dan malam hari ini merupakan kondisi yang baik.

Daya (MW) tertinggi terdapat pada siang hari karena kebutuhan daya (MW) jaringan dan konsumen terdapat pada siang hari, karena banyaknya aktifitas maupun produksi pabrik terjadi pada siang hari.



Gambar 9. Grafik Konsumsi bahan bakar terhadap waktu pengambilan sampel data.

Pada kondisi konsumsi bahan bakar meski setelah *offline washing* konsumsi gas bertambah namun daya hasil produksi bisa mendekati setpoint yang diharapkan. Dengan nilai yang didapat konsumsi bahan bakar menunjukkan kenaikan, itu berarti daya serap Gas Turbin bisa mencapai maksimal.



Gambar 10. Grafik efisiensi isentropik kompresor terhadap waktu pengambilan sampel data.

Pada kondisi grafik efisiensi isentropik kompresor didapat bahwa nilai efisiensi isentropik kompresor naik dengan rata-rata 1%. Hal ini berdampak pada kinerja kompresor yang lebih baik atau sedikit terjadinya losses. Losses akibat kotoran dan fouling berkurang akibat *offline washing*.

Efisiensi isentropik kompresor menaikkan tertinggi terdapat pada saat malam hari, dimana temperature keluaran kompresor semakin kecil namun tekanan *discharge* lebih besar. Sehingga kinerja kompresor untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara bekerja dengan baik, begitu juga temperature udara juga meningkat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil perhitungan dan analisa performa efisiensi daya terukur, efisiensi konsumsi bahan bakar dan efisiensi isentropik kompresor GT 2.3, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil setelah *offline washing* terdapat kenaikan efisiensi thermal hingga 1,2% dan kenaikan bahan bakar 0,9 kkal, sehingga GAP efisiensi yang didapat 8 MW sangat signifikan untuk daya terukur pembangkit.
2. Kualitas efisiensi isentropik kompresor pada malam hari sangat baik, setelah dilakukan *offline washing* terjadi kenaikan efisiensi isentropik kompresor sebesar 1,56%. Sehingga kinerja kompresor untuk menghisap dan menaikkan tekanan udara bekerja dengan baik, begitu juga temperature udara juga meningkat.

3. Cara mengoptimalkan efisiensi thermal yakni melakukan offline washing secara berkala 4-6 bulan sekali dan lebih mengutamakan penggunaan gas turbin dengan beban puncak agar selisih biaya produksi dan biaya gas lebih kecil.
4. Efisiensi konsumsi bahan bakar meski setelah offline washing konsumsi gas bertambah 0,9 kkal namun daya hasil produksi bisa mendekati setpoint yang diharapkan. Dengan nilai yang didapat konsumsi bahan bakar menunjukkan kenaikan, itu berarti daya serap gas turbin bisa mencapai maximal.

DAFTAR PUSTAKA

- Gas Turbine Air intake system data sheet. FARR Company & Asea Brown Boveri (ABB), 1992.
- Moran, Michael J. & Shapiro, Howard N. Fundamental of engineering thermodynamics. John wiley & Sons Inc, 2006.
- ASME. Performance Test Codes 10. Compressors and Exhausters. An American national standard, 1997.
- Beard, P., Smith, A., and Povey, T. "Effect of Combustor Swirl on Transonic High Pressure Turbine Efficiency." ASME J. Turbomach. Vol. 136, no. 1 (2014): p. 011002.
- Boyce, Meherwan P. Gas Turbine Engineering Handbook, Second Edition. Butterworth-Heinemann, 2002.
- ABB Cleaning Instruction Compressor Wet Cleaning.
- ASME Performance Test Codes 22. Gas Turbines. An American national standard, 2014.
- EPRIGEN. "Thermal Performance of the ABB GT24 Gas Turbine in Peaking Service at the Gilbert Station of GPU Energy." EPRIGEN, Palo Alto, CA. 1998.

SISTEM ETIKA DALAM PEMBENTUKAN NORMA HUKUM: KAJIAN POSITIVISME HUKUM DI INDONESIA

Sahidul Anam

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

syahidulanam1@gmail.com

Abstrak

Sistem etika merupakan suatu hal penting dalam rangka pembentukan norma hukum atau peraturan perundang-undangan. Oleh karenanya tidak dapat dipisahkan antara etika (nilai ke-filsafatan) dengan keberlakuan daripada peraturan tersebut. Namun ada kalanya interpretasi dari keberlakuan sebuah peraturan sering dikatakan berlainan dengan etika. Tujuan pembahasan ini ialah pembahasan terkait implikasi sistem etika dan aliran positivisme dalam kerangka hukum di Indonesia. Studi kepustakaan menjadi metode yang digunakan dalam pembahasan ini dengan pendekatan filsafat dan kasus. Maka yang dihadirkan dari pembahasan ini ialah terkait sistem etika yang di dalamnya pula terdapat prinsip-prinsip pembentukan hukum dan seharusnya tidak dipisahkan antara etika dengan keberlakuan peraturan perundang-undangan, sehingga yang menjadi hasil pembahasan ialah bahwa keberlakuan tersebut bersandar pada etika sebagai dasar dibalik penilaian yang baik atau yang buruk dari adanya norma hukum.

Kata kunci: sistem etika, positivisme hukum, norma hukum

1. PENDAHULUAN

Etika dalam kehidupan bernegara sangat penting untuk dikaji, sebab adanya pelbagai macam ilmu tidak terlepas daripada penilaian terkait moral dan nilai yang mendasari moral tersebut (etika) dan tampak pula menurut Muhamad Erwin (2011: 82) bahwa etika bersifat teori sedangkan moral dibentuk oleh etika dengan bersifat praktik.

Banyak permasalahan yang tidak terselesaikan terkait persoalan etika dalam bernegara. Penelitian-penelitian mengenai etika tuntas pada batas ruang lingkup dari etika itu sendiri yang sementara penting pembahasan ini dikaitkan dengan persoalan bidang ilmu pengetahuan lainnya seperti ilmu hukum. Pembahasan hukum dan etika sangat kompleks, tidak seperti kita belajar perhitungan yang bersifat matematis melainkan perhitungan yang berkaitan dengan nalar dan penilaian baik atau buruk di dalam hukum. Ajaran moralitas semestinya tidak ditampilkan pada kerangka peraturan perundang-undangan, akan tetapi sering kita jumpai tidak sedikit keputusan yang diambil memakai pendekatan moral di dalamnya. Hukum tertulis merupakan pengejawantahan dari positivisme. Aliran positivisme lahir saat adanya perubahan besar yang terjadi pada masyarakat Eropa terutama pada pertengahan abad ke-18 setelah meletus Revolusi Industri di Inggris dan revolusi borjuis di Perancis.

Auguste Comte, sebagai orang yang mengenalkan aliran positivisme memberikan pendapat bahwa setiap pengetahuan tidak boleh melampaui fakta dan memperlakukan realitas sebagai suatu yang ada serta sebagai objek yang wajib dilepas dari bentuk konsepsi metafisis yang bersifat subjektif. Jauh sebelumnya, Han Feizi mengatakan bahwa hukum harus tercatat dalam kantor pemerintahan dan perlu ada partisipasi masyarakat agar mengetahui apa yang harus dan tidak harus dilakukannya (Sulistiyawan, 2019).

Aliran positivisme sebagai ajaran yang mereduksi eksistensi manusia dalam proses hidupnya yang dikuasai oleh kepastian hukum sebab akibat, sehingga manusia tidak mempunyai kebebasan dalam berkehendak. Positivisme seperti ini bebas, akan tetapi dalam kehidupan yang nyata adalah terikat karena diatur oleh norma hukum.

Umumnya etika diartikan sebagai dasar dari penilaian baik atau buruk dan positivisme diartikan sebagai keberlakuan sebuah kebijakan. Arti etika tersebut selaras dengan pengertian filsafat itu sendiri yang merupakan bagian di dalamnya, yaitu mengenai kebijaksanaan. Lalu apakah positivisme itu merupakan bagian dari etika? secara *general* etika menjadi dasar atau landasan dari adanya aliran positivisme hukum, sebab di dalam menentukan sebuah kebijakan tetap ada penilaian moralitas ajaran mengenai

bagaimana manusia seharusnya hidup dan bertindak agar menjadi manusia yang baik dan hukum itu menurut E.M. Meyers, yang dikutip dalam artikel Laurensius Arliman (2020), berarti semua aturan yang mengandung pertimbangan kesusilaan, ditunjuk kepada tingkah laku manusia dalam masyarakat dan yang menjadi pedoman bagi pengusaha negara dalam melakukan tugasnya. Kebijakan atau kearifan dalam hidup secara filosofis sebagai proses pencarian dan penemuan alternatif digunakan untuk menjawab segala permasalahan keilmuan dengan dua ketentuan dasar, yaitu mencari kebenaran prinsip yang bersifat general adapun prinsip bersifat general haruslah dapat menjelaskan kajian atau objek filsafat yang ditelaah. Oleh karena itu, perlu dipahami bahwa filsafat merupakan asas keilmuan yang berfungsi untuk mengkaji hakikat kebenaran suatu hal dengan metode ilmiah (Muktapa, 2021). Disisi lain, Muhamad Erwin berpendapat bahwa dalam ajaran Islam, kebijakan sama dengan keadilan yang berarti mengamalkan rukun iman dan berperilaku sesuai dengan pedoman Al-Quran. Sedangkan filsafat sendiri dalam buku berjudul Sejarah Filsafat Barat: kaitannya dengan kondisi sosio politik zaman kuno hingga sekarang (terjemahan dari *History of Western Philosophy and its Connection with Political and social Circumstances from the Earliest Times to the Present Day*), berpendapat bahwa filsafat yaitu sesuatu yang berada di tengah-tengah antara teologi dan sains karena semua pengetahuan termasuk sains dan semua hal yang melampaui pengetahuan (*dogma*) termasuk teologi. Implikasi etika ke-filsafatan dan positivisme terhadap tata hukum di Indonesia tercermin dalam dasar falsafah kebangsaannya (*philosophische grondslag*) yakni Pancasila yang mengandung nilai-nilai tentang kebaikan karena sejatinya tujuan hidup manusia ialah mencapai kebahagiaan dan kebahagiaan itu ialah kebaikan (Russell, 2021). Maka dalam pembahasan lebih lanjut terkait pengantar di atas, yang menjadi pertanyaan ialah apakah positivisme berkaitan dengan sistem etika dan bagaimana hubungannya dengan tata hukum di Indonesia? Apakah adanya kebijakan dapat menghapus keberlakuan daripada kebijakan? Demikian dua hal tersebut yang menjadi rumusan masalah pada pembahasan ini

2. METODE PENELITIAN

Isi pembahasan menggunakan studi kepustakaan (*literature study*) untuk mengkaji isi pembahasan terkait sistem etika dan positivisme hukum. Dengan pendekatan filsafat (*philosophical approach*) yang dapat memberikan pemahaman filsafati mengenai esensi etika dan positivisme dan pendekatan kasus (*case approach*) yang memberikan contoh konkret terkait pembahasan yang dibahas. Data sekunder diperlukan guna memberikan penjelasan perkembangan pembahasan ini dari kajian atau pembahasan sebelumnya yang dianalisis dan ditulis secara deskriptif-deduktif

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat dua pokok permasalahan yang menjadi dua sub pembahasan, yaitu yang pertama berkaitan dengan etika dan positivisme hukum dan kedua berkaitan dengan pembentukan norma hukum berdasarkan moralitas sebagai penerusan dari nilai etika. Namun ada kalanya yang paling utama untuk dibahas ialah tentang nilai. Nilai dilihat dari sudut etika, sebagai arti dari obyek, peristiwa dan proses-proses hidup manusia yang menyatakan kualitas manusia. Nilai itu muncul dalam hidup manusia, dalam bentuk hal-hal material maupun rohani dan ideal-ideal, cita-cita, prinsip-prinsip dasar sikap hidup manusia (Sauri, 2019). Pembahasan pada sub pertama ini terkait etika dan positivisme hukum yang merupakan pembahasan kompleks dikalangan orang-orang yang mempelajari ilmu hukum sebab berkaitan dengan nilai-nilai keadilan substantif. Hal ini pula pernah dipertanyakan oleh pakar hukum tata negara, Yusril Izha Mahendra, yang saat itu menjadi bagian dari tim kuasa hukum Prabowo-Gibran dalam sidang perkara sengketa hasil pilpres tahun 2024 yang menanyakan kepada ahli yaitu Franz Magnis-Suseno terkait perbedaan antara etika ke-filsafatan dengan etika atau kode etik dalam peraturan perundang-undangan. Secara substansial, pertanyaan itu merujuk pada Putusan Mahkamah Konstitusi (MK) Nomor 90/PUU-XXI/2023 yang dianggap meloloskan Gibran untuk maju menjadi calon wakil presiden (cawapres) karena usianya yang telah memenuhi pada putusan MK tersebut. Mahfud MD memberikan pendapat bahwa hakim ketua

MK saat itu telah melakukan pelanggaran oleh karena tidak sesuai dengan adagium hukum "*nemo judex in causa sua*" yang berarti ada keterlibatan erat antara hakim ketua dengan cawapres. Kemudian dalam sidang pembahasan kode etik hakim, Majelis Kehormatan Mahkamah Konstitusi (MKMK) menyatakan terbukti terjadinya pelanggaran kode etik oleh hakim ketua MK tetapi tidak mengubah isi putusan yang telah diputus olehnya. Ahli, Franz Magnis-Suseno, berpendapat bahwa tidak ada perbedaan antara etika dalam filsafat dengan etika dalam kerangka hukum tetapi suatu ketentuan etis yang tidak ditentukan oleh hukum tidak dapat ditindak oleh hakim yang berarti hakim memutus berdasarkan ketentuan undang-undang. Konsisten dengan pendapatnya dalam merumuskan etika, Franz Magnis-Suseno (Erwin, 2011) mengatakan etika merupakan pemikiran mendasar akan ajaran moral baik lisan maupun tulisan terkait bagaimana manusia hidup dan bertindak agar menjadi manusia yang baik dimana hukum merupakan tatanan etis dari ajaran moral.

Kohlberg (Bernard L, 2010) berpendapat bahwa nilai moral sebagai alat untuk mencapai kenikmatan dan mengurangi kesakitan. Terdapat dua jenjang moralitas yang diantaranya yaitu:

1. Moralitas pra-konvensional, titik pusatnya ialah pada diri setiap individu;
2. Moralitas konvensional, jangkauannya lebih luas yakni seseorang benar-benar sudah menilai orang lain dan menjadi warga masyarakat yang baik melakukan apa yang diperintahkan dan tidak melakukan apa yang dilarang. Demikian dikatakan bahwa pada jenjang moralitas yang konvensional berusaha menerapkan hukum sebagai sebuah pengaturan tentang tingkah laku manusia dalam kehidupan bermasyarakat. Pengaturan itu berupa batasan-batasan terhadap moralitas individual (pra-konvensional) yang diatur dalam sebuah konstitusi negara yaitu dalam hal ini Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (UD NRI 1945) yang diteruskan ke berbagai peraturan perundang-undangan dibawahnya. Maka jelas, hukum yang kita pandang sebagai peraturan manusia itu merupakan bagian dari sistem etika. Sistem ialah kesatuan dari pelbagai bagian-bagian yang tidak dapat

dipisahkan dan merupakan bagian dari yang kita kenal sebagai filsafat aksiologi

Norma hukum selalu berakhir pada apa yang menjadi keharusan dan yang bukan seharusnya dilakukan oleh karenanya hukum bersifat memaksa. Norma hukum sebagai buah pikir dari ajaran moral dapat dipandang dari dua sudut pandang. Pembicaraan mengenai norma menurut pandangan yang sempit bahwa norma adalah pedoman berkehidupan dalam sebuah negara, sehingga yang ditafsirkan ialah pedoman itu selalu menuntut kebaikan dan semua hal baik adalah baik sebagai sifat moralitas. Dalam tafsir yang lebih luas, norma juga membicarakan hal yang tidak baik dan perlu dihindari bagi masyarakat. Pandangan orang pada umumnya ketika melihat dunia yang dipijaknya itu baik dan merasa nyaman dengan sekitarnya, disamping itu dunia tidak menghendaki hal demikian tergantung pandangan dari seseorang itu.

Perdebatan mengenai *state of nature* dalam pembahasan mengenai *habit* (kebiasaan) manusia secara alamiah ditampakkan oleh kedua tokoh yaitu Thomas Hobbes (1588-1679) dan John Locke (1632-1704). Hobbes berpendapat bahwa ketakutan adalah sumber utama peradaban dan motivasi utama pembentukan negara. Locke menekankan pentingnya mempertahankan hak milik sebagai tujuan bernegara. Mereka yang ingin mengambilnya harus dihukum oleh hakim yang adil yang ditaati oleh semua, bukan oleh korban perampasan. Negara adalah hakim tersebut. Dalam bukunya "*Disequality among Man*", J.J. Rousseau (1712-1778) menentang secara tegas gagasan Hobbes tentang *state of nature*, bahwa manusia alamiah itu tidak baik dan juga tidak buruk, tidak egois dan tidak altruis, ia hidup dan mencintai diri sewajarnya. Karena tidak ada yang harus ia miliki secara berlebihan, sifat agresif untuk mengalahkan orang lain dengan terus mencari kekuasaan sampai mati tidak ada (*seek power after power until death*) (Thomas Bambang Murtianto, 2022)

Jika menganggap norma sebagai suatu kebiasaan itu ada, maka berarti akan mengesampingkan keadilan prosedural bernegara namun tidak menghapusnya. Dapatlah dikatakan bahwa hukum positif bisa diubah-ubah tergantung dari kemauan si pembuat tanpa memperhatikan norma sebagai suatu kebiasaan. Wajar jika memperhatikan adanya kehidupan yang berbeda dalam

masyarakat tidak hanya seperti kehidupan manusia dengan kehidupan alam *ghaib*, tetapi juga diantara manusia itu sendiri yang beragam oleh karena dimilikinya kebiasaan yang beragam pula.

Sekiranya tidak akan pernah mengetahui sebuah proses pendekatan trasendental dapat menciptakan norma kehidupan hingga tercipta kebiasaan, yang manusia tahu ialah bahwa segala sesuatu yang terlihat itulah yang nyata dan dapat dirasakan. Dalam prosesnya berusaha mencari titik terang mengenai hal yang baik dan hal yang tidak baik/buruk bagi manusia itu sendiri untuk nantinya menjalani hidup dengan layak. Maka demikian proses perumusan norma hukum yang tidak dapat dipisahkan dari sistem etika dan setidaknya Russell telah memberikan pengertian yang tepat dalam menjabarkan arti filsafat sebagai payung ilmu dan pengetahuan

Sub pembahasan kedua berkaitan dengan pembentukan norma hukum berdasarkan moralitas bahwa penerusan daripada UUD NRI 1945 tertuang dalam Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-Undangan yang di dalamnya pada Pasal 7 ayat (1) terdapat jenjang aturan atau menurut Jimly Asshiddiqie (2020) disebut sebagai hierarki norma hukum fungsional yang membedakannya dengan model hierarki norma hukum Hans Kelsen dan Hans Nawiasky. Namun yang sering kali dipertanyakan mengenai penentuan kebijakan yang disebut sebagai peraturan turunan dari peraturan yang lebih tinggi. Dalam teori hierarki norma hukum fungsional yang lebih ditekankan terkait peraturan perundang-undangan bersifat pendelegasian, baik pada peraturan itu sendiri maupun antar organ pembentuk peraturan. Bahwa peraturan yang lebih tinggi memberikan pendelegasian terhadap peraturan yang lebih rendah. Artinya, peraturan di bawah berusaha menafsirkan pokok-pokok yang bersifat universal dan perlu ditegaskan dalam aturan lain dari peraturan di atasnya.

Dalam perjalanannya, tidak sedikit kasus yang dapat ditemukan mengenai penafsiran pendelegasian peraturan perundang-undangan. Seperti salah satunya pada kasus terkait Putusan Mahkamah Agung (MA) Nomor 23 P/HUM/2024 yang pokok permasalahannya terkait batas usia calon kepala daerah, di mana

pemohon dalam permohonan hak uji materiil merasa keberatan atas kebijakan yang dianggap bersifat *open legal policy* yang dimaknai sebagai kebebasan pembuat peraturan untuk menetapkan sesuai keinginannya.

Disadari bahwa Pasal 4 ayat (1) huruf d Peraturan Komisi Pemilihan Umum (PKPU) Nomor 9 Tahun 2020 tidak berkepastian hukum, sebab pengaturan terhadap frasa “terhitung sejak penetapan pasangan calon” tidak terdapat dalam Pasal 7 ayat (2) huruf e Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2016 sebagai peraturan yang lebih tinggi yang kemudian hakim memutuskan untuk mengabulkan permohonan tersebut (berdasar pendekatan *judicial activism*).

Dikatakan menurut Zainal Arifin Mochtar (2021) bahwa putusan hakim merupakan hukum spesial. Namun dengan dikatakan demikian tidak pula dapat merumuskan sebuah produk hukum secara sendiri atau berdasarkan keyakinan belaka, tetapi perlu mengingat peraturan perundang-undangan lainnya apabila telah diatur sebelumnya. Di tahun 2019, sesungguhnya hal ini, mengenai batas usia kepala daerah, telah diputuskan oleh MK dengan Putusan Nomor 58/PUU-XVII/2019 dengan mengatakan yang intinya bahwa peraturan yang lebih rendah tunduk pada peraturan yang lebih tinggi dan peraturan yang lebih rendah itu ditentukan dan bergantung pada lembaga pembentuk peraturan itu. Hal ini sesuai dengan postulat hukum “*lex superior derogat legi inferiori*”.

Kasus lain dapat ditemui pada tahun 2022 mengenai kebijakan yang diambil dari kebijaksanaan Presiden Joko Widodo dalam menetapkan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang (Perpu) Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja. Dalam asas *freies ermessen*/diskresi, pemerintah, termasuk presiden, sendiri mempunyai kebebasan untuk mengambil keputusan berdasarkan keyakinannya dalam membuat peraturan. Kebijaksanaan dari Presiden Joko Widodo saat itu diperlukan sebagai solusi agar tidak berdampak krisis ekonomi global oleh karena adanya virus corona.

Contoh kebijakan yang berdasar pada moralitas di atas menegaskan nilai moral berkaitan dengan kepentingan-kepentingan individu atau kelompok yang melahirkan kebijaksanaan sebagai respon dari yang dianggap tidak ada kepastian. Kepastian

hukum memberikan jalan menuju keadilan dan kemanfaatan bagi individu atau kelompok itu. Nilai dasar hukum menurut Gustav Radbruch terdiri dari keadilan, kemanfaatan, dan kepastian hukum. Namun ada kalanya ketiga nilai tersebut menimbulkan ketegangan diantaranya, akan tetapi penempatan aspek keadilan lebih diutamakan. Disisi lain, Mahfud MD menjelaskan bahwa esensi kepastian hukum untuk mencapai keadilan yang sudah tentu bermanfaat. Dari hal ini dapat dikatakan ketiga nilai dasar hukum tersebut akan berubah-ubah seiring penyesuaian dengan keadaan.

Kehidupan bangsa dalam suatu negara tidak boleh terpaku pada hukum positif. Hukum positif tidak menjamin kesejahteraan masyarakat, tetapi masyarakat sendirilah yang dapat menjamin kesejahteraan terjadi. Norma hukum tidaklah mutlak keberadaannya, ada kalanya bersifat multi tafsir, akan tetapi sesuatu yang multi tafsir itu berusaha mencari sesuatu yang berguna/bernilai hingga menjadi sebuah peraturan. Pembuatan peraturan perundang-undangan tidak bisa disandarkan pada norma hukum belaka karena sifatnya yang tunggal dan komprehensif, melainkan pada tafsir lengkapnya daripada norma hukum itu yaitu pedoman pembuatan peraturan perundang-undangan. Pertanyaan yang muncul ialah “mengapa pembuatan peraturan perundang-undangan tidak didasarkan pada norma hukum belaka? Dan mengapa terdapat norma hukum bersifat multi tafsir?”. Jawabannya ada di pengertian dari hukum dan norma hukum itu sendiri. Bila kita menafsirkan bahwa hukum adalah sebuah peraturan, maka terdapat dua aspek yang perlu ditekankan, yaitu pengertian hukum secara sempit dan pengertian hukum secara luas. Pengertian hukum dalam pandangan yang sempit bersifat doktriner atau berdasar pendapat para ahli hukum, sedangkan pengertian hukum dalam pandangan yang luas meliputi pengertian hukum secara sempit serta esensi dari eksistensi aturan yang tidak dapat dinalar oleh manusia

Ada beberapa pengertian hukum yang mungkin berkaitan untuk mengkaji persoalan norma hukum, diantaranya:

- a. Secara terminologi, menurut R. Soero (2018: 24), bahwa hukum berasal dari bahasa Arab dan merupakan bentuk tunggal. “*Alkas*” merupakan kata

jamaknya dan disadur dalam bahasa Indonesia menjadi “hukum” yang bermakna paksaan.

- b. P. Borst (R. Soero, 2018), hukum ialah peraturan atau norma petunjuk atau pedoman hidup bagi manusia dan bukan suatu kebiasaan. Di dalamnya terdapat paksaan dan sanksi bagi pelanggar serta ganti rugi bagi yang menderita.
- c. E. Utrecht, Himpunan petunjuk hidup yang mengatur tata tertib dalam suatu masyarakat dan seharusnya ditaati oleh anggota masyarakat yang bersangkutan, oleh karenanya pelanggaran terhadap petunjuk hidup itu dapat menimbulkan tindakan dari pemerintah/ masyarakat itu.

Namun pada pengertian hukum secara sempit, garis besarnya adalah bahwa hukum memiliki pengertian sebagai aturan yang mengatur kehidupan manusia dalam suatu negara dan bagaimana negara itu dibuat serta bagaimana upaya negara dalam membuat peraturan tersebut. Artinya aturan itu bersifat memaksa dan mengikat manusia sebagai warga negara untuk mematuinya. Pendekatan transenden membawa manusia pada titik dimana manusia itu tidaklah berguna dan mempunyai banyak keterbatasan.

Pembuatan norma hukum dimaksudkan agar segala aturan yang dibuat haruslah bersifat dinamis atau tidak statis. Norma hukum dibuat untuk menyadarkan pembuat aturan bahwa penilaian terhadap sesuatu itu tidak dapat berhenti. Maka moralitas berlaku disitu yang nantinya akan dibimbing pada sesuatu yang menjadi kebaikan. Dalam pembuatannya, sebuah peraturan perundang-undangan haruslah menimbang unsur-unsur yang menjadi proses pembentukan norma hukum itu sendiri dan para penegak hukum haruslah memperhatikan rumusan yang absah tentang peraturan perundang-undangan yang telah dibuat. Tidak dapat dipungkiri bahwa dalam pembuatan peraturan banyak terjadi kekeliruan dan pada penagakannya pun secara otomatis akan sama. Hal yang perlu diingat adalah bahwa norma yang dipakai dalam pembuatan peraturan ialah norma hukum yang berarti norma sebagai suatu kebiasaan dalam masyarakat yang senantiasa taat pada peraturan perundang-undangan. Kebiasaan ber hukum dalam masyarakat perlu diperhatikan. Melalui istilah demokrasi-partisipatif, yang dalam hal

ini sudah tentu tepat dipakai agar menimbulkan kesesuaian antara peraturan dengan keinginan masyarakatnya bukan justru mengesampingkan pendapatnya. Segala bentuk peraturan haruslah berkembang menyesuaikan kehidupan masyarakatnya bukan masyarakat menyesuaikan dengan hukum atau aturan, demikian apa yang diteorikan Sajipto Rahardjo tentang hukum progresif bahwa hukum dibuat untuk manusia bukan manusia untuk hukum. Artinya hukum positif tidak turun dari langit begitu saja, melainkan dibuat oleh manusia dan manusia lah yang mengatur pembentukan hukum itu dengan semestinya membebaskan. Hukum Progresif memiliki asumsi dasar tentang hubungan antara hukum dan manusia untuk menyelesaikan ketidakmampuan untuk menerapkan hukum positif (*analytical jurisprudence*). Progresivisme bertolak dari pandangan kemanusiaan, bahwa manusia pada dasarnya adalah baik, memiliki sifat-sifat kasih sayang serta kepedulian terhadap sesama. Dengan demikian, asumsi dasar Hukum Progresif dimulai dari hakikat dasar hukum adalah untuk manusia. Posisi yang demikian mengantarkan satu predisposisi bahwa hukum itu selalu berada pada status “*law in the making*” (hukum yang selalu berproses untuk menjadi) (Nuryadi, 2016). Norma hukum ditunjukkan pada tingkah laku manusia dalam kehidupan bermasyarakat, demikian bahwa pengertian hukum adalah pengertian sosial, yang dalam adagium kita kenal *vox populi vox dei* yang berarti dimana ada masyarakat disitu ada hukum. Seperti yang dibahas sebelumnya, norma sebagai suatu kebiasaan telah mengenal unsur-unsur terbentuknya sebuah pedoman. Pemakaian etika pada tata hukum positif sama halnya mencari keadilan dari kerugian immateriil dalam suatu perkara. Menurut pandangan Muthahari, keadilan sosial sangat penting dan seharusnya tertanam dalam suatu masyarakat seperti pondasi yang menopangnya. Keadilan adalah fondasi sosial yang tanpanya sebuah bangunan yang sangat baik tidak akan dapat bertahan. John Rawls berpendapat bahwa dua fungsi utama keadilan adalah bahwa setiap orang harus menerima dan memahami prinsip keadilan yang sama, dan bahwa lembaga masyarakat harus bertanggung jawab untuk mengembangkan dan menerapkan prinsip keadilan (Zulkarnain). Keadilan dalam masyarakat dapat terganggu akibat positivisme hukum, dengan pola kekakuan, yang tidak dibaca dalam ranah progresif. Perumusan

norma hukum haruslah dilakukan dengan lebih memperhatikan rasa keadilan masyarakat melalui pendekatan hati nurani dan moralitas (Sarmadi, 2012). Namun pernyataan demikian agaknya cenderung mengarah untuk mendapatkan keadilan substantif pada pemaknaan pasal dalam peraturan perundang-undangan, akan tetapi hukum positif (berdasar hierarki peraturan) akan tetap ada sebagai ciri khas dari negara penganut sistem hukum tertulis

4. KESIMPULAN

Dikatakan pula bahwa kebijaksanaan sebagai bagian dari kajian sistem etika dapat merubah keberlakuan hukum, sehingga muncul positivisme hukum sebagai penegakan hukum yang kaku dan perlu diperbarui menjadi hukum yang terbebas dari kekakuan tersebut yang dipandang lebih menekankan pada partisipasi masyarakat. Namun positivisme maupun progresivisme hukum merupakan bagian daripada sistem etika yang berusaha menyimpulkan apa saja yang dianggap baik dan tidak baik/buruk bukan untuk menegaskan salah satunya, tetapi positivisme memberikan penekanan bahwa produk hukum haruslah tertulis dan hal ini pula relevan dengan kenyataannya ber hukum di Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

- Arliman, Laurentius (2020). Mewujudkan Penegakan Hukum Yang Baik Untuk Mewujudkan Indonesia Sebagai Negara Hukum. *Doctrinal*, 2(2), 509-532.
- Asshiddiqie, Jimly. (2020). Teori Hierarki Norma Hukum. Konstitusi Press (Konpress).
- Erwin, M. (2011). Filsafat Hukum: Refleksi Kritis terhadap Hukum. PT Rajagrafindo Persada.
- Haryono, H. (2019). Eksistensi Aliran Positivisme Dalam Ilmu Hukum. *Jurnal Meta-Yuridis*, 2(1).
- Julyano, M., & Sulistyawan, A. Y. (2019). Pemahaman terhadap asas kepastian hukum melalui konstruksi penalaran positivisme hukum. *Crepido*, 1(1), 13-22.

- Mohctar, Zainal Arifin. (2021). Kekuasaan Kehakiman: Mahkamah Konstitusi dan Diskursus *Judicial Activism vs Judicial Restraint*. Rajawali Pers.
- Muktapa, M. I. (2021). Implikasi filsafat ilmu dan etika keilmuan dalam pengembangan ilmu pengetahuan modern. *Jurnal BELAINDIKA (Pembelajaran Dan Inovasi Pendidikan)*, 3(2), 20-29.
- Nuryadi, H. D., & Sh, M. H. (2016). Teori Hukum Progresif Dan Penerapannya Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Hukum DE'JURE: Kajian Ilmiah Hukum*, 1(2), 394-408.
- Russell, B. (2021). Sejarah Filsafat Barat: kaitannya dengan kondisi sosio politik zaman kuno hingga sekarang (terjemahan). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sarmadi, A. (2012). Membebaskan Positivisme Hukum Ke Ranah Hukum Progresif (Studi Pembacaan Teks Hukum Bagi Penegak Hukum). *Jurnal Dinamika Hukum*, 12(2), 331- 343.
- Sauri, S. (2019). Pengertian Nilai. *Diakses Melalui file. upi. edu*.
- Soeroso, R. (2018). Pengantar Ilmu Hukum. Sinar Grafika.
- Tanya, Bernard L, dkk. (2010). Teori Hukum: Strategi Tertib Manusia Lintas Ruang dan Generasi. Genta Publishing.
- Thomas Bambang Murtianto. "Thomas Hobbes: Ketakutan sebagai Dasar Terbentuknya Negara." *Jurnal Hukum Novum Argumentum*, 2022, hal. 97–107, <http://ejournal.uki.ac.id/index.php/noa/article/view/4466>.
- Zulkarnain, Iskandar. (2018). Teori Keadilan : Pengaruh Pemikiran Etika Aristoteles Kepada Sistem Etika Ibn Miskawaih. *Jurnal Madani : Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Humaniora*, vol. 1, no. 1, 2018, hal. 143–66, <https://doi.org/10.33753/madani.v1i1.8>.

PERANCANGAN TANGKI PENYIMPAN UDARA BERBENTUK SILINDER ELIPSOIDAL DENGAN VOLUME 8 M³ DAN TEKANAN MAKSIMUM 15 KG/CM²

Sigit Yulianto

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

Abstrak

Makalah ini membahas tentang perancangan tangki penampung udara berbentuk silinder elipsoidal dengan volumen 8 m³ dan tekanan maksimum 10 kg/cm². Pengertian perancangan disini dibatasi pada perancangan *body* dari tangki tersebut. Sistem kerja tangki penyimpan udara ini memenuhi klasifikasi bejana tekanan sehingga perancangannya juga dilakukan dengan mengacu kepada *standard* atau *code* tentang bejana tekanan. Penulis menggunakan ASME BPVC (*American Society of Mechanical Engineers, Boiler and Pressure Vessel Codes*) sebagai rujukan utama dalam perancangan ini dikarenakan ASME BPVC merupakan *standard* atau *code* internasional yang paling banyak dipakai sebagai rujukan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Proses perancangan dimulai dengan melakukan identifikasi masukan desain yang pada intinya merupakan persyaratan kebutuhan penggunaannya, meliputi volume tangki, tekanan maksimum dan temperatur operasi maksimumnya. Masukan desain ini diolah dengan menggunakan persyaratan dalam ASME BPVC untuk kemudian menghasilkan keluaran desain yang berupa pemilihan material, penentuan dimensi atau bentuk tangki dan perhitungan ketebalan material untuk silinder (*shell*) dan kepala (*head*) serta *setting relief valve* dan penentuan tekanan untuk uji hidrostatik. Dari kegiatan perancangan ini didapatkan keluaran desain sebagai berikut: tangki berbentuk silinder *ellipsoidal* dan material yang dipilih adalah SA-516 Grade 70; dimensi tangki meliputi diameter bagian dalam *shell* silinder 1500 mm, panjang silinder 4000 mm, *ellipsoidal head* dengan tinggi *head* 375 mm, *knuckle radius* 255 mm dan *spherical/ellipsoidal radius* 285 mm; ketebalan material *shell* adalah 10 mm dan ketebalan material *head* adalah 12 mm; tekanan membuka *relief valve* diatur pada 15,75 kg/cm² dan tekanan uji hidrostatik adalah 22,5 kg/cm².

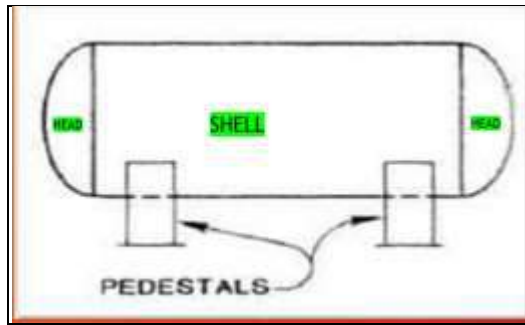
Keywords : tangki peyimpan udara, bejana tekan, *shell*, *head*, *relief valve*, uji hidrostatik

1. PENDAHULUAN

Tangki penyimpan udara (*air receiver*) adalah tangki atau bejana yang digunakan untuk menampung udara dalam jumlah tertentu untuk tujuan dialirkan ke sistem atau peralatan dan tempat yang membutuhkan. Udara yang ditampung berasal dari sistem kompresor udara. Untuk tujuan keamanan, tangki penyimpan udara biasanya ditempatkan di ruangan utilitas yang berjarak cukup jauh dari tempat yang membutuhkan, misalnya ruangan produksi dan ruangan workshop. Oleh karena itu, supaya dapat mengalirkan udara ke ruangan yang membutuhkan, maka tangki penyimpan udara harus dibuat bertekanan yang besar tekanannya bergantung pada jarak antara ruangan yang membutuhkan dan lokasi tangki penyimpan udara serta tekanan yang dibutuhkan di ruangan yang membutuhkan urada tersebut. Sedangkan kebutuhan volume tangki penyimpan udara bergantung kepada kebutuhan udara di masing-masing tempat.

Hampir semua industri membutuhkan tangki penyimpan udara untuk keperluan produksi dan/atau workshop nya.

Dengan penjelasan diatas, tangki penyimpan udara memenuhi klasifikasi sebagai bejana tekanan. Secara teori, bejana tekanan dapat dibuat dalam beberapa bentuk, misalnya silinder mendatar, silinder vertikal maupun bola, dimana untuk tangki berbentuk silinder membutuhkan tutup (*head*) yang bisa berbentuk elip maupun setengah lingkaran, namun demikian, untuk tangki penyimpan udara yang paling banyak digunakan adalah berbentuk silinder dengan tutup berbentuk elips. Tangki silinder dengan tutup berbentuk elips disebut sebagai tangki silinder elipsoidal. Skema dasar bejana tekan berbentuk silinder elipsoidal ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Skema Dasar Bejana Tekan Silinder Elipsoidal

Sumber : Analisis Mandiri (2024)

Makalah ini membahas perancangan dasar tangki penyimpan udara berbentuk silinder elipsoidal dengan kapasitas volume 8 m³ dan tekanan desain 10 kg/cm². Dengan tekanan desain 10 kg/cm² maka tangki ini memenuhi definisi bejana tekanan (Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2016) dan karenanya perancangan desain nya dapat mengacu ke ASME BPVC Section VIII Division 1. Perancangan desain dengan mengacu ke ASME ini dapat menjamin desain yang aman untuk digunakan atau dioperasikan.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan bentuk perancangan dasar. Parameter yang menjadi dasar perancangan disebut sebagai masukan desain yang merupakan parameter dasar dari tangki penyimpan udara yang merupakan kebutuhan dari pengguna atau pelanggan. Masukan desain kemudia diolah dan dihitung dengan menggunakan ASME BPVC Section VIII Division 1 dan ASME BPVC Section II untuk menghasilkan keluaran desain. Keluaran desain adalah parameter yang diperlukan sehingga dapat diteruskan dengan tahapan proses berikutnya yaitu pembuatan *construction drawing* dan proses fabrikasi.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi masukan desain

Masukan desain (*design inputs*) untuk perancangan ini dapat dirangkumkan sebagai berikut, lihat tabel 1:

Tabel 1 Parameter Masukan Desain

Parameter	Spesifikasi
Volume	8 m ³
Tekanan maksimum	15 kg/cm ²
Temperatur maksimum	122 °F (50 °C)
Jenis fluida	udara

Sumber : Analisis Mandiri (2024)

3.2 Pemilihan material

Dasar pemilihan material yang digunakan adalah material tersebut harus memenuhi ASME BPVC Section II (ASME BPVC Section II, Part D, 2017) dan material tersebut mudah untuk didapatkan di pasaran. Berdasarkan kedua kriteria tersebut maka dipilih material SA-516 Grade 70. SA-516 Grade 70 adalah kode penomoran baja menurut ASTM (Callister & Rethwisch, 2014) merupakan baja karbon rendah berbentuk *plate* atau lembaran yang banyak digunakan untuk pembuatan bejana tekanan dengan tingkat tekanan rendah. Dengan menelusuri pada ASME BPVC Section II Part D, maka material ini setara dengan K02700 untuk kode UNS (*Universal Numbering System*), yang mempunyai *tensile strength* 70000 PSI dan *yield strength* nya 38000 PSI. Lebih lanjut, material ini diijinkan untuk digunakan pada konstruksi bejana tekanan dengan temperatur maksimum 1000°F, dengan demikian material ini memenuhi kriteria untuk tangki penyimpan udara dengan temperatur maksimum 122°F sesuai dengan parameter pada masukan desain. *Maximum allowable stress*, *S*, yang bekerja pada material ini pada temperatur 200°F adalah 20000 PSI (ASME BPVC Section II, Part D, 2017); nilai *S* disini artinya material ini tidak boleh menerima tegangan melampaui 20000 PSI, dan jika menerima tegangan diatasnya, kemungkinan akan mengalami kegagalan.

3.3 Perhitungan dimensi bejana

Untuk tangki penyimpan udara berbentuk silinder elipsoidal, maka volume tangki merupakan penjumlahan volume silinder (*shell*) dengan volume kedua bagian kepalanya (*head*) sehingga untuk *ellipsoidal* 2:1, maka volumenya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dibawah ini (Moss & Basic, 2013):

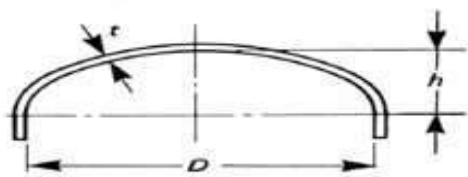
$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \times L + 2 \times \left(\frac{\pi}{24} D^3 \right) \quad (1)$$

Dimana:

- $V = \text{volume}$
- $D = \text{diameter bagian dalam silinder}$
- $L = \text{panjang silinder}$

Karena diameter dan panjang silinder merupakan variabel yang saling berpengaruh terhadap volume silinder, maka salah satu diantaranya harus ditetapkan terlebih dahulu. Jika diameter bagian dalam silinder ditetapkan terlebih dahulu, yaitu 1500 mm atau 1,5m, maka panjang silinder L berdasarkan persamaan (1) adalah 4 m atau 4000 mm.

Tahap berikutnya adalah menentukan dimensi kepala (*head*). Sketsa *ellipsoidal head* ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar2 Skema Ellipsoidal Head
Sumber : Analisis Mandiri (2024)

Untuk ellipsoidal 2:1, tinggi ellips, h adalah $\frac{1}{4}D$, *knuckle radius* adalah $0.17D$ dan *spherical radius* adalah $0.19D$ (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017). Dengan melakukan perhitungan sesuai rumus-rumus ini, maka didapatkan tinggi ellips h adalah $\frac{1}{4}$ dikalikan 1500mm atau 375 mm, *knuckle radius* adalah $0,17$ dikalikan 1500 mm atau 255 mm dan *spherical radius* adalah $0,19$ dikalikan 1500 mm atau 285mm. Ringkasan bentuk dan dimensi bejana tangki penyimpanan udara dapat ditampilkan dalam tabel 2 berikut ini.

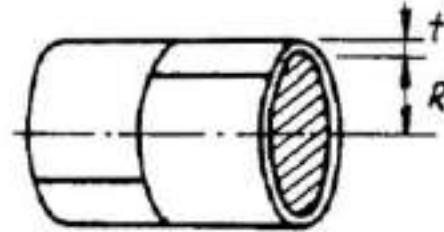
Tabel 2 Dimensi Dan Ukuran Bejana	
Parameter	Spesifikasi
Bentuk bejana	Silinder ellipsoidal
Panjang shell	4000 mm
Diameter internal shell	1500 mm
Tinggi head	375 mm
Knuckle radius	255 mm
Spherical radius	285mm

Sumber : Analisis Mandiri (2024)

3.4 Perhitungan ketebalan shell

Dinding *shell* berbentuk silinder akan dibuat dari material berupa beberapa lembaran yang disambung menggunakan pengelasan, sebagaimana skema shell berbentuk silinder yang ditampilkan dalam gambar 3 berikut ini. Jari-jari bagian dalam silinder dinyatakan

dalam R dan ketebalan silinder dinyatakan dalam t . Sambungan beberapa lembaran material tersebut dapat mengakibatkan terjadinya tegangan baik secara *circumferensial* maupun secara *longitudinal*.



Gambar 3 Skema Shell Silinder
Sumber : Analisis Mandiri (2024)

Ketebalan minimum *shell*, t , berbentuk silinder yang dirancang aman untuk menanggung tekanan internal P harus memenuhi baik untuk tegangan *circumferensial* maupun *longitudinal* sebagaimana diatur dalam ASME BPVC Section VIII Division 1 UG-27 (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017). Untuk tegangan *circumferensial* harus memenuhi persamaan (2) dan untuk *longitudinal* harus memenuhi persamaan (3):

$$t = \frac{PR}{SE - 0,6P} \quad (2)$$

$$t = \frac{PR}{2SE + 0,4P} \quad (3)$$

Dimana:

$P = \text{tekanan desain (PSI)}$

$R = \text{jari-jari internal silinder (in)}$

$E = \text{Joint efficiency}$

$S = \text{maximum allowable stress material pada temperatur operasi (PSI)}$

Sesuai dengan informasi pada masukan desain, tekanan desain P adalah 15 kg/cm² atau 213,35 PSI, Jari-jari R adalah setengah dari diameter D sehingga R adalah 750mm atau 29,5276in. Nilai S berdasarkan penelusuran pada paragraf 3.2 diatas adalah 20000PSI. Selanjutnya *joint efficiency* (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017) dipilih 1 yaitu dengan ketentuan untuk melakukan 100% pengujian *radiography* pada semua sambungan atau lasannya.

Dengan memasukkan nilai-nilai diatas ke dalam persamaan (2) dan (3) maka didapatkan nilai ketebalan berdasarkan persamaan (2) dan

(3) masing-masing adalah 0,317in (atau 8,0518 mm) dan 0,157in (atau 3,9878 mm). Untuk kedua hasil perhitungan tersebut, maka diambil yang lebih aman yaitu 0,317 in (atau 8,0518 mm). Dengan menambahkan *corossion allowance* 1 mm untuk mengantisipasi korosi, maka didapatkan ketebalan minimum menjadi 9,0518 mm dan jika dibulatkan ke tebal pelat yang tersedia adalah 10mm.

Dengan menggunakan ketebalan 10 mm, maka tegangan maksimum yang bekerja pada shell dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) dan didapatkan

3.5 Perhitungan ketebalan head

Ketebalan minimum *ellipsoidal head* yang aman untuk menanggung tekanan desain P diatur dalam ASME BPVC Section VIII Division 1 UG-32 (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017) dan dinyatakan dalam persamaan (4) berikut:

$$t = \frac{PD}{2SE - 0,2P} \quad (4)$$

Dimana:

P = tekanan desain (PSI)

D = internal diameter head skirt (in)

E = Joint efficiency

S = maximum allowable stress material pada temperatur operasi (PSI)

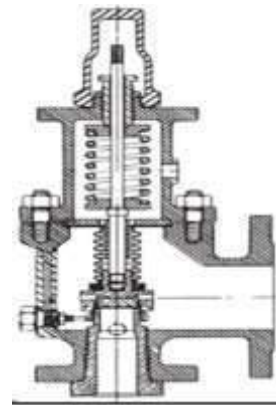
Internal diameter head skirt pada *ellipsoidal head* akan mempunyai nilai yang sama dengan *internal diameter shell*-nya. Dengan memasukkan nilai-nilai P , D , E dan S yang sudah diketahui sebelumnya maka didapatkan nilai t adalah 0,320in atau 8,128 mm. Dengan menambahkan *corossion allowance* sebesar 1 (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017) maka ketebalan minimum menjadi 9,128mm.

Ellipsoidal head dibentuk dari material yang berupa lembaran menjadi bentuk *ellips*, melalui proses penggilingan (*rolling*) bertahap yang akan menyebabkan penurunan ketebalan sekitar 10-20% dan untuk tujuan perancangan ini, dipakai faktor penurunan ketebalan 15%. Sehingga diperlukan penambahan sebesar 15% sehingga ketebalan material awal yang dipakai menjadi 10,4972 mm, dan mempertimbangkan ketersediaan material di pasaran, maka dipilih ketebalan 12 mm.

3.6 Relief valve

Relief valve (katup pengaman) adalah alat pengaman utama yang dipersyaratkan pada konstruksi bejana tekanan. Relief valve akan terbuka dan mengeluarkan fluida yang ada dalam bejana pada tekanan setting yang aman. Jika bejana tekanan tidak dilengkapi dengan relief valve, maka jika terjadi tekanan berlebih padanya dapat mengakibatkan ledakan, dan ini merupakan bahaya utama dari pengoperasian bejana tekanan. *Relief valve* dapat dibeli di pasaran sesuai spesifikasi yang diperlukan.

Ketentuan *relief valve* dalam ASME BPVC Section VIII Division 1 diatur dalam paragraf “UG-134 pressure setting and performance requirements” dimana maksimum *setting* tekanan relief valve adalah 105% (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017) dari tekanan desain. Karena tekanan desain pada perancangan ini adalah 15 kg/cm², maka tekanan aman untuk membukan *relief valve* nya adalah 105% dikalikan 15 kg/cm² yaitu 15,75 kg/cm². Salah satu skema *relief valve* (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017) ditampilkan pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4 Skema Relief Valve
Sumber : Analisis Mandiri (2024)

3.7 Uji hidrostatik

Uji hidrostatik dilakukan untuk mengetahui apakah ada kebocoran-kebocoran pada sambungan las-lasan dan untuk mengetahui kekuatan konstruksi pada bejana tekanan. Jika hasil uji hidrostatik lulus, maka sekaligus berfungsi untuk mengkonfirmasi bahwa perancangan ini memenuhi standard ASME. Sesuai dengan ASME BPVC Section VIII Division 1, UG-136(d), *hydrostatik test*

dilakukan pada 1,5 kali dari tekanan desain (ASME BPVC Section VIII Division 1, 2017), sehingga uji hidrostatis pada perancangan ini dilakukan pada 1.5 dikalikan 15 kg/cm² atau 22,5 kg/cm².

Pada pelaksanaan uji hidrostatis, bejana tekanan diisi dengan air secara penuh, kemudian diberi tekanan/dorongan angin dari kompressor, dan secara perlahan-lahan dinaikkan tekanannya sampai mencapai 22,5 kg/cm². Pada tekanan 22,5 kg/cm², tekanan ditahan dan dilakukan pengamatan secara *visual* terhadap kemungkinan adanya kebocoran retakan-retakan terutama di bagian sambungan las-lasan dan penggelembungan badan tangki. Jika terjadi kebocoran akan ditandai dengan rembesan air yang keluar dari bejana ataupun penurunan pembacaan tekanan pada *pressure gauge*.

Uji hidrostatis tidak dimaksudkan untuk melakukan uji pecah (*burst test*) pada bejana tekanan, oleh karena itu secara kalkulasi, bejana tekanan yang dirancang dengan memenuhi ASME BPVC masih aman dari ledakan jika tekanan di dalamnya mencapai 1,5 kali dari tekanan desainnya, namun demikian sebagaimana dibahas pada paragraf 3.6 diatas, *relief valve* nya diharuskan membuka jika tekanan di dalamnya mencapai 105% dari tekanan desainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASME BPVC Section II, Part D, *Properties – Materials*, (2017). ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Materials, ASME Press, USA
- ASME BPVC Section VIII Division 1 *Rules for Construction of Pressure Vessels*, (2017). ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Power Boilers, ASME Press, USA.

4. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan dari perancangan dasar tangki penyimpanan udara ini, dapat diringkaskan sebagai berikut:

1. Material yang digunakan untuk konstruksi *body* tangki penyimpanan udara adalah SA-516 Grade 70.
2. *Body* tangki penyimpanan udara terdiri dari *shell* yang berbentuk silinder dan *head* yang berbentuk ellipsoidal dengan diameter bagian dalam *shell* 1500 mm, panjang *shell* 4000 mm, *tinggi head* 375 mm, *knuckle radius* 255 mm dan *spherical radius* 285 mm.
3. Ketebalan material *shell* adalah 10 mm dan ketebalan material *head* adalah 12 mm.
4. Tekanan membuka *relief valve* diatur pada maksimum 15,75 kg/cm² dan tekanan uji hidrostatis adalah 22,5 kg/cm².

Sebagai saran, maka direkomendasikan untuk menterjemahkan perancangan dasar ini menjadi *construction drawing* yang juga meliputi jenis dan spesifikasi lasan serta komponen-komponen pendukung lainnya seperti penumpu (*support*), lubang akses (*main hole*), bagian untuk mengangkatnya (*lifting lug*), *flange* dan nosel.

- Callister, William D. & Rethwisch, David G, (2014). *Material Science and Engineering*, United State of America, John Wiley & Sons, Inc., 9th Edition
- Moss, Dennis R. & Basic, Michael. (2013). *Pressure Vessel Design Manual, Fourth Edition*, USA.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, (2016). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 37/2016 Tentang Bejana tekanan dan tangki timbun, Jakarta, Indonesia.

KAJIAN KINERJA POMPA SENTRIFUGAL KAPASITAS 86 M³/JAM UNTUK COOLING TOWER PENDINGIN MESIN CHILLER DI PT. X

Srihanto

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

Abstrak

Pompa sentrifugal adalah suatu perangkat mekanis yang berfungsi mengalirkan cairan dengan menggunakan energi kinetik yang dihasilkan oleh putaran impeler. Pompa ini dikenal karena desainnya yang efisien dan kemampuannya dalam menangani berbagai jenis cairan, termasuk air, minyak, dan bahan kimia. Pompa yang di analisa adalah pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mensirkulasikan air dari *cooling tower ke kondensor mesin chiller kemudian* air keluar dari mesin *chiller* menjadi panas dan kembali dipompa ke di *cooling tower untuk* didinginkan. Mesin *Chiller* (Mesin Refrigerasi) berfungsi untuk mendinginkan udara dalam ruangan pabrik sehingga udara dalam ruangan menjadi sejuk dan nyaman. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kinerja pompa *cooling tower* meliputi kapasitas aliran, head pompa, daya pompa dan efisiensi pompa apakah terjadi perubahan atau masih dalam kondisi baik, karena pompa tersebut sudah peroperasi lebih dari 20 tahun. Metodologi yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu menentukan data pompa dari lapangan kemudian di analisa dengan teori yang bersumber dari buku referensi dan web site internet untuk menentukan kinerja pompa. Dari hasil Analisa perhitungan diperoleh data kinerja pompa yaitu kapasitas (Q) 86 m³/jam atau 0,024 m³/s, Head (H) 19,3 m, atau tekanan (P) 2 Bar, daya air 4,5 kW, daya Pompa 6 kW, daya motor penggerak Pompa 7,2 kW, Efisiensi pompa (η_p) 75 , dari hasil Analisa maka di partikan bahwa pompa masih layak di operasikan.

Kata Kunci : Kinerja . Pompa sentrifugal, Head, kapasitas, Daya pompa.

I. PENDAHULUAN

Pompa sentrifugal adalah suatu perangkat mekanis yang dirancang untuk mengalirkan cairan dengan menggunakan energi kinetik yang dihasilkan oleh putaran impeler. Pompa sentrifugal di PT X berfungsi untuk mensirkulasikan air dari *cooling tower ke kondensor mesin chiller kemudian* air keluar dari mesin *chiller* menjadi panas dan kembali di pompa ke *cooling tower untuk* didinginkan. Mesin *Chiller* (Mesin Refrigerasi) berfungsi untuk mendinginkan air kemudian air tersebut digunakan untuk mendinginkan udara dalam ruangan pabrik sehingga udara dalam ruangan menjadi sejuk dan nyaman. Pompa sentrifugal tersebut beroperasi sudah lebih dari 20 tahun dan sering dilakukan perbaikan, sehingga perlu dilakukan kajian kinerja pompa sentrifugal tersebut, apakah masih memenuhi syarat yang di tentukan. *Cooling tower* (Menara pendingin) merupakan alat penukar panas di mana udara dan air bersentuhan langsung satu sama lain untuk menurunkan suhu air. Apabila debit air dari pompa yang di alirkan ke *cooling tower* berkurang maka akan mempengaruhi kinerja mesin chiller. (Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, 2005)

1.1. Pengertian Pompa sentrifugal .

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa *non positive displacement pump*

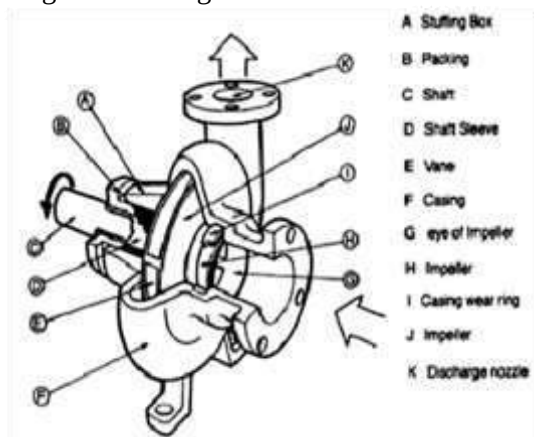
dengan prinsip kerja sebagai berikut: Energi mekanik dari unit penggerak (motor penggerak) dikonversikan menjadi energi cairan akibat adanya gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh impeler yang berputar. Secara umum Pompa adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan fluida zat cair dari suatu tempat ke tempat lain yang lebih tinggi. Pemindahan fluida dapat terjadi karena adanya perubahan energi mekanik menjadi energi potensial, sehingga dapat diketahui fungsi umum dari suatu pompa, yaitu untuk memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Penggunaan pompa pada saat ini sudah sangat luas meliputi hampir semua sektor industri maupun rumah tangga, penggunaan pompa dapat dijelaskan sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

- Sektor Pertanian untuk pengairan
- Sektor Perkotaan untuk distribusi air minum ke rumah tangga
- Sektor Pembangkit listrik tenaga Uap untuk mensupli air dalam sistim.
- Sektor Gedung dan Properti untuk mensuply kebutuhan air pengguna gedung dari lantai paling bawah ke yang paling atas.

- Sektor Pemadam Kebakaran sebagai pemadam kebakaran dan masih banyak lagi kegunaan dari pompa yang sangat luas penggunaannya.
- Sektor Industri .

1.2 Komponen Pompa Sentrifugal

Komponen - komponen utama dari pompa sentrifugal adalah dapat di lihat pada gambar sebagai berikut di bawah ini :



Gambar 1. Komponen Pompa sentrifugal (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Rumah Pompa (Volute).

Rumah pompa pada pompa sentrifugal berfungsi untuk menampung fluida yang keluar dari impeller

Impeller

Impeller, dalam pembuatannya, biasanya dicor dalam satu kesatuan. Impeler berfungsi untuk mengarahkan air dan memutar fluida agar timbul gaya sentrifugal.

Poros Pompa .

Selain itu poros berfungsi untuk menransmisikan momen torsi dari motor penggerak ke impeler.

Paking

Paking mempunyai penampang bujur sangkar dan dipotong menjadi cincin yang terpisah dua. Fungsi paking adalah untuk mencegah fluida keluar melalimi poros dan menahan udara mengalir masuk kedalam pompa.

Bantalan (bearing)

Bantalan berfungsi untuk menjaga poros tetap lurus akibat adanya gaya radial dan aksial ketika pompa berkerja. Jenis bantalan yang sering digunakan pada pompa antara lain :

Kopling

Suatu kopling yang fleksibel harus digunakan untuk menghubungkan motor penggerak dengan pompa sehingga

pengaruh ketidak-lurusan dapat ditiadakan.

1.3. Hal- Hal Yang Mempengaruhi Kinerja Pompa Sentrifugal.

Head Zat Cair

Head adalah tinggi suatu permukaan zat cair terhadap suatu bidang tertentu. Aliran suatu zat cair melalui penampang saluran (sepeni pada gambar). Pada penampang tersebut zat cair memiliki tekanan statis (N/m^2), kecepatan rata-rata v (m/s), dan ketinggian z (m) diukur dari bidang referensi. Maka dapat dikatakan zat cair pada penampang tersebut mempunyai total H (m), yang dinyatakan dengan rumus (Sularso, Haruo Tahara, 2017):

$$H = \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + Z \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana :

$$\frac{p}{\gamma} = \text{head tekanan (m)}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \text{head kecepatan (m)}$$

$$Z = \text{head potensial (m)}$$

$$\gamma = \text{energy spesifik (J/kg)}$$

$$v = \text{kecepatan (m/dt)}$$

$$g = \text{gravitasi (m/dt}^2\text{)}$$

Head total pompa dapat ditulis sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017):

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v_d^2}{2g} \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana :

$$H = \text{head total pompa (m)}$$

$$h_a + \Delta h_p = \text{head statis pompa (m)},$$

$$h_a = \text{head elevasi.}$$

Head ini adalah perbedaan tinggi antara permukaan air sisi keluar dan sisi isap, tanda positif (+) dipakai apabila muka air di sisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap.

1). Menentukan Bilangan REYNOLD.

(Raland V Giles Ir. Herman Widodo Soemitro), 2018)

$$Re = \frac{Vis. \cdot ds}{\nu} \dots\dots\dots(1.3.)$$

Dimana :

$$\nu = \text{viskositas kinematik zat cair} = 0,801. 10^{-6} \text{ pada } t = 30^\circ\text{C}$$

$$Vs = \text{kecepatan pada pipa (m/dt)}$$

d_s = diameter dalam pipa (m)

2). Kapasitas Aliran .

Kapasitas aliran adalah jumlah kebutuhan aliran yang akan dipompakan. Kapasitas ditentukan menurut kebutuhan pemakaiannya. Aliran fluida umumnya merupakan gerak suatu fluida yang mengalami berbagai gaya tidak seimbang. Ini terutama merupakan bagian dari mekanika fluida dan aliran fluida umumnya berkaitan dengan dinamika fluida. Pergerakan fluida berlanjut sampai gaya-gaya tidak seimbang yang berbeda diterapkan pada fluida. Besar kapasitas aliran adalah: (Mustafa, Bustami, Ir.M.Sc, 2018):

$$Q = A.V \dots\dots\dots(1.4)$$

Dimana :

A = Luasan penampang aliran (m²)

V = kecepatan aliran fluida (m/dt)

3) Kecepatan Spesifik

Kecepatan spesifik dari pompa adalah kecepatan putaran yang sebenarnya dari pompa pembanding yang mempunyai geometri sudu-sudu mirip (sama) dan dapat mengalirkan kenaikan zat cair 1 m dengan kapasitas 1 m³/s. Kecepatan spesitik dapat dimliskan dengan rumus sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017) :

$$n_s = n \cdot \frac{Q^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}} \dots\dots\dots(1. 5)$$

Dimana:

n_s = putaran spesitik pompa

n = putaran poros pompa (rpm)

Q= kapasitas pompa (m³/s)

H= head pompa (m)

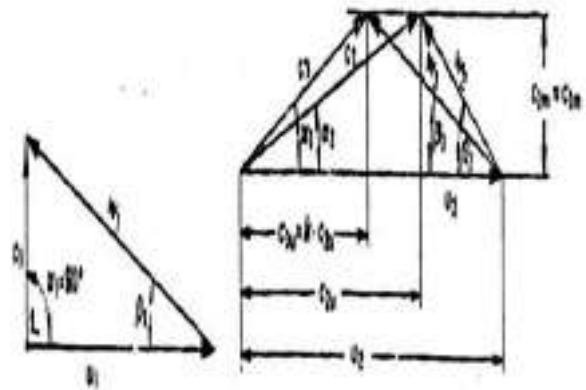
Putaran spesitik ini menentukan bentuk sudu-sudu impeler yang akan dipakai pada pompa sentrifugal. Untuk impeler tersebut adalah (Sularso, Haruo Tahara, 2017) :

- N_s = 12 - 35 impeler jenis radial
- N_s = 38 - 80 impeler jenis francis
- N_s = 80- 160 impeler jenis mixed flow
- N_s = 160-400 impeler jenis propeller

4) Segitiga Kecepatan

Kita dapat menggambarkan segitiga kecepatan dari setiap titik pada garis aliran. Segitiga kecepatan digunakan untuk mengetahui besaran-besaran kecepatan pada titik tersebut atau sudut yang dibentuk oleh kecepatan-kecepatan tersebut. Hal ini

dalam rangka perencanaan impeler pada pompa sentrifugal



Gambar 2. Segitiga kecepatan

(Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Dimana :

C = kecepatan absolut air masuk sudu (m/s)

C_{2m} = kecepatan radial air (m/s)

u = kecepatan tangensial (m/s)

α = sudut kecepatan absolut dengan kecepatan tangensial

β = sudut kecepatan relatif dengan kecepatan tangensial

w = kecepatan relatif air (m/s)

5) Daya poros dan efisiensi pompa.

Daya air adalah energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu, yang dapat kita tulis dengan rumus sebagai berikut (Sularso, Haruo Tahara, 2017):

$$P_w = \rho g Q H \dots\dots\dots 1.6)$$

Dimana :

P_w = daya air (kW)

ρ = massajenis air per satuan volume (kg/m³)

Q = kapasitas pompa (m³/s)

H = head total pompa (m)

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air dibagi dengan efisiensi pompa itu sendiri. Daya ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut (Dietzel, Fritz, Dakso Sriyono, 2009):

$$P_p = \frac{P_w}{\eta_p} \dots\dots\dots(1.7)$$

Dimana:

P_p = daya poros pompa (kW)

P_w = daya air (kW)

η_p = efisiensi pompa

Daya motor adalah daya nominal dari penggerak mula yang dipakai untuk menggerakkan pompa yang dapat dihitung dengan rumus (Dietzel, Fritz, Dakso Sriyono, 2009)

$$P_m = \frac{P_p(1+\alpha)}{\eta_t} \dots\dots\dots(1.8)$$

Dimana :

P_m = daya nominal penggerak mula – mula atau daya motor (kW)

α = faktor cadangan

η_t = efisiensi transmisi

Nilai α dan η_t dapat ditentukan melalui tabel perbandingan cadangan dan efisiensi transmisi. Untuk harga - harga standar efisiensi pompa dapat kita peroleh dalam tabel efisiensi standar pompa. Efisiensi pompa untuk pompa-pompa jenis khusus dapat diperoleh dari pabrik yang membuat pompa tersebut.

6) Kajian Diameter Poros pompa (R.S Khurmi, JK Gupta, 2012):

$$dp = \sqrt[3]{\frac{16.T}{\pi.\dot{r}}} \dots\dots\dots (1.9)$$

dimana :

T = momen puntir pada poros pompa. (Nmm).

N = putaran pompa.(1450 rpm)

$\dot{r}$ = tegangan geser ijin bahan poros.

7) Momen puntir (T) di dapat di caari

(R.S Khurmi, JK Gupta, 2012) =

$$T = \frac{60.P}{2.\pi.n} \dots\dots\dots (1.10)$$

Dimana :

P = daya pompa (W)

n = putaran pompa (rpm).

8) Head isap positif atau *Neto Positif Suction Head (NPSH)*.

Seperti yang telah diuraikan di atas, kavitasi akan terjadi bila tekanan statis suatu aliran zat cair turun sampai di bawah tekanan uap jenuhnya. Jadi untuk menghindari kavitasi, harus diusahakan agar tidak ada satu

bagianpun dari aliran di dalam pompa yang mempunyai tekanan statis lebih rendah dari tekanan uap jenuh cairan pada temperatur yang bersangkutan. Berhubung dengan hal tersebut di atas, maka head isap positif neto atau NPSH (*Net Positive Suction Head*) didefinisikan sebagai ukuran keamanan pompa terhadap kavitasi. (Sularso, Haruo Tahara, 2017).

maka besarnya NPSH yang tersedia dapat diditulis dengan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, 2017).

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - h_s - h_{ls} \dots\dots(1.11)$$

Dimana :

h_w = NPSH yang tersedia (m)

P_a = tekanan atmosfer (Pa)

P_v = tekanan uap air pada temperatur (Pa)

ρ = berat zat cair per satuan volume (kg/m^3)

h_s = head isap statis (m), (bertanda +) jika pompa terletak di bawah permukaan cairan yang :liisap dan sebaliknya

h_{ls} = kerugian head pada sisi isap (m)

NPSH yang diperlukan untuk titik ini adalah $NPSH_R$, maka dapat dinyatakan sebagai berikut (2):

$$NPSH_p = \sigma \cdot H \dots\dots\dots (1.12)$$

Dimana:

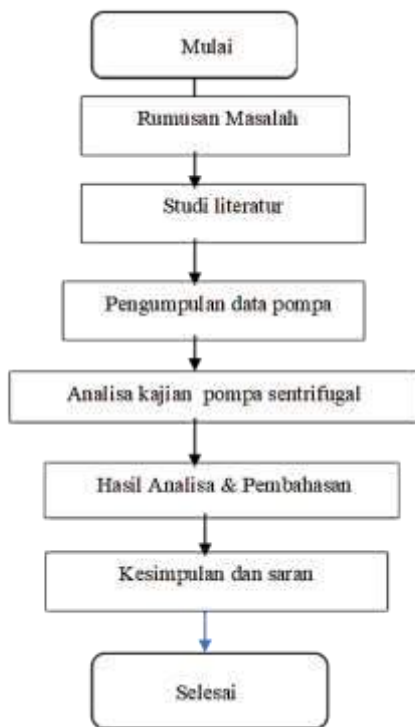
σ = koefisien kavitasi thoma

$NPSH_R$ = NPSH yang diperlukan

H = head pompa (m)

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini metodologi penelitian digambarkan seperti pada diagram alir yaitu :

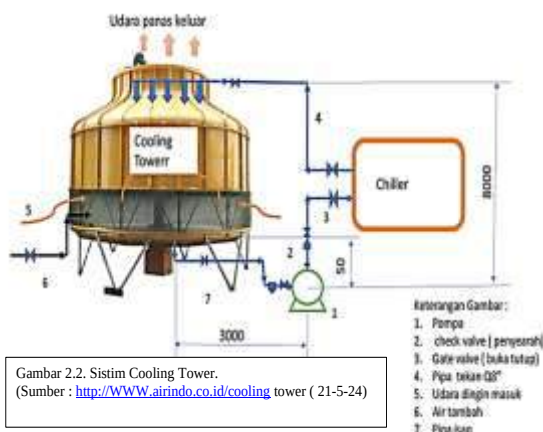


Gambar 3. Diagram alir Analisa pompa sentrifugal (Sumber : Karya mandiri) :

2.1 Data lapangan :

Berikut data pompa yang akan dianalisa yang di peroleh dri PT X. yaitu :

1. Kapasitas Pompa : 86 m³/jam.
2. Fluida yang di alirkan : Air
3. Jenis Pompa Sentrifugal.
4. Fungsi Mensirkulasikan air ke *Cooling Tower*.
5. Tinggi Instalasi pemipaan : 5,5.meter.
6. Panjang instalasi : 3 meter
7. Sumber air PAM



Gambar 2.2. Sistem Cooling Tower.
(Sumber : [http://WWW.airindo.co.id/cooling tower \(21-5-24\)](http://WWW.airindo.co.id/cooling_tower/))

Gambar 4. Segitiga kecepatan
(Sumber : Penelitian Mandiri)

III.HASIL DAN PEMBAHASAN.

3.1. Menentukan diameter pipa masuk dan keluar pompa adalah (Mustafa, Bustami, Ir.M.Sc, 2018):

$$Q = A.Vp$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 D_s &= \sqrt{\frac{4.Qp}{\pi.Vs}} \\
 &= \sqrt{\frac{4(.0,024)}{3,14(.3)}} = \sqrt{\frac{0,096}{9,42}} \\
 &= \sqrt{0,0102} = 0,102 \text{ m} \\
 &\text{atau } 102 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3.2.Menentukan Bilangan REYNOLD.:

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{Vis \cdot ds}{\nu} \\
 Re &= \frac{3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,102 \text{ m}}{0,801 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = \frac{0,306}{0,00000801} \\
 &= 3820
 \end{aligned}$$

Maka aliran dalam pipa turbulen .(3820 > 2000)

3.3.Menentukan Besar Head:

1) Menentukan Tinggi Head Statis (ha) .

ha = ketinggian = 5,7 meter
h discharge = 1 Bar atau
= 100 000 N/m².

$$\begin{aligned}
 \text{Atau } \Delta h_p &= \frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{100 \text{ 000}}{1000 \times 9,8} \\
 &= 10,2 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

Sehingga besar head statis untuk pipa 4' yaitu :

$$\begin{aligned}
 H_s &= ha + \Delta h_p \\
 &= 10,2 + 5,5 = 15,7 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

2) Head Losses discharge / kerugian pada pipa keluar (mayor ,hld

$$\begin{aligned}
 h_{fd1} &= \lambda \cdot \frac{Id \cdot Vid^2}{ds \cdot 2 \cdot g} \\
 h_{fd1} &= 0,025 \cdot \frac{8 \text{ m} (3\text{m/s})^2}{0,102 \text{ m} \cdot 2 \cdot 9,8\text{m/s}^2} \\
 &= 0,025 \left(\frac{24}{1,96} \right) \\
 &= 0,31. \text{ m}
 \end{aligned}$$

3)Head Losses kerugian Fitting pipa (Minor) tekan addalah : (hfd2) pipa tekan Fitting 4 “ adalah :

$$h_{fd2} = K \cdot \frac{Vid^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

K =jumlah koefisien gesek pada fitting pada pipa tekan

$$K = (4 \times 0,25) + 1 \times 0,25 + (6 \times 0,5) = 4,25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_{fd2} &= 4,25 \cdot \frac{(3 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \\ &= 4,25 \left(\frac{9}{19,6} \right) \\ &= 2,26 \text{ m} \end{aligned}$$

4) Maka kerugian gesek pipa tekan 4” (mayor) adalah =

$$\begin{aligned} H_{fd} &= h_{fd1} + h_{fd2} \\ &= 0,31 + 2,26 = 2,57 \text{ m} \end{aligned}$$

5) Kerugian gesep pipa isap dan tekan 4” adalah :

$$H_i = h_{fs} + h_{fd}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} H_{fs} &= \text{kerugian gesek pipa isap} \\ &= 0,96 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{fd} &= \text{kerugian gesek pipa tekan} \\ &= 2,57 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka :

$$H_i = 0,96 + 2,57 = 3,53 \text{ m}$$

Berikut table 3.1. kerugian gesek pipa isap dan tekan 4inc hasil

Analisa :

Tabel 3.1. table kerugian gesek pipa isap dan tekan 4inc (Hi).

No	Kerugian gesek pipa isap dan tekan (hi) (m)					
	Diameter pipa	V (m/dt)	Re	Hfs	Hfd	Jumlah (m)
1	Pipa isap 4"	3	79300	0,96	2,57	3,53

Sumber : Penelitian Mandiri)

6) Besar Head total pipa 4 “ :

$$H = (h_a + \Delta h_p) + h_i + \frac{v d^2}{2 \cdot g}$$

$$v = 15,7 + 3,53 + \frac{(3)^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$H = 19,3 \text{ m}$$

Berikut Hasil analisa head total pada pipa 4 inc. yang dibutuhkan pompa dapat di lihat di table 3.2.

Tabel 1. Hasil Analisa Head total pipa 4 inc.

No	Head total pompa (H) (m)				
	D.Pipa	Ha+ Δhp	Hi	V ² /2g	H.(m)
1	4 “	15,7	3,53	0,46	19,3

(Sumber hasil Analisa)

Tekanan yang dibutuhkan air pompa adalah (P) :

$$\begin{aligned} P &= \rho \cdot g \cdot H \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/dt}^2 \times 19,3 \text{ m} \\ &= 189140 \text{ Pa atau } 1,9 \text{ Bar atau} \\ &\text{di bulatkan menjadi } 2 \text{ Bar.} \end{aligned}$$

3.4. Menentukan besar nilai NPSH:

1) NPSH yang tersedia.

Adalah tekanan sisi isap pompa dan dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} H_{sv} &= \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_{is} \\ H_{sv} &= \frac{103320}{9724} - \frac{74147}{9724} - 0 - 0,96 \\ &= 10,63 - 7,62 - 0,96 \\ &= 2,05 \text{ m} \end{aligned}$$

2)NPSH Yang Diperlukan

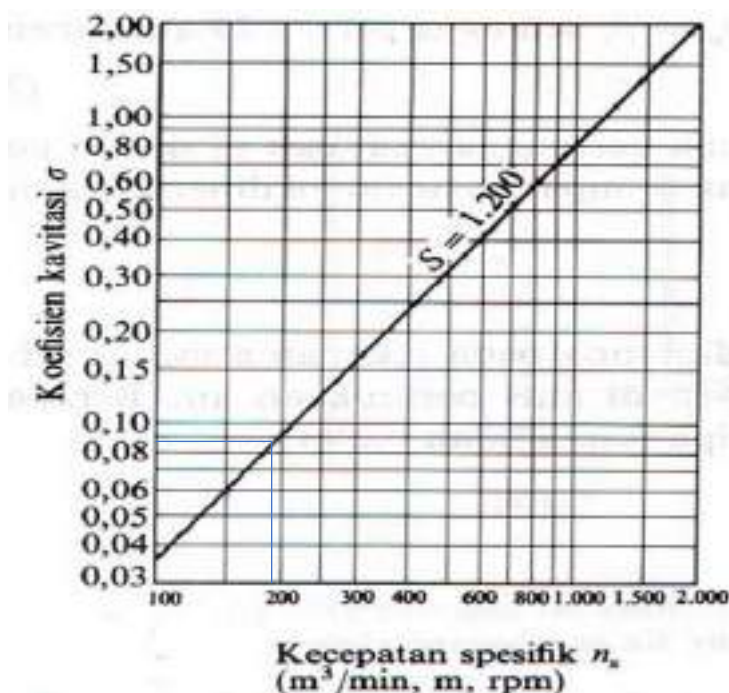
NPSH yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus Thoma (Hsn):

$$\sigma = \frac{H_{svn}}{H_n}$$

Maka : $H_{sn} = \sigma \times H_n$

Untuk mencari nilai (σ) , maka diperlukan nilai putaran spesifik (n_s)

$$\begin{aligned} n_s &= \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \\ n_s &= \frac{1450 \times \sqrt{1,43}}{19,3^{0,75}} \\ &= \frac{1746}{9,21} = 190 \text{ rpm} \end{aligned}$$



Gambar 5. Grafik Hubungan antar koefisien kavitasi thoma dengan kecepatan (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Dengan diketahuinya harga $n_s = 190$ rpm , maka dapat dicari koefisien Thoma (σ). Dari grafik 4.3 maka dapat nilai $\sigma = 0,085$

$$\begin{aligned} H_{svn} &= \sigma \times H_n \\ &= 0,085 \times 19,3 \\ &= 1,64 \text{ m} \end{aligned}$$

3) Dari hasil analisa di atas maka NPSH yang tersedia H_{vs} : (2,06 m) > NPSH yang diperlukan H_n (1,7 m). atau $2,37 > 1,64$ m Maka Pompa dinyatakan aman terhadap kavitasi.

3.5. Besar Daya air /Fluida P_w pada instalasi pipa 4 “:

$$P_w = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q.$$

Maka :

$$\begin{aligned} P_w &= (1000) \times (9,8) \times (19,3) \times (0,024) \\ &= 4518 \text{ W.} = 4,5 \text{ kW.} \end{aligned}$$

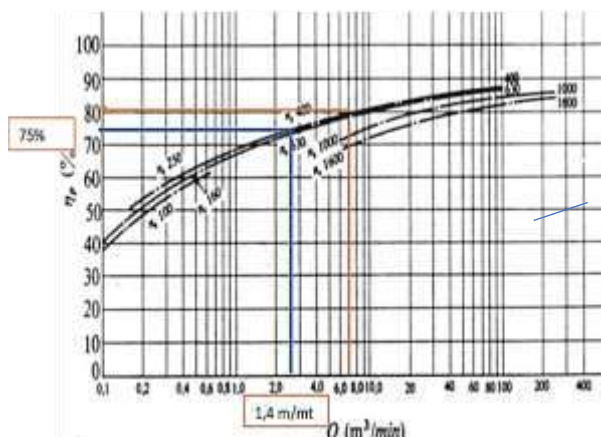
3.6 Daya Pompa (Daya Poros Pompa) (P_p).

Daya poros adalah daya yang dibutuhkan poros pompa untuk memutar impeller sehingga impeller dapat mendorong air dari sisi isap ke sisi keluaran.

Besar daya poros pompa adalah (P_p) :

$$P_p = \frac{P_w}{\eta_p}$$

Efisiensi pompa dapat di tentukan dengan garfik di bawah ini :



Gambar 6. Grafik Hubungan antara kecepatan spesifik (n_s) dan kapasitas (Q) untuk menentukan efisiensi pompa (Sularso, Haruo Tahara, 2017)

Maka;

Daya pompa untuk pipa 4 “ adalah :

$$\begin{aligned} P_p &= \frac{4518}{0,75} \\ &= 6024 \text{ W} = 6 \text{ kW.} \end{aligned}$$

Daya Poros (P_p) = 6 kW.

3.7 Adapun rumus untuk menentukan daya Motor nominal tersebut adalah :

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{P_p \cdot (1 + \alpha)}{\eta_t} \\ P_m &= \frac{6024 \cdot (1 + 0,15)}{0,96} \\ &= 7,216 \text{ W.} \\ &= 7,2 \text{ kW.} \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Analisa daya air, daya pompa dan daya motor penggerak pada instalasi pipa 4” Efisiensi 75%:

No	D. pipa	Q (m³/s)	H (m)	Daya Teoritis (kW)		
				Pw. (kW)	Pp. (kW)	Pm. (kW)
1	4”	0,024	19,3	4,5	6	7,2

(Sumber : Karya Mandiri)

3.8 . Pembahasan

Dari hasil analisis kajian kinerja pompa sentrifugal yang digunakan untuk pendingin *cooling tower* kapasitas 86 m³/jam sebagai pendingin chiller adalah :

1. Head yang dibutuhkan untuk mengalirkan air ke *cooling tower* dengan ketinggian sistim pemipaan 8 meter adalah 19,3 meter, (2 bar) sedang tekanan yang ada adalah 2,2 bar. Berarti pompa mampu mengalirkan air ke atas *cooling tower*.
2. Hasil Analisa sistim pemipaan untuk aliran kapasitas air yang di butuhkan *cooling tower* sebesar 86 m³/jam, dibutuhkan ukuran diameter pipa 4 inc atau 102 mm. ketebalan 6,02 mm adalah sesuai yang terpasang pada sistim pemipaan.
3. Daya pompa hasil Analisa adalah 6 kW sedang daya motor 7,2 kW, sedang daya motor yang terpassang adalah 10 kW. Berarti motor dan pompa aman

III. KESIMPULAN

Dari hasil analisis kajian kinerja pompa sentrifugal yang digunakan untuk pendingin *cooling tower* kapasitas 86 m³/jam sebagai pendingin chiller adalah :

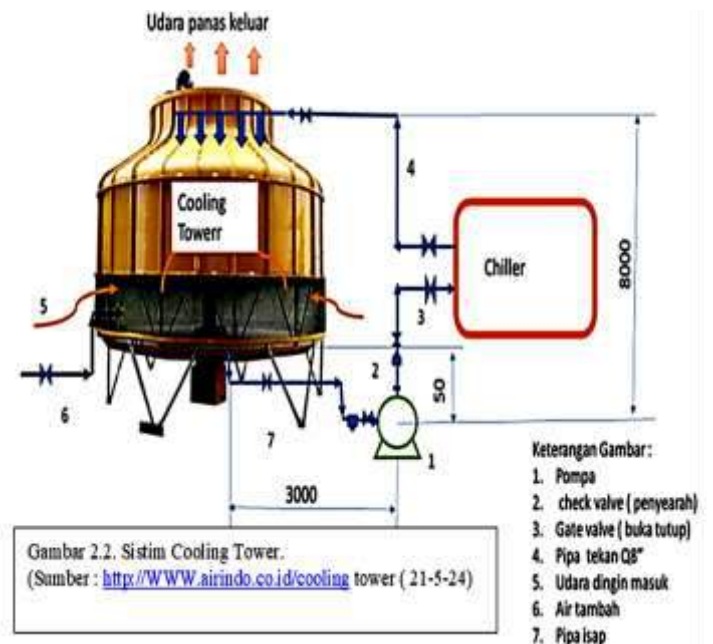
1. Head yang dibutuhkan pada sistim pemipaan adalah 19,3 meter, sedang tekanan yang ada

- adalah 2,2 bar. Berarti pompa mampu mengalirkan air ke atas *cooling tower*.
- Hasil Analisa sistim pemipaan untuk aliran kapasitas air yang di butuhkan *cooling tower* sebesar 86 m³/jam, pada ukuran pipa 4 inc atau adalah sesuai yang terpasang pada sistim pemipaan.
 - Daya pompa hasil Analisa adalah 6 kW, daya motor 7,2 kW, sedang daya moor yang terpasang addalah 10 kW. Berarti motor dan pompa aman

DAFTAR REFERENSI

- Dietzel, Fritz, Dakso Sriyono, 2018 "Turbin Pompa dan Kompresor",Erlangga, Jakarta. 2009.
- Mustafa, Bustami, Ir.M.Sc, "Pompa Sentrifugal",Jakarta.
- Raland V Giles, Ir. Herman Widodo Soemitro, 2018, Mekanika Fluida & Hidrolika. Edisi 6. Seri Buku Schaum.
- R.S Khurmi, JK Gupta, 2012, A text book machine of Design",Eurasia Publishing house (pvt) Ltd. Ram nager new dehli 11055 edisi ketiga.
- Sularso, Haruo Tahara , Pompa dan Kompresor Pemilihan, 2017, Pemakaian Dan Pemeliharaan" PT. PRDNYA PARAMITHA Jakarta.
- Wiranto Arismunandar, Heizo Saito Penyegaran Udara, 2005,Edisi 7, PT. PRADNYA PARAMITA, Jakarta.

Lampiran.



PENGEMBANGAN SISTEM TIMBANGAN DIGITAL BERBASIS IOT UNTUK MONITORING DEWAR NITROGEN PADA SPEKTROMETER GAMMA HPGE

¹Leni Devera Asrar, ²Cahyono Kurniawan Hidayat, ³Vira Nadiya Khairun Nisa
¹²³Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
leniasrar@gmail.com

Abstrak

Penggunaan detektor semikonduktor HPGe pada sistem perangkat spektrometer gamma membutuhkan nitrogen cair yang berfungsi sebagai pendingin detektor. Jumlah cairan pendingin yang ada dalam tabung dewar perlu diketahui karena mempengaruhi kinerja detektor dalam melakukan pengukuran tingkat radioaktifitas suatu sumber radioaktif. Saat ini pada perangkat spektrometer gamma masih menggunakan timbangan manual untuk mengontrol jumlah cairan pendingin dalam dewar. Penggunaan timbangan manual pada dewar nitrogen memiliki beberapa kekurangan, diantaranya yaitu operator diharuskan untuk memantau secara berkala ke laboratorium untuk memantau berat dewar nitrogen, tidak adanya sistem yang memperingatkan operator jika berat dewar nitrogen sudah dibawah batas minimum, dan spektrometer gamma yang tetap dapat beroperasi meskipun nitrogen cair pada dewar tidak berada pada batas minimum yang berpotensi dapat merusak spektrometer gamma tersebut. Tujuan penelitian ini yaitu membuat sistem yang dapat mengetahui berat dewar nitrogen secara real time dan tidak terbatas jarak dan membuat sistem yang dapat memutuskan catu daya pada alat spektrometer gamma jika berat dewar nitrogen dibawah nilai yang telah ditentukan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development*. Sistem ini diharapkan dapat mencegah salah satu potensi kerusakan yang dapat terjadi pada spektrometer gamma dengan cara memastikan sistem tidak beroperasi jika berat dewar nitrogen dibawah minimum, memberikan peringatan jika dewar nitrogen sudah harus diisi ulang, dan mempermudah pekerjaan operator spektrometer gamma yang perlu melakukan monitoring berat dewar nitrogen secara berkala. Berdasarkan uji coba sistem yang telah dilakukan, sistem dapat berfungsi dengan baik pada *set point* kondisi "Bahaya", "Waspada", dan "Aman". Adapun terdapat perbedaan 1% bacaan berat pada sensor *load cell* dibandingkan dengan anak timbangan, tetapi data yang diperoleh menunjukkan presisi yang optimal. Sistem juga dapat memastikan sistem spektrometer gamma tidak dapat dihidupkan pada saat berat dewar nitrogen ≤ 25 kg.

Kata Kunci: Detektor semikonduktor HPGe, Spektrometer gamma, Monitoring berat dewar, Load cell sensor, Pengukuran radioaktivitas

1. PENDAHULUAN

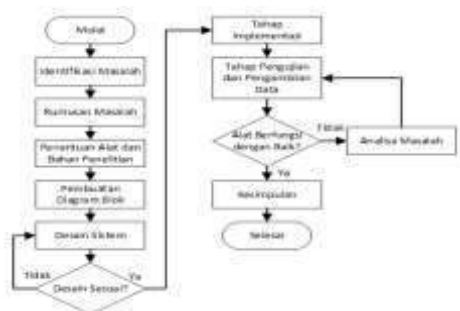
Metrologi radiasi merupakan ilmu pengetahuan dalam bidang pengukuran radiasi, yang meliputi: radioaktivitas, dosis, intensitas radiasi, waktu paruh dan sifat-sifat lain dari radionuklida pada penggunaan radiasi pengion. Sistem pencacah spektrometer gamma merupakan salah satu alat ukur radioaktivitas dengan metode pengukuran secara relatif (Hermawan, 2018; Omar, 2022). Pengoperasian sistem spektrometer gamma dimulai dengan memeriksa kondisi nitrogen cair dalam dewar untuk memastikan kondisi aman detektor (Agus, 2013). Penggunaan timbangan manual pada dewar nitrogen memiliki beberapa kekurangan, diantaranya yaitu operator diharuskan untuk memantau secara berkala ke laboratorium untuk memantau berat dewar nitrogen, tidak adanya sistem yang memperingatkan operator jika

berat dewar nitrogen sudah dibawah batas minimum, dan spektrometer gamma yang tetap dapat beroperasi meskipun nitrogen cair pada dewar tidak berada pada batas minimum. Oleh sebab itu, penting untuk membuat suatu sistem yang dapat memastikan berat dewar nitrogen saat spektrometer gamma beroperasi berada diatas batas berat minimum yang telah ditentukan dan spektrometer gamma tidak akan dapat beroperasi jika berat dewar nitrogen berada dibawah berat minimum. Timbangan pada spektrometer gamma digunakan untuk mengetahui berat nitrogen pada dewar nitrogen. Kondisi nitrogen cair dalam keadaan aman jika berat nitrogen cair dan dewar lebih dari 25 kg. Apabila kurang dari 25 kg, operator diharuskan mengisi nitrogen cair terlebih dahulu sebelum melakukan pengoperasian (Agus, 2013). Saat foton berinteraksi dengan seluruh material detektor, akan dihasilkan

pembawa muatan (berupa holes dan elektron), selanjutnya pembawa muatan ini akan terbawa oleh medan listrik menuju elektroda P dan N. Detektor dipasang pada ruang vakum yang disediakan atau dimasukkan ke dalam LN2 Dewar (Lidstroem, 2000). Penelitian ini mencakup serangkaian percobaan untuk menguji sensor *load cell* dan aktuator relay guna mendapatkan data pengukuran yang dianalisis untuk menguji keefektifan produk yang akan dihasilkan. Pada penggunaannya, sensor *load cell* berfungsi untuk mengkonversi berat menjadi sinyal listrik (Fahmi, 2018). Keluaran sensor *load cell* merupakan beda potensial dari lengan-lengan jembatan wheatstone yang mengalami ketidakseimbangan (Yusuf, 2023). Sistem ini telah terintegrasi dengan *internet of things* sehingga operator dapat mengetahui berat nitrogen secara *real-time* melalui aplikasi BLYNK (Wagya, 2019). Hal ini memberikan kemudahan bagi operator untuk memonitor berat dari jarak jauh dan mendapatkan notifikasi otomatis.

METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *Research and Development*. Sistem yang dibuat bertujuan memantau dan memberikan peringatan terkait berat dewar nitrogen dengan batasan berat minimum yang terhubung dengan jaringan IoT. Batasan berat dibagi menjadi 3 kategori: daerah aman, waspada, dan berbahaya. Ketika berat dewar nitrogen mencapai batas kategori waspada, sistem memberikan notifikasi agar operator mengisi cairan nitrogen. Jika berat mencapai batas kategori berbahaya, sistem memutuskan catu daya alat spektrometer gamma. Selain itu, operator juga dapat memantau berat dewar nitrogen melalui aplikasi yang dibuat.

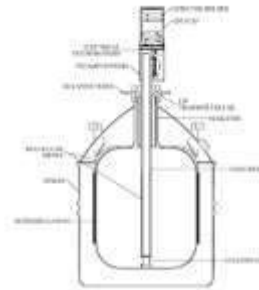


Gambar 1. Diagram Alir

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Skematik detektor HPGe ditunjukkan pada gambar 2.

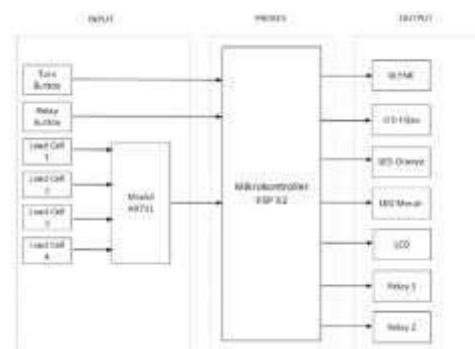


Gambar 2. Skematik Detektor HPGe (Lidstroem, 2000)

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Cara kerja detektor HPGe yaitu saat foton berinteraksi dengan seluruh material detektor, akan dihasilkan pembawa muatan (berupa holes dan elektron), selanjutnya pembawa muatan ini akan terbawa oleh medan listrik menuju elektroda P dan N. Muatan ini, jumlahnya sebanding dengan energi yang tersimpan dalam detektor dikarenakan adanya foton yang masuk, selanjutnya diubah menjadi pulsa tegangan oleh preamplifier integral yang sensitif terhadap muatan.

Diagram blok sistem ditunjukkan pada gambar 2 yang merupakan gambaran keseluruhan sistem yang saling terhubung satu sama lain.

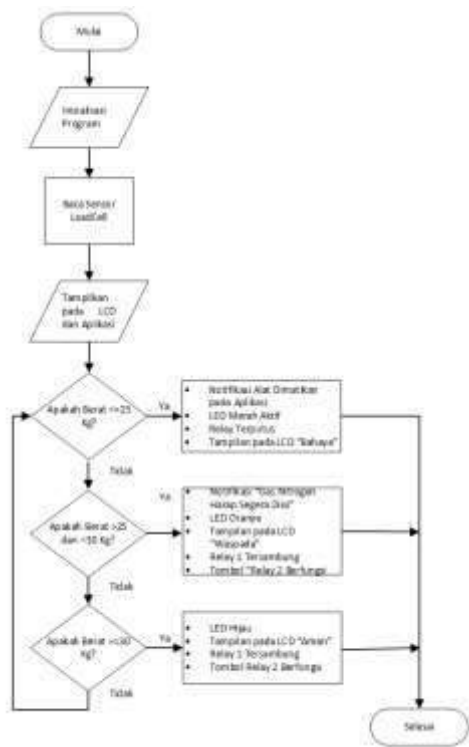


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Cara kerja sistem timbangan digital dapat dilihat pada gambar 3 yang dimulai dari inisialisasi program, proses pengolahan data,

dan keluaran dari sistem berdasarkan indikator-inidktor yang telah ditentukan.



Gambar 3. Diagram Alir Cara Kerja Sistem Timbangan
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 4. Proses Pengujian Sensor Load Cell
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pengujian sensor *load cell* dilakukan dengan variasi berat menggunakan anak timbangan. Variasi berat yang dilakukan yaitu 500 gram, 700 gram, 800 gram, 900 gram, 950 gram, dan 990 gram.

Pengujian lampu indikator ditandai dengan aktifnya warna lampu sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Jika kondisi "Aman" maka pembacaan sensor yang ditampilkan pada LCD diatas *set point* 30 kg dan lampu hijau akan menyala serta lampu

merah dan lampu kuning kondisi mati, jika kondisi "Waspada" maka pembacaan sensor yang ditampilkan pada LCD diatas *set point* 25 kg dan dibawah *set point* 30 kg dan lampu kuning dan lampu hijau kondisi mati, dan jika kondisi "Bahaya" maka pembacaan sensor yang ditampilkan pada LCD dibawah *set point* 25 kg dan lampu merah akan menyala serta lampu hijau dan kuning kondisi mati.

Tabel 1. Pengujian Sensor Load Cell
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Berat Anak Timbangan (Kg)	Bacaan ke - 1 (Kg)	Bacaan ke -2 (Kg)	Bacaan ke-3 (Kg)	Bacaan ke-4 (Kg)	Bacaan ke-5 (Kg)	Rata-Rata (Kg)
0,500	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
0,700	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
0,800	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
0,900	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
0,950	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
0,990	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00



Gambar 5. LCD dan LED Kondisi "Aman"
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 6. LCD dan LED Kondisi "Waspada"
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian



Gambar 7. LCD dan LED Kondisi "Bahaya"
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Untuk pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 8 dimana hasil pembacaan sensor yang telah diproses oleh ESP32 yang terhubung dengan wifi akan dikomunikasikan dengan aplikasi Blynk, dan aplikasi Blynk akan menampilkan data yang diterima dari ESP32 untuk monitoring pembacaan sensor *load cell* dan mengetahui kondisi pada dewar nitrogen.



Gambar 8. Pengujian Sistem
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Pada aplikasi Blynk yang telah dibuat, terdapat tampilan 3 indikator dan tampilan berat pada timbangan digital. Jika berat yang terukur pada sensor *load cell* berada pada *set point* kondisi "Aman", maka indikator yang menyala berwarna hijau. Sedangkan jika berat yang terukur pada sensor *load cell* berada pada *set point* kondisi "Waspada", maka indikator yang menyala berwarna kuning dan terdapat notifikasi "Waspada Nitrogen Segera Diisi". Jika berat yang terukur pada sensor *load cell* berada pada *set point* kondisi "Bahaya", maka indikator yang menyala berwarna merah dan terdapat notifikasi "Bahaya Nitrogen

hampir habis, Spektrometer gamma dimatikan".

3. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Sistem timbangan digital pada dewar nitrogen spektrometer gamma detektor high purity germanium (HPGe) menggunakan sensor *load cell* berbasis internet of things telah berjalan dengan baik pada kondisi standby, kondisi "Aman", kondisi "Waspada", dan kondisi "Bahaya".
2. Sistem dapat mendeteksi perubahan berat pada dewar nitrogen, memberikan notifikasi jika kondisi berat dewar nitrogen berada pada kondisi "Waspada" atau kondisi "Bahaya"
3. Sistem telah terintegrasi dengan *internet of things* sehingga operator dapat mengetahui berat nitrogen secara *real-time* melalui aplikasi BLYNK. Hal ini memberikan kemudahan bagi operator untuk memonitor berat dari jarak jauh dan mendapatkan notifikasi otomatis.
4. Sistem yang dibuat menunjukkan akurasi dan presisi optimal dalam pengukuran berat. Dari beberapa kali pengujian, perbedaan hasil antara anak timbangan yang tertelusur dan bacaan berat pada sistem konsisten sebesar 1%
5. Sistem dapat memastikan sistem spektrometer gamma tidak dapat dihidupkan pada saat berat dewar nitrogen ≤ 25 kg

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, T. P. , & E. N. (2013). *Optimizing of gamma spectrometer parameter by using HpGe detector*.
- Fahmi, R. Z. (2018). *Penerapan Alat Pembaca Sensor Load Cell Pada Universal Testing Machine (Utm)*.

- Hermawan, C. , & G. W. (2018). *Making standard source mixture of ^{137}Cs - ^{60}Co for calibration of gamma spectrometer.*
- Lidstroem, K. , N. C. , & A. G. (2000). *Dose measurements with a HPGe detector-a technical manual.*
- Omar, O. A. B. , & E. S. A. (2022). Study Matrix Densities Variation on Assay of ^{137}Cs & ^{60}Co using Gamma Spectrometric Analysis and Correction Equation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2305, No. 1, p. 012003). IOP Publishing.
- Wagya, A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 8(2), 238-247.
- Yusuf, M. , S. S. , & R. S. D. (2023). Sistem Pengukuran Berat dan Dimensi Paket Otomatis Menggunakan Sensor Loadcell dan Sensor Ultrasonic Berbasis Mikrokontroler esp. In *Prosiding Seminar Nasional Wijayakusuma National Conference* (Vol. 4, No. 1, Pp. 128-140).

PERAKITAN MESIN PENCACAH SAMPAH ORGANIK DENGAN TENAGA SEL SURYA KAPASITAS 25 KG/JAM

Parman Sinaga

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

Abstrak

Perakitan mesin pencacah organik dengan tenaga sel surya ini adalah untuk mengatasi masalah sampah organik yang semakin meningkat setiap tahunnya. Sampah organik dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, seperti pencemaran air dan udara, bau tidak sedap, serta menimbulkan berbagai penyakit. Di sisi lain, energi listrik juga merupakan salah satu sumber dayayang semakin terbatas dan mahal. Tujuan perakitan untuk memasang komponen, agar terpasang diposisi yang benar sesuai dengan fungsinya. Dengan demikian maka diambilah judul “Perakitan mesin dengan tenaga sel surya kapasitas 25 kg/jam”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan melakukan perakitan mesin secara langsung di laboratorium bengkel Cv XX. Jl. Rawagelam V blok C-14. Rangka mesin sebagai salah satu bagian dari mesin pencacah sampah organik memiliki peranan yang penting. Hasil perakitan komponen mesin pencacah sampah yaitu komponen motor listrik di pasang dengan baut M 6 jumlah baut untuk pengikat motor 4 baut dengan kekuatan 4,5 kg tiap bautnya. Semua komponen-komponen tersebut terikat pada rangka mesin melalui bantuan baut pengikat. Oleh karena itu, pembuatan rangka mesin harus diperhitungkan dengan baik guna mengoptimalkan kinerja pada komponen komponen yang telah di pasang secara paten.

Kata Kunci : Perakitan, Panel Surya, Motor Listrik, Baut, Mesin

1. PENDAHULUAN

Sampah organik adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup yang mudah terurai secara alami tanpa proses campur tangan manusia untuk dapat terurai. Sampah organik bisa dikatakan sebagai sampah ramah lingkungan bahkan sampah bisa diolah kembali menjadi suatu yang bermanfaat bila dikelola dengan tepat. Tetapi sampah bila tidak dikelola dengan benar akan menimbulkan penyakit dan bau yang kurang sedap hasil dari pembusukan sampah organik yang cepat. Contoh sampah organik adalah sisa bahan makanan, kertas, kayu, dan daun. (Sujarwo, Widyaningsih, M. Si., Trisanti, 2014)

Dalam mempercepat proses pengolahan sampah menjadi kompos, berdasarkan faktor ukuran partikel sebaiknya sampah organik dicacah atau di potong-potong terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam mesin, sehingga dibutuhkan suatu alat atau mesin untuk memudahkan proses pencacahan tersebut yaitu mesin pencacah sampah organik.

Perakitan mesin pencacah organik dengan tenaga sel surya ini adalah untuk mengatasi masalah sampah organik yang semakin meningkat setiap tahunnya. Sampah organik dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, seperti pencemaran air dan udara, bau tidak sedap, serta menimbulkan berbagai penyakit. Di sisi lain, energi listrik juga merupakan salah satu sumber daya yang semakin terbatas dan mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah inovasi yang ramah lingkungan dan hemat energi dalam mengolah sampah organik menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan kembali, seperti pupuk organik. Dengan adanya mesin pencacah sampah organik dengan tenaga sel surya ini, diharapkan dapat membantu mengurangi ketergantungan pada energi Listrik.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental

dengan melakukan perakitan mesin secara langsung di laboratorium bengkel Cv. XX. Jl. Rawagelam V blok C-14.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

2.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk perancangan alat mesin antara lain : kerangka mesin pencacah, mata pisau hss, panel surya, inverter, baterai atau accumulator, motor listrik, hopper input, hopper output, poros, v-belt, pulley, bearing, dan roda. Sedangkan bahan yang di gunakan dalam proses pengujian performansi alat pencacah sampah organik ini adalah ranting pohon dan campuran sampah organik lainnya.



Gambar 1 Mesin Pencacah Sampah
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2.2.2 Peralatan Perakitan

1. Alat yang digunakan dalam perakitan kerangka adalah sebagai berikut :
 - a. Mesin Las
 - b. Mesin Gerinda
 - c. Mesin Bor
 - d. Penggaris
 - e. Jangka Sorong
 - f. Kunci Pas
 - g. Palu
 - h. Obeng
 - i. Meteran
 - j. Sikat kawat
 - k. Penitik
 - l. Mur dan Baut
2. Adapun alat yang digunakan dalam proses pengukuran, yaitu :

- 1) Stopwatch adalah alat yang bisa digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang di perlukan dalam suatu pekerjaan.
- 2) Tachometer adalah alat yang biasa digunakan untuk mengukur kecepatan mesin dalam satuan rpm, dengan adanya tachometer ini dapat mudah mengetahui perputaran mesin.
- 3) Thermogun industri berfungsi untuk mengukur suhu benda yang sulit di jangkau oleh tangan manusia karena letaknya yang tinggi (misalnya panel surya).
- 4) Meteran berfungsi untuk mengukur panjang bahan dalam rancangan alat pencacah sampah. Meteran juga berguna untuk mengukur sudut dan lain-lain.
- 5) Jangka Sorong berfungsi untuk mengukur ketebalan, diameter dalam, dan mengukur kedalaman suatu benda.
- 6) LCR Meter berfungsi untuk mengukur induksi, kapasitor, resistor atau tahanan

2.2.3 Metode Pelaksanaan

Dalam melaksanakan perakitan komponen, maka terlebih dahulu di lakukan pengamatan di lapangan studi literatur dan konsultasi dengan yang mendukung pembuatan proyek mesin pencacah sampah organik. Komponen yang dirakit adalah :

1. Dudukan bak perajang sampah
2. Dudukan panel surya
3. Dudukan motor listrik
4. Dudukan accumulator
5. Pengikat inverter
6. Roda

Adapun alat yang digunakan dalam proses perakitan komponen diantaranya adalah :

1. Mesin Las

2. Mesin gerinda
3. Mesin bor
4. Baut dan mur
5. Sikat kawat
6. Meteran
7. Jangka sorong
8. Kunci pas
9. Penggaris
10. Obeng
11. Palu
12. Penitik

2.2.4 Proses Manufaktur

Proses ini merupakan proses pembuatan mesin pemotong dan pencacah sampah organik yang meliputi proses permesinan untuk dapat membentuk sebuah alat sesuai dengan desain yang diinginkan. Adapun macam-macam proses permesinan yang dilakukan dalam pembuatan alat adalah sebagai berikut :

1. Proses pengelasan dilakukan guna menyatukan bagian-bagian rangka. Las busur listrik dengan elektroda terbungkus atau sering disebut dengan las SMAW terjadi karena adanya perubahan arus listrik menjadi panas.
2. Proses pengeboran dilakukan untuk membuat lubang pada bahan rangka sebagai tempat komponen pengencang seperti mur dan baut.
3. Proses pemotongan dilakukan guna mendapatkan ukuran benda kerja yang sesuai dengan desain yang tertera pada gambar kerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Perakitan Rangka Mesin

Rangka mesin sebagai salah satu bagian dari mesin pencacah sampah organik memiliki peranan yang penting. Rangka berfungsi sebagai penopang komponen mesin yang terpasang. Secara khusus rangka berfungsi sebagaiudukan mesin pencacah sampah. Poros, pisau perajang, motor listrik, inverter dan panel surya. Semua komponen-komponen tersebut terikat pada rangka mesin melalui bantuan baut pengikat. Oleh karena itu, pembuatan rangka mesin harus di perhitungkan dengan baik guna

mengoptimalkan kinerja pada komponen-komponen yang telah di pasang secara paten.

Dalam pembahasan ini akan di sampaikan beberapa hal yang berkaitan dengan proses perakitan rangka mesin. Proses perakitan rangka mesin secara beruntun dijelaskan sebagai berikut :

3.1.1 Rangka Utama

Rangka utama terbuat dari bahan baja profil siku St 37. Panjang kerangka 945 mm, lebar kerangka 500 mm dan tinggi penopang dari bawah sampai penopang panel surya 1725 mm. Terdiri dari beberapa bagian antara lain tiang penyangga, penguat pada bagian bawah, kemudian penyangga dari saluran keluar.

Proses pemotongan pada rangka utama dilakukan menggunakan mesin gerinda potong guna mendapatkan panjang benda kerja sesuai yang diinginkan dan gergaji manual guna membentuk bagian sambungan pada tepi benda kerja.

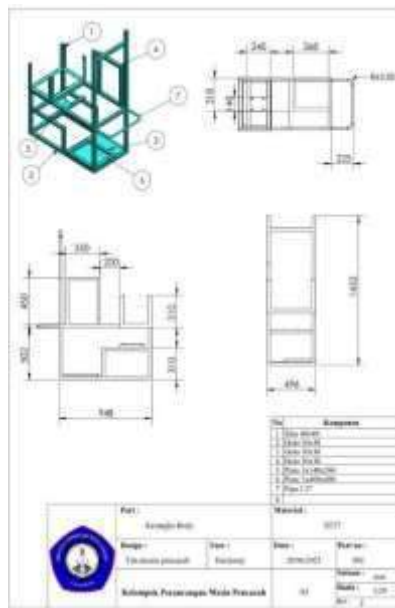
Proses perakitan menggunakan mesin las SMAW polaritas AC dengan arus las sebesar 60 sampai 100 ampere. Dalam proses perakitan pada rangka utama waktu yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Perakitan Rangka Utama

No	Perakitan Rangka Panel Surya	Waktu (menit)	Bahan yang Digunakan
1	Pengelasan Bawah	110	Baja Profil Besi siku St 37
2	Proses Pengelasan	130	
3	Proses Pengelasan	90	
4	Proses Pengelasan	140	
5	Proses Pengelasan	150	

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Jadi total waktu yang didapatkan dalam proses perakitan rangka utama pada mesin pencacah sampah dengan tenaga sel surya adalah 750 menit.



Gambar 2. Rangka Utama
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.1.2 Perakitan Kerangka Panel Surya

Perakitan kerangka panel surya terbuat dari bahan profil holo St 37. Panjang kerangka penopang panel surya 1370 mm, tinggi penopang kerangka panel surya 910 mm dan lebar penopang kerangka panel surya 535 mm. Terdiri dari beberapa bagian antara lain tiang penyangga dan plat baut pengencang panel surya. Lubang untuk mengencangkan panel surya dibuat dengan menggunakan mesin gurdi.

Proses perakitan kerangka pada panel surya dengan menggunakan 16 baut dengan diameternya 8 mm dan bisa digunakan pada ukuran kunci 12 mm, dipasang padaudukan panel surya diujung baja profil holo St 37 yang telah disiapkan. Dalam proses perakitan rangka panel surya waktu yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

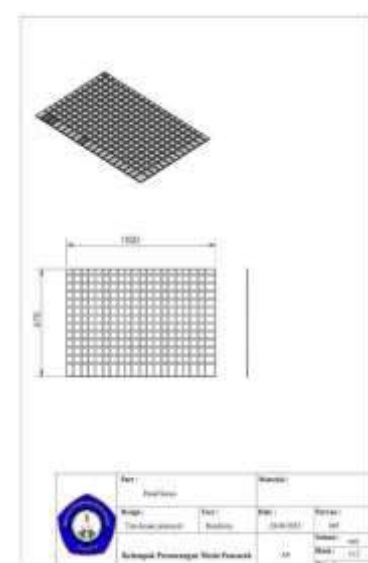
Tabel .2 Perakitan Kerangka Dudukan Panel Surya

No	Perilaku Beragama Pada Masyarakat	Waktu (menit)	Dalam ruang Penguatan
1	Perilaku Beragama	110	Ruang Penguatan Beragama (RUB)
2	Perilaku Beragama	120	
3	Perilaku Beragama	90	
4	Perilaku Beragama	140	
5	Perilaku Beragama	120	

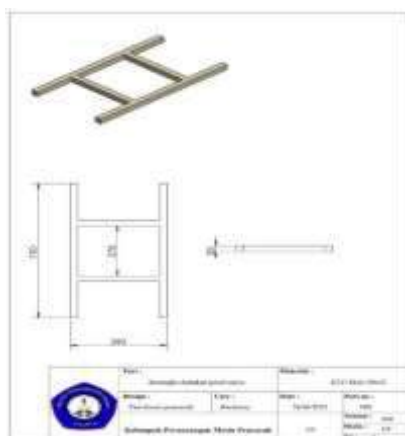
Jadi total waktu yang digunakan untuk perakitan kerangka pada panel surya adalah 610 menit. Spesifikasi panel surya yang dipakai untuk mesin pencacah adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Spesifikasi Panel Surya yang Digunakan

Model:	MS100F-24
Transistor Material (Type)	100W
Isolation:	0-1.9%
Temperature Puls Power (Type)	20.52W
Amplifier Puls Power (Class)	4.85A
Temperature Sinked Surface (Type)	25.60W
Amplifier Sinked Surface (Type)	5.11A
Surface Normal Operating (NOCT)	47.27W
Amplifier Temperature Maximum	1067V DC
Frequency Selection Set Maximum	16A
Input Current	400-857C
Class Amplifier	Class A
Class Amplifier A	Class C
Efficiency Set	Puls
Band	6.20kg = 51 Newton
Frequency (MHz)	10717075.00MHz



Gambar 2 .Panel Surya
Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 3. Kerangka Dudukan Panel Surya

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.1.3 Pemilihan Baut dan Mur Kerangka Panel Surya

Berat Panel surya = 8,25 kg

$$W = 8,25 \text{ kg}$$

Untuk antisipasi beban angin ditentukan faktor koreksi (f_c) = 2

$$\text{Sehingga beban rencana } W_d = W \cdot f_c \\ = 8,25 \times 2 = 16,5 \text{ kg}$$

Sehingga gaya yang diterima pada kerangka

$$F = W_d (g) \\ = 16,5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ = 161,7 \text{ N}$$

Gaya tersebut diterima oleh 16 baut, maka setiap baut menerima gaya yang bekerja $F_b = \frac{161,7 \text{ N}}{16}$

$$= 10,1 \text{ N}$$

$$\text{Tegangan baut } T_b = \frac{F_b}{A}$$

Dimana A = Luas penampang baut

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \\ = \frac{1}{4} \cdot 3,14 (8 \text{ mm})^2 \\ = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$T_b = \frac{10,1}{50,24} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Bahan baut dibuat dengan baja St 37

Kekuatan = 37 kg/mm²

$$T_i = \frac{37}{2} = 18,5 \text{ kg/mm}^2 = 181,42 \text{ N}$$

Jadi $T_i \geq T_b$ sehingga baut aman dari beban.

3.1.4 Pemasangan Motor Listrik

Dalam proses pemasangan pada dudukan motor dipasang tepat dibagian bawah tabung mata pisau dan poros, di stel agar lurus dengan pulley dan v- belt. Bahan dudukan motor terbuat dari plat baja St 37 terdiri dari beberapa bagian antara lain tiang penyangga dan plat posisi lubang baut. Terdapat 4 baut pengencang, dengan diameternya 6 mm dan bisa digunakan pada ukuran kunci 10 mm. dalam proses pemasangan dudukan motor waktu yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Pemasangan Motor Listrik

No	Pemasangan Motor Listrik	Waktu (menit)	Bahan yang Digunakan
1	Pengukuran Bahan	70	Profil Plat Baja St 37
2	Proses Pengelasan	60	
3	Proses Pengukuran	70	
4	Proses Pengelasan	80	
5	Proses finishing	100	

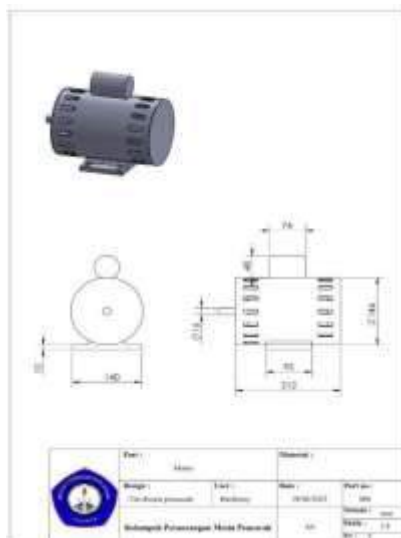
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Jadi total waktu yang digunakan untuk pemasangan dudukan motor listrik adalah 380 menit. Spesifikasi motor listrik yang digunakan pada mesin pencacah adalah sebagai berikut :

Tabel 5 Spesifikasi Motor Listrik

No	Spesifikasi Motor Listrik	
1	Daya Motor Listrik	0,5 Hp = 370 Watt
2	Tegangan Motor Listrik	220 Volt = 1 Ampere 220 Watt
3	Putaran Motor Listrik	1400 Rpm
4	Berat Motor Listrik	15 kg = 147,1 Newton

Sumber : Penelitian Mandiri 2024



Gambar 4. Motor Listrik yang Digunakan

Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.1.5 Pemasangan Baterai

Bahan rangka pada dudukan baterai adalah baja profil plat St 37 dengan panjang 300 mm dan lebar dudukan baterai 410 mm. pada proses pengerjaan rangka dudukan aki diawali dengan identifikasi gambar kerja guna mengetahui ukuran, dimensi dan bentuk yang akan dibuat, dilanjutkan dengan pemberi penandaan pada bahan yang akan dibuat. Penandaan ini digunakan sebagai acuan pada saat proses pemotongan pada bahan.

Proses perakitan pada dudukan baterai dilakukan pada meja kerja las. Penyambung antar bagian rangka inverter dilakukan menggunakan mesin las SMAW polaritas AC dengan besar arus las antara 60 sampai 100 ampere. Besar arus las ini disesuaikan dengan tebal bahan yang akan disambung. Pada bracket dudukan baterai

menggunakan 2 baut diameternya 10 mm dan bisa digunakan pada ukuran kunci 17 mm. Dalam proses pemasangan baterai waktu yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.6 Pemasangan Baterai

No	Pemasangan Baterai	Waktu (menit)	Bahan yang Digunakan
1	Pemasangan Bahan	100	
2	Proses Pemasangan	120	
3	Proses Pengelasan	90	Profil Plat Baja dan Kerasul
4	Proses Pengelasan	120	Hollow St 37
5	Proses Finishing	130	

Jadi total waktu yang digunakan untuk pemasangan dudukan baterai adalah 560 menit.



Gambar 5. Dudukan Baterai

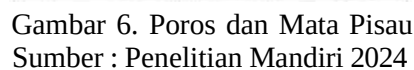
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.1.6 Perakitan Poros dan Mata Pisau

Proses pembuatan pisau menggunakan bahan beberapa material seperti baja bulat pada untuk poros, baja plat untuk dudukan pisau dan pisau Hss dengan bahan profil baja S 45 C-D. Terdapat 9 mata pisau Hss dengan baut dimatarnya 8 mm dan ukuran kunci 12 mm. Dimana dengan membuat ini membutuhkan alat perkakas seperti mesin bubut, mesin las, mesin gurdi, dan mesin gerinda potong. Adapun alat pendukung lainnya yaitu, jangka sorong, penggores, mistar gulung. Spesifikasi poros pada mata pisau, panjang poros 360 mm, diameter poros 20 mm dan berat poros 3 kg. Dalam proses perakitan poros dan mata pisau waktu yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.6 Perakitan Poros dan Mata Pisau

Jadi total waktu yang digunakan untuk perakitan poros dan mata pisau adalah 890 menit

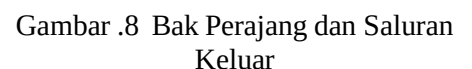


Bahan yang digunakan untuk perakitan bak perajang dan saluran keluar yaitu profil plat baja St 37. Pada proses perakitan bak perajang diawali dengan identifikasi gambar kerja guna mengetahui ukuran, dimensi, dan bentuk yang akan dibuat. Dilanjutkan dengan memberi penandaan pada bahan yang akan dibuat. Penandaan ini digunakan sebagai acuan pada saat proses pemotongan pada bahan.

Proses pemotongan dilakukan dengan mesin gerinda untuk mendapatkan panjang benda kerja yang sesuai. Dilanjutkan dengan pemotongan menggunakan gergaji manual guna mendapatkan bentuk tepi benda kerja yang berfungsi sebagai penyambungan antar bagian. Dalam proses perakitan bak perajang dan saluran keluar waktu

Tabel 3.7 Perakitan Bak
perajang dan Saluran Keluar

Jadi total waktu yang digunakan untuk perakitan bak perajang dan saluran keluar adalah 420 menit.



3.1.8 Perakitan Derajat Panel Surya

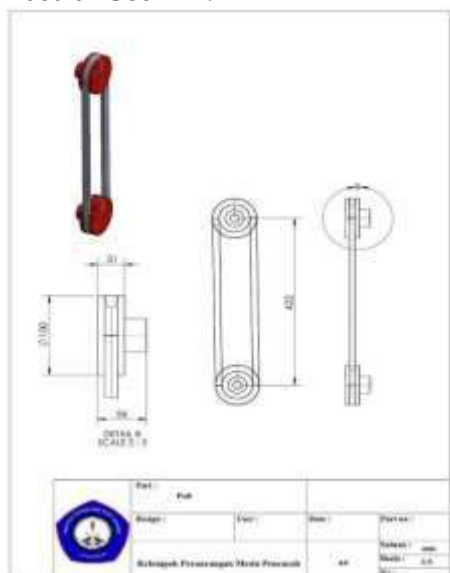
84



Gambar .9 Derajat Panel Surya
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.1.9 Pemilihan Pulley dan V-belt

Proses pemilihan pulley dan v-belt adalah suatu elemen mekanis yang digunakan sebagai pendukung pergerakan sabuk yang berfungsi untuk mengantarkan daya. Pulley dan yang digunakan untuk mesin pencacah ini diameternya 16 mm dan v-belt yang digunakan tipe sabuk A 48 dengan ketebalan 14 mm. Pulley dan v-belt digunakan untuk pergerakan motor listrik, jarak antara pulley 1 dan pulley 2 adalah 560 mm.



Gambar .10 Pulley dan V-belt
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3.2 Pengoperasian Mesin Pencacah (SOP)

Prinsip kerja mesin pencacah sampah organik dengan tenaga sel surya yang dirancang ini untuk memotong sampah organik seperti daun kering, batang, rumput dan lain-lain. Dengan cara ini maka sampah yang sudah tidak terpakai lagi dapat digunakan untuk daur ulang dan dimanfaatkan kembali guna menciptakan lingkungan yang bersih. Mesin ini juga bekerja berkonsep ramah lingkungan dimana sumber penggerak itu menggunakan dinamo motor listrik AC yang berasal dari tenaga sel surya lalu menangkap sinar matahari dan tersimpan didalam baterai aki. Adapun Langkah-langkah (SOP) kerja mesin pencacah sampah organik dengan tenaga sel surya sebagai berikut :

1. Langkah pertama bawa mesin tersebut ketempat lapangan dan terjangkau dari sinar matahari.
2. Siapkan bahan yang ingin dicacah dan tempat penampung untuk pembuangan hasil cacahan.
3. Hidupkan sistem elektrik dan tunggu sampai 5 detik agar arus listrik stabil, setelah itu hidupkan mesin dinamo untuk penggerak pisau.
4. Agar baterai yang digunakan tidak cepat habis aktifkan panel surya ketempat yang terjangkau matahari untuk pengisian baterai tersebut.
5. Setelah mesin sudah berjalan masukan bahan yang ingin dicacah melalui saluran masuk atau hopper input.
6. Tampung hasil cacahan yang keluar dari hopper output menggunakan karung yang telah disediakan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari perakitan mesin pencacah sampah dengan tenaga sel surya adalah sebagai berikut :

1. Perakitan komponen mesin pencacah sampah dengan tenaga sel surya dilakukan dengan pembuatan rangka utama terlebih dahulu.

Rangka utama terbuat dari bahan profil baja siku St 37.

2. Dalam proses perakitan ukuran sangat diperlukan agar pembuatan alat sesuai dengan bentuk mesin yang diinginkan. Total waktu komponen yang dirakit adalah 67 jam
3. Pengikat motor listrik menggunakan bahan profil baja St 37. Terdapat 4 baut pengikat dengan diamatarnya 6 mm. Waktu yang dibutuhkan untuk perakitan dudukan motor 380 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anefin dwima kasatriawan “Proses Pembuatan Rangka Pada Mesin Perajang Sampah Organik Sebagai Bahan Dasar Pupuk Kompos” Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta September 2012.
- Pengelolaan Sampah Organik & Anorganik, Universitas Negeri Yogyakarta oleh Dr. Sujarwo, M. Pd, dkk. 2014.
- J.Li, X., Huang, Y., Cheng, S., & Hu, Y. (2020). Lithium-Ion Battery Technologies: Advances, Trends, and Applications. CRC Press.

ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA MESIN EXCAVATOR 200D DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

Hariyanto

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

Abstrak

Dalam dunia usaha untuk mempertahankan kinerja *Excavator* 200D serta meningkatkan produktifitas salah satu faktor yang harus diperhatikan adalah masalah perawatan. Perusahaan harus selalu mengadakan penyesuaian dalam melakukan masalah perawatan serta berkesinambungan untuk menjaga kualitas produktifitas perusahaan secara efektif, serta efisiensi yang maksimal apabila suatu mesin mengalami kerusakan atau *breakdown* maka proses produksi terpengaruh, yang berakibat gagalnya produksi. TPM (*Total Productive Maintenance*) adalah sistem untuk mempertahankan dan meningkatkan efektifitas mesin, peralatan serta integritas proses produksi. *Total productivite maintenance* berfokus menjaga semua peralatan dalam kondisi puncak agar terhindar dari kerusakan dan terhentinya proses produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kondisi perawatan atau *maintenance* dan bagaimana tingkat efektivitas dari *Excavator* 200D serta bagaimana rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan efektivitas dari *Excavator* 200D. Metode yang digunakan adalah OEE atau *Overall Equipment Effectiveness*. Setelah dilakukan penelitian, diperoleh nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* dari *Excavator* 200D adalah sebesar 63,11%. Hasil ini masih jauh dari *standart world class* yaitu 85%. Diketahui rata-rata dari hasil analisa *availability* 88,41%, *Performance Rate* 82,60%, *Quality Rate* 86,82%. Yang menyebabkan rendahnya nilai terdiri dari factor mesin dan manusia. Factor mesin dan manusia merupakan factor yang paling dominan. Untuk mengurangi kerugian tersebut, perusahaan sebaiknya memberikan pelatihan *skill* dan pengetahuan kepada operator tentang tanda- tanda kerusakan alat tersebut. Selain itu operator diberikan tambahan pekerjaan berupa perawatan peralatan yang sering digunakannya dalam bekerja sehingga pekerjaan bagian *maintenance* bisa lebih terfokus.

Kata kunci: TPM, OEE, perawatan, operator, efektifitas

1. PENDAHULUAN

Ekskavator merupakan suatu alat berat yang secara umum terdiri dari tiga bagian, yakni *boom* (bahu), *arm* (lengan), dan *bucket*. Komponen yang dimiliki untuk mendukung tiga bagian tersebut juga cukup banyak yang membuatnya dapat berfungsi dengan baik. Semua bagian ini digerakkan dengan tenaga hidrolik melalui mesin diesel yang ada di bagian atas *track shoe* (roda rantai).

Secara umum, alat ini berfungsi dalam melakukan penggalian hingga mengangkut muatan material ke dalam dump truck atau loading, hingga memecahkan batu atau breaker. Peranannya juga sangat penting dalam membantu berbagai pekerjaan berat seperti dalam bidang konstruksi, perkebunan, normalisasi sungai, pertambangan, dan berbagai sektor lain.

Selain itu, ada juga beberapa fungsi lain seperti mengeruk sedimentasi sungai, menggali saluran air, memadatkan dan

meratakan tanah, hingga membantu berbagai pekerjaan yang berkaitan dengan pembongkaran material atau menancapkan pondasi tiang pancang.

Dengan demikian, alat berat ini memiliki berbagai keunggulan yang membuatnya serbaguna dan sanggup menangani berbagai pekerjaan berat. Ada beberapa jenis ekskavator yang seringkali digunakan dalam berbagai proyek dan aktivitas berat lainnya. Berikut jenis-jenis ekskavator yang dimaksud. (Volvo, 2024)

1. *Crawler*. Alat berat ini disebut dengan *crawler* karena dijalankan menggunakan roda berantai atau trek yang berada di sisi kanan dan kirinya. Jika diperhatikan, roda berantai ini mirip dengan tank yang sering digunakan oleh tentara.
2. *Wheeled*. Jenis berikutnya yakni yang disebut dengan ekskavator *wheeled* di mana alat ini dapat bekerja di permukaan yang keras dan lebih

datar. Tidak mengherankan jika alat tersebut dirancang untuk dapat berjalan dengan cepat dan mudah di berbagai kondisi datar seperti beton atau aspal.

3. *Suction*. Ekskavator ini digunakan untuk menggali pada wilayah yang mudah retak atau membersihkan puing-puing. Ekskavator ini juga sering digunakan pada pekerjaan bawah tanah sehingga dapat memperkecil potensi kerusakan di tempat yang mudah retak tersebut.
4. *Long Reach*. Jenis ekskavator yang cocok digunakan pada berbagai daerah yang sulit dijangkau, Anda dapat menggunakan jenis ekskavator yang satu ini karena memiliki boom dan arm yang dapat diperpanjang sesuai kebutuhan.

Untuk menggunakan ekskavator, sejatinya diperlukan mental yang berani dan kepercayaan diri yang tinggi. Selain itu, tentunya harus mengetahui teknik keselamatan kerja dan teknik mengendarai alat berat tersebut, terlebih alat berat ini memiliki jenis yang beragam.

Dalam mengoperasikan ekskavator, sudah pasti harus memahami medan dan jenis alat yang digunakan. Jika medan yang dihadapi berlumpur, ada baiknya kita menggunakan ekskavator jenis *crawler*. Apabila digunakan pada medan yang lebih rata, jenis *wheeled* tentu akan lebih cocok.

Mengoperasikan ekskavator memang tidak boleh sembarang orang. Tidak mengherankan jika hanya mereka yang memiliki sertifikasi saja yang bisa menggunakan alat berat yang satu ini, terutama untuk berbagai proyek dan industri berskala besar.

Perawatan alat berat ini juga sangat penting. Jika terjadi kerusakan, tentu penggantian harus dilakukan dengan komponen yang serupa dan dilakukan secara profesional.

Oleh karena itu untuk mendapatkan mesin yang dapat terjaga keandalannya dibutuhkan suatu konsep yang baik, salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah TPM (*Total Productive Maintenance*) merupakan sebuah konsep yang baik untuk merealisasikan hal tersebut. (Asyrof Arifianto, 2018).

TPM (*Total Productive Maintenance*)

adalah salah satu metode perawatan terencana yang bertujuan untuk merawat semua fasilitas produksi agar tetap terjaga dan berfungsi dengan baik. (Keikaku Hozen, 2020). TPM memiliki prinsip kerja dengan melibatkan seluruh karyawan dalam perusahaan. Dengan diterapkan sistem perawatan yang baik diharapkan produksi dapat bekerja sebagaimana yang diharapkan.

Dengan demikian mesin produksi akan mempunyai tingkat keandalan yang tinggi. Dengan sistem *perawatan* TPM diharapkan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* yang ada pada devisi *maintenance* alat berat akan diketahui apakah efektif atau tidak. (Mukhril, 2020). Sehingga nantinya akan terlihat seberapa efektif dan efisien penggunaan sistem TPM untuk perawatan Excavator 200D.

Total Productive Maintenance atau TPM dengan menggunakan metode efektivitas yang mencakup tiga faktor yaitu: (Seiichi Nakajima, 1988)

1. *Availability*
2. *Performance Rate*
3. *Quality Rate*

Melalui metode *total productive maintenance* ini dapat membantu memecahkan penyebab masalah yang di hadapi dan kelak kemudian hari serta meningkatkan profit perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui kondisi *maintenance* dan tingkat efektifitas mesin Excavator 200D, dilakukan pengumpulan dan analisis data. Data yang diambil sebagai berikut:

1. *Running time*
2. Jumlah hari
3. Jumlah produksi
4. *Downtime*

Dengan perhitungan melalui OEE akan mengetahui menghasilkan apakah nilai dari efisiensi dan produktivitas pada mesin Excavator 200D stabil, meningkat atau bahkan menurun.

2.1 Lokasi Penelitian

Perusahaan yang menjadi obyek penelitian adalah PT X yang bergerak bidang rental alat berat, berada di Green Sedayu Bizpark GS3 No 38 Jl Cakung Cilincing Km.2 Cakung, Jakarta Timur.

2.2 Obyek Penelitian

Ekskavator EC200D

Mesin Volvo

Spesifikasi mesin bisa dilihat pada tabel 1 di bawah.

Performa luar biasa EC200D datang dari mesin empat silinder vertikal, *electronic-controlled high pressure fuel injectors*, *internal EGR*, 4,7 liter *in-line waste gate turbo charger*, *air-to-air intercooler* dan *water cooled diesel engine type*.

Tabel 1. Spesifikasi Ekskavator EC200D

No	Uraian	Satuan	Keterangan
1	Mesin	Volvo	D5E
2	Power maks	rpm	2000
3	Daya	kW	115
4	Torsi	Nm	670
5	Jumlah Silinder		4
6	Volume Silinder	liter	4.7
7	Panjang	m	9.56
8	Lebar	m	3.00
9	Tinggi	m	2.93
10	Berat	kg	4 100

(Sumber: Volvo, 2024)

3. PEMBAHASAN

3.1 DATA PENELITIAN

1. Running Time

Running time adalah waktu keseluruhan yang menunjukkan jumlah jam kerja yang digunakan dalam proses produksi. PT X beroperasi selama satu bulan penuh. Perusahaan ini hanya menggunakan 1 shift kerja saja yaitu dengan durasi selama 9 jam dari pukul 08.00 sampai pukul 17.00 dengan waktu istirahat 1 jam, sehingga waktu kerja perhari 8 jam.

Berikut adalah data *running time* selama periode bulan Januari sampai bulan Mei 2024.

Tabel 2. Running Time

No	Bulan	Jumlah	Waktu Kerja	Running Time
		Hari	Jam	Jam
1	Januari	31	8	248
2	Februari	29	8	232
3	Maret	31	8	248
4	Aprril	30	8	240
5	Mei	31	8	248

Sumber: Data Penelitian Mandiri

2. Downtime

Downtime adalah waktu dimana mesin berhenti produksi dikarenakan keadaan yang tidak terduga. keadaan tersebut seperti

kegagalan fungsi mesin, set-up, kerusakan dan lain sebagainya. Waktu *downtime* ini dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar pada perusahaan apabila terjadi dalam waktu yang cukup lama karena proses produksi berhenti selama waktu *downtime*.

Berikut adalah rekapan data *downtime* selama periode bulan Januari sampai bulan Mei 2024 PT X.

Tabel 3. Downtime

N o	Bulan	Jumlah Hari	Downtime Jam	Downtime %
1	Januari	31	24	10
2	Februari	29	16	15
3	Maret	31	40	6
4	Aprril	30	8	30
5	Mei	31	44	6

Sumber: Data Penelitian Mandiri

3. Planned downtime

Planned downtime merupakan waktu yang sudah di jadwalkan dalam rencana produksi termasuk pemeliharaan, pemeliharaan terjadwal dilakukan oleh pihak perusahaan untuk menjaga mesin tidak rusak saat proses produksi. Pemeliharaan ini dilakukan secara rutin dan terjadwal, sesuai jadwal yang dibuat oleh departemen miantenance.

Berikut adalah data *planned downtime* selama periode bulan Januari sampai bulan Mei 2024 pada PT X.

Tabel 4. Planned Downtime

N o	Bulan	Waktu Kerja Hari	Waktu Perawatan / hari Jam	Waktu Perawatan / bln Jam	Schedule service Jam	Planned Downtime Jam
1	Jan	31	0.5	15.5	2	17.5
2	Feb	29	0.5	14.5	3	17.5
3	Mar	31	0.5	15.5	2	17.5
4	Apr	30	0.5	15.0	5	20
5	Mei	31	0.5	15.5	2	17.5

Sumber: Data Penelitian Mandiri

4. Loading time

Loading time adalah waktu bersih yang tersedia dalam menjalankan proses produksi. *Loading time* di dapat dengan mengurangi *planned downtime* dari *running time* selama satu shift kerja. Jam kerja pada PT X dimulai

pada pukul 08.00 dan berakhir pada pukul 17.00 dipotong 1 jam untuk istirahat dari pukul 12.00 sampai dengan pukul 13.00. Pada pagi hari perusahaan menerapkan *planned downtime* yaitu Pemeliharaan 30 menit.

5. Operation time

Operation time adalah waktu yang digunakan untuk menjalankan proses produksi tanpa memperhitungkan *downtime*. Sehingga untuk mendapatkan waktu *operation time*, dilakukan dengan cara mengurangi waktu *downtime*.

6. Data Produksi

Data produksi PT X dalam priode bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2024 adalah :

- Total produk adalah jumlah berat total yang diproduksi oleh mesin.
- Total good produk adalah jumlah berat total produk yang baik sesuai dengan spesifikasi kualitas produksi yang telah di tentukan dalam satuan ton.
- Total reject (*no good*) adalah jumlah berat total produk yang rusak atau sisa hasil proses pencampuran dalam satuan ton.

Tabel 5. Data Produksi Januari – Mei 2024

No	Bulan	Total Produksi	Produk Good	Produk No Good
		ton	ton	ton
1	Jan	250	204	46
2	Feb	243	201	42
3	Mar	239	202	37
4	Apr	240	200	40
5	Mei	240	204	36

Sumber: Data Penelitian Mandiri

3.2 PENGOLAHAN DATA

1. Availability

Availabilty adalah waktu ketersediaan mesin. Untuk menghitung *availability*, pertama adalah menghitung *loading time*. *Loading time* adalah waktu bersih proses produksi dilaksanakan dalam jam kerja. Perhitungan *loading time* ini dilakukan dengan rumus berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

$$Availability = \frac{Loading\ time - Down\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

Contoh perhitungan *Loading time* untuk bulan Januari adalah sebagai berikut:

- $Loading\ time = running\ time - Planned\ downtime$
- $Loading\ time = 248\ Jam - 17,5\ Jam$
- $Loading\ time = 230,5\ Jam$

Data hasil perhitungan *loading time* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2024 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 6. *Loading Time* Januari – Mei 2024

No	Bulan	Running time	Planned Down time	Loading time
		jam	jam	jam
1	Jan	248	17.5	230.5
2	Feb	232	17.5	214.5
3	Mar	248	17.5	230.5
4	Apr	240	20.0	220.0
5	Mei	248	27.5	230.5

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Setelah didapatkan nilai *loading time* setiap bulannya, kemudian dihitung *operation time* yang dibutuhkan untuk menghitung *availability*. *Operation time* adalah waktu produksi tanpa mempertimbangkan *downtime* yang terjadi. Sehingga untuk menghitung *operation time* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Operation\ time = loading\ time - downtime$$

Berikut adalah contoh perhitungan untuk bulan Januari:

$$Operation\ time = loading\ time - downtime$$

$$Operation\ time = 230,5 - 24$$

$$Operation\ time = 206,5$$

Untuk perhitungan bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2024 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 7. *OperationTime* Januari – Mei 2024

No	Bulan	Loading time	Down time	Operation time
		jam	jam	jam
1	Jan	230.5	24	206.5
2	Feb	214.5	16	198.5
3	Mar	230.5	40	190.5
4	Apr	220.0	8	212.0
5	Mei	230.5	44	186.5

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Setelah didapatkan nilai *operation time* setiap bulan, kemudian dapat dilakukan perhitungan *availability*. Perhitungan

availability dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

$$Availability = \frac{206.5}{230.5} \times 100\% = 89.95\%$$

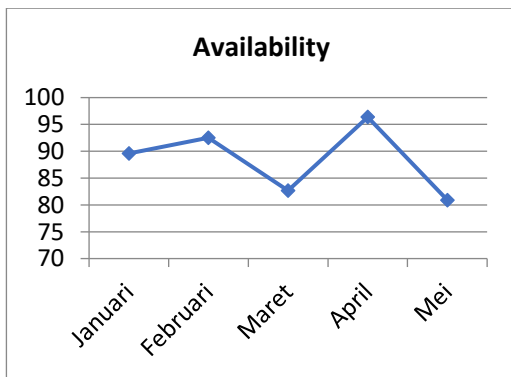
Data hasil perhitungan *Availability* untuk bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2024 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 8. *Availability* Januari – Mei 2024

No	Bulan	Loadin g time	Operatio n time	Availab ility
		jam	jam	%
1	Jan	230.5	206.5	89.59
2	Feb	214.5	198.5	92.54
3	Mar	230.5	190.5	82.65
4	Apr	220.0	212.0	96.36
5	Mei	230.5	186.5	80.91
Rata-rata				88.41

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Untuk lebih mudah membaca nilai *availability* maka disajikan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 1. Grafik *Availability* bulan Januari – Mei 2024

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Dari grafik diatas nilai *availability* tertinggi adalah pada bulan April 96,36%, nilai paling rendah terjadi pada bulan Mei 80,91%, hal ini disebabkan karena waktu downtime yang cukup lama.

3.2.2 Performance Rate

Performance rate yaitu jumlah unit yang diproduksi. Data yang dibutuhkan untuk menghitung *performance rate* adalah data *operation time* perbulan, data produksi perbulan dan waktu siklus ideal.

$$PR = \frac{Jumlah\ Produksi \times Waktu\ siklus\ / \ unit}{Operation\ time} \times 100\%$$

Dimana PR = *Performance rate*

Waktu siklus di sini adalah waktu siklus ideal yang dibutuhkan 1 Ton/Jam. Kemudian *operation time* di dapatkan dari perhitungan pada tabel 7. Berikut adalah perhitungan bulan Januari 2024.

$$Performance\ Rate = \frac{250 \times 1}{206.5} \times 100\%$$

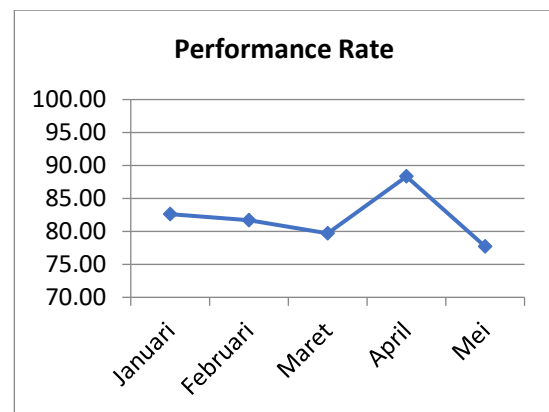
$$Performance\ Rate = 82.6\%$$

Tabel 9. *Performance rate* Januari – Mei 2024

No	Bulan	Total Produksi	Operati on time	Performa nce rate
		ton	jam	%
1	Jan	250	206.5	82.6
2	Feb	243	198.5	81.69
3	Mar	239	190.5	79.71
4	Apr	240	212.0	88.33
5	Mei	240	186.5	77.71
Rata-rata				82.09

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Untuk lebih mudah membaca nilai *performance rate* maka disajikan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 2. Grafik *Performance rate* bulan Januari – Mei 2024

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai *performance rate* paling tinggi terjadi pada bulan April dengan nilai *performance rate* 88,33%. Sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Mei dengan nilai *performance rate* sebesar 77,71%, nilai rendah ini terjadi karena pada bulan tersebut produksi hanya

sedikit sedangkan waktu *downtime* terlalu lama.

3.2.3. Quality Rate

Quality rate (QR) adalah kualitas produk yang dihasilkan. Data yang digunakan untuk menghitung *quality rate* adalah data jumlah total produksi dalam satu bulan dan data reject, Pada PT X. data ini disebut dengan data produksi, data produk yang lolos pengujian kualitas tanpa dilakukan *scrap weight* terlebih dahulu. Perhitungan *quality rate* diberikan oleh rumus seperti di bawah:

$$QR = \frac{\text{Total produksi} - \text{reject}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Dimana QR = *Quality Rate*

Sebagai contoh perhitungan *quality rate* bulan Januari 2024 adalah sbb:

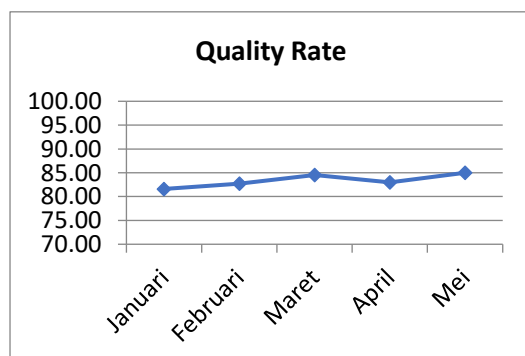
$$QR = \frac{250 - 46}{250} \times 100\% = 84.0\%$$

Tabel 10. *Quality rate* Januari – Mei 2024

No	Bulan	Total Produksi	Reject	Quality rate
		ton	ton	%
1	Jan	250	46	81.60
2	Feb	243	42	82.72
3	Mar	239	37	84.52
4	Apr	240	40	83.00
5	Mei	240	36	85.00
Rata-rata				83.37

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Untuk lebih mudah membaca nilai *quality rate* maka disajikan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 3. Grafik *Quality rate* bulan Januari – Mei 2024

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai *quality rate* paling tinggi adalah bulan Mei yaitu dengan nilai 85.00%. Kemudian nilai terendah terjadi pada bulan Januari dengan nilai *quality rate* sebesar 81.60%. pada bulan tersebut produk yang masuk kategori *scrap weight* lebih banyak dari bulan-bulan yang lainnya..

3.2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness adalah pengukuran dalam TPM yang digunakan untuk menghitung keefektifan sebuah peralatan atau mesin produksi secara actual. Berikut adalah contoh perhitungan untuk bulan januari 2024.

$$\begin{aligned} OEE &= \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \\ OEE &= 82.60\% \times 89.59\% \times 81.60\% \\ OEE &= 60.39\% \end{aligned}$$

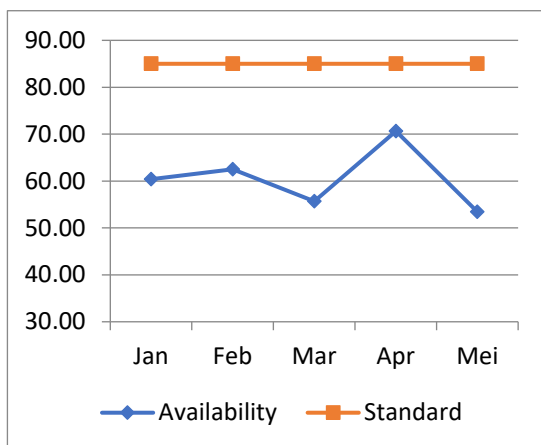
Data hasil perhitungan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) untuk bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2024 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 11. *OEE* Januari – Mei 2024

No	Bulan	Availab ility	Perfor mance rate	Quality rate	OEE
		%	%	%	%
1	Jan	89.59	82.60	81.60	60.39
2	Feb	92.54	81.69	82.72	62.53
3	Mar	82.65	79.71	84.52	55.68
4	Apr	96.36	88.33	83.00	70.65
5	Mei	80.91	77.71	85.00	53.44
Rata-rata					60.54

Sumber: Data Penelitian Mandiri

Untuk lebih mudah membaca nilai (*OEE*) *Overall Equipment Effectiveness* maka disajikan dalam grafik di bawah ini:



Gambar 3. Grafik OEE (Overall Equipment Effectiveness) bulan Januari – Mei 2024
Sumber: Data Penelitian Mandiri

Berdasarkan grafik diatas, nilai OEE yang tertinggi adalah bulan April dengan nilai 70.65%. Hal ini sangat jauh dari kata ideal dikarenakan rata-rata dari nilai OEE 60.54%, standar nilai OEE yang bisa dijadikan acuan jangka panjang adalah 85%, sehingga pada bulan tersebut belum memenuhi standar, sedangkan nilai OEE terendah terjadi pada bulan Mei dengan nilai 53,44 %. Sehingga produksi dianggap memiliki skor rendah dan membutuhkan *improvement* sesegera mungkin. Dengan melalui pengukuran langsung misalnya dengan menelusuri alasan-alasan *downtime*, menangani sumber-sumber penyebab *breakdown* saat produksi serta pengecekan langsung pada mesin.

Pada bulan Mei yang memiliki nilai OEE terendah, nilai *availability* 80,91%, *performance rate* 77,71% dan *quality rate* 85.00% nya secara berturut-turut, yang menyebabkan rendahnya nilai OEE adalah rendahnya nilai *availability rate* dan *performance rate*. Produksi di bulan ini hanya sedikit karena *availability* atau ketersediaan mesin paling rendah. Jumlah produksi yang sedikit ini dikarenakan waktu *downtime* saat produksi terlalu lama menyebabkan produksi berkurang.

3.2.5 PEMBAHASAN

Setelah dilakukan analisis dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa yang menyebabkan rendahnya nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) adalah *downtime* terlalu lama. Untuk meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness*, maka

perusahaan harus mengurangi waktu *downtime* yang terlalu lama, operator sangat berperan penting dalam proses produksi dikarenakan yang mengetahui awal kerusakan pada mesin adalah operator.

Perusahaan sebaiknya memberikan peningkatan kemampuan (*skill*) dalam melakukan pekerjaannya dan kemampuan dalam *maintenance*. Mengacu pada 8 pilar TPM yaitu *training and education* maka untuk mengurangi kemungkinan terjadinya hal tersebut, sebaiknya perusahaan memberikan pelatihan *skill* dan pengetahuan *maintenance* kepada operator.

Pengetahuan tersebut seperti sebagai berikut:

1. Prosedur Perawatan Mesin.
2. Tanda-tanda atau gejala-gejala kerusakan pada mesin.
3. Tanda menurunnya kemampuan/*Performa* mesin.
4. Penerapan 5S atau 5R pada operator.

Dengan diberikannya training dan pelatihan tersebut maka operator dapat langsung melapor kepada bagian *maintenance* atau mekanik untuk dilakukan pengecekan atau perbaikan sesegera mungkin. Selain perusahaan sebaiknya meningkatkan kepedulian operator terhadap peralatan yang digunakannya. Target dari pelatihan ini adalah *autonomous maintenance* yang merupakan pilar utama TPM.

Metode maintenance yang digunakan oleh perusahaan saat ini adalah *periodic maintenance*. *Part-part* mesin yang digunakan oleh mesin kebanyakan diimport dari China. Sehingga apabila terjadi kerusakan harus dilakukan PO terlebih dahulu yang memakan waktu lama. Sebaiknya perusahaan menggunakan *metode predictive maintenance*. Dengan adanya *predictive maintenance* maka *life time* mesin yang digunakan dapat diprediksi dan dapat segera diperbaiki, serta mengurangi waktu *downtime* atau mencegah terjadinya *breakdown* terlalu lama pada mesin.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja bagian *maintenance* belum baik karena waktu *downtime* mesin sangat besar hal ini bisa dilihat dari nilai *availability* yaitu 88,41%, disebabkan *breakdown* terlalu lama kemungkinan dikarenakan inisiatif dari operator untuk perawatan dan penanganan perbaikan mesin kurang..
2. Nilai rata-rata cukup baik *availability* 88,41%, *performance rate* 82,01%, dan *quality rate* 83,37%, namun pada variabel *performance rate* dan *quality rate* masih kurang dari standar 95% hal ini berdampak pada nilai OEE *Overall Equipment Effectiveness* 60.54%, yang mana nilai OEE ini masih jauh dibawah standar dunia yaitu 85%.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyrof Arifianto, 2018. Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Dengan Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness*.
- Keikaku hozen. (2020) 1.02 PM Intro-R4 Perawatan Terencana Sebagai Bagian Dari Manajemen Peralatan.
- Mukhril. (2020) Penerapan Pada Industri *Total Quality Management*. Tangerang. Megakarya.
- Seiichi Nakajima, 1988. Introduction to TPM (*Total Productive Maintenance*).
- Volvo Construction Equipment, akses (2024) <https://www.google.com/search?client=firefox-b-e&q=ekskavator+EDC200d>

ANALISA DAN PERANCANGAN GAME EDUKASI PENGENALAN HEWAN DAN TUMBUHAN DENGAN UNITY 3D BERBASIS ANDROID PADA TK AL-AZKIYA

Surya Darma

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

suryadarma@itbu.ac.id

Abstrak

Game adalah hal yang paling diminati saat ini oleh kalangan anak-anak dan remaja, khususnya game yang terdapat pada smartphone berbasis Android. Dimana smartphone berbasis Android banyak digunakan oleh masyarakat, dikarenakan Android mempunyai tampilan yang user friendly dan harganya yang lebih terjangkau dibandingkan smartphone berbasis iOS. Game yang sering diunduh oleh kalangan remaja dan anak-anak usia 3 hingga 6 tahun adalah game yang kurang adanya unsur pendidikan dan hanya bersifat hiburan semata. Bahkan, ada beberapa game yang mengajarkan hal yang negatif terhadap anak. Penulis mencoba membuat rancangan game edukasi pengenalan hewan dan tumbuhan berbasis Android yang menarik dan interaktif dengan menggunakan Game Engine Unity 3D. Model pengembangan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan Multimedia Development Life Cycle. Tahapan pengujian menggunakan blackbox. Hasil yang didapatkan dari pengujian game edukasi ini menunjukkan bahwa aplikasi yang dijalankan pada beberapa perangkat Android berjalan baik sesuai dengan yang diharapkan. Dapat disimpulkan bahwa game ini meningkatkan ketertarikan anak usia 3 hingga 6 tahun dalam mengenal hewan dan tumbuhan.

Kata Kunci : Game, Edukasi, MDLC, Hewan dan Tumbuhan

1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya kemajuan Teknologi perangkat gadget saat ini ikut berkembang seiring perkembangan jaman, seiring dengan meluas dan berkembangnya teknologi jaringan internet. Perangkat gadget yang digunakan masyarakat saat ini memiliki fungsi yang beragam, contohnya untuk keperluan bisnis dan usaha, pekerjaan kantor, media hiburan, media pembelajaran atau hanya untuk sekedar berkomunikasi dan lain sebagainya. Perangkat gadget yang sering ditemui pada kehidupan masyarakat adalah smartphone. Hampir setiap orang memiliki smartphone, baik dari kalangan anak-anak, remaja, dewasa hingga orang tua. Smartphone sendiri sudah banyak berkembang hingga saat ini karena mempunyai nilai lebih daripada laptop atau PC. Selain mudah dibawa kemana saja, smartphone saat ini memiliki fitur beragam yang dapat menunjang berbagai aktivitas serta memiliki kemudahan dalam mengakses internet. Game adalah hal yang paling diminati saat ini oleh kalangan anak-anak dan remaja, khususnya game yang terdapat pada

smartphone berbasis Android. Smartphone berbasis Android banyak digunakan oleh masyarakat, dikarenakan Android mempunyai tampilan yang user friendly dan harganya yang lebih terjangkau dibandingkan smartphone berbasis iOS. Game yang sering diunduh oleh kalangan remaja dan anak-anak adalah game yang kurang adanya unsur pendidikan dan hanya bersifat hiburan semata. Bahkan, ada beberapa game yang mengajarkan hal yang negatif terhadap anak.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis ingin menyajikan game yang dapat mengedukasi, mendidik, menghibur dan juga menyenangkan sekaligus membantu pengetahuan tentang hewan dan tumbuhan khusus untuk anak usia 3 hingga 6 tahun. Game edukasi adalah permainan yang dirancang atau dibuat untuk merangsang daya pikir termasuk meningkatkan konsentrasi dan memecahkan masalah (Delima, Arianti, & Pramudyawardani, 2016).

Penulis juga ingin membuat aplikasi game yang ini memiliki tampilan sangat baik, tidak membosankan dan mudah

dimengerti oleh pengguna. Sehingga, anak usia 3 hingga 6 tahun yang menggunakan aplikasi ini tidak cepat bosan dalam menggunakannya. Aplikasi game ini diharapkan dapat digunakan sebagai fasilitas pembelajaran yang dapat meningkatkan pengetahuan anak di usia 3 hingga 6 tahun.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian

Metode pengembangan dalam penelitian ini adalah Metode pengembangan Multimedia Development Life Cycle Metode MDLC adalah metode yang sesuai dalam merancang dan mengembangkan suatu aplikasi media yang merupakan gabungan dari media gambar, suara, video, animasi dan lainnya. Metode MDLC memiliki enam tahapan sebagai berikut: Concept, Design, Material Collecting, Assembly, Testing dan Distribution (Rahman & Tresnawati, 2016) Digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran agar lebih menarik. Pengembangan metode multimedia ini dilakukan berdasarkan enam tahap, yaitu concept (pengonsepan), design (perancangan), material collecting (pengumpulan bahan), assembly (pembuatan), testing (pengujian), dan distribution (pendistribusian). Menurut Luther dalam Binanto, keenam tahap ini tidak harus berurutan dalam praktiknya, tahap-tahap tersebut dapat saling bertukar posisi. Meskipun begitu, tahap concept memang harus menjadi hal yang pertama kali dikerjakan.

2.2 Tahap Penelitian

Pada pembuatan aplikasi game edukasi ini, telah dilakukan beberapa tahap penelitian sebagai berikut:

2.2.1 Concept

Tahap inisiasi adalah tahap awal dari pengembangan game dengan membuat konsep permainan diputuskan jenis permainan yang

akan dibuat, siapa karakter utamanya, cara bermain dan lain lain. Konsep game pengenalan hewan dan tumbuhan ini, antara lain :

- 1) Game ini dirancang untuk dimainkan single player
- 2) Game ini dirancang pada smartphone yang berjalan pada versi Android
- 3) Tampilan game 3D
- 4) Game ini ber-genre educational game
- 5) Game ini dibangun menggunakan software Unity 3D

Analisis Sistem dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh kedalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan yang terjadi dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya.

2.2.2 Desain

Desain merupakan tahap yang meliputi unsur-unsur yang diperlukan dalam aplikasi yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan sekolah. Proses desain pengembangan pada aplikasi ini yaitu menggunakan storyboard.

Storyboard adalah suatu sketsa gambar yang disusun dengan urutan berdasarkan naskah cerita, dengan storyboard maka pengarang cerita menyampaikan ide cerita secara lebih mudah pada orang lain, karena dengan storyboard seorang pembuat cerita bisa membuat seorang membayangkan suatu cerita dengan mengikuti gambar-gambar yang telah disajikan, sehingga bisa mendapatkan persepsi yang sama dengan ide cerita yang dibuat.

2.2.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan Research and Development (R&D). Penelitian melakukan observasi langsung ketempat penelitian yaitu TK Al-Azkiya Jatirasa, Bekasi, mengenai metode pembelajaran yang sehari-harinya berlangsung di TK tersebut. Metode pengumpulan data yang digunakan peneliti adalah dengan langsung melakukan wawancara terhadap guru yang ada disana. Berdasarkan hasil wawancara tersebut peneliti dapat menyimpulkan bahwa TK Al - Azkiya membutuhkan metode bermain sambil belajar untuk anak usia dini khususnya untuk mengenal jenis-jenis hewan dan tumbuhan.

2.2.4 Pembuatan

Tahapan-tahapan dalam pembuatan aplikasi game edukasi berbasis Android ini terlebih dahulu melakukan observasi dilokasi penelitian. Lokasi penelitian sendiri bertempat di TK Al - Azkiya, Villa Jatirasa, Bekasi. Berdasarkan observasi yang dilakukan peneliti terhadap metode pembelajaran pengenalan jenis-jenis tumbuhan masih menggunakan metode yang kurang menarik perhatian siswa-siswi. Maka untuk mengatasi masalah ini diperlukan suatu metode pembelajaran yang baru, yang mampu menarik perhatian anak yaitu metode belajar sambil bermain. Langkah selanjutnya peneliti melakukan tahapan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi game edukasi ini. Pengumpulan data ini bertujuan untuk menganalisis data yang akan dimasukkan dan mengkaji perangkat pendukung yang akan digunakan dalam membuat aplikasi ini.

2.2.5 Pengujian

Tahapan pengujian yang dilakukan dengan metode blackbox. Ketika hasil

pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi yang dibuat telah layak, maka penulis melangkah pada tahap selanjutnya yaitu melakukan penilaian aplikasi yang telah dibuat. Pengujian pada aplikasi nantinya akan menggunakan proses pengujian sistem. Pengujian sistem bertujuan untuk menentukan kesalahan atau kekurangan pada tampilan game edukasi. Pengujian sistem ini dilakukan setelah pembuatan aplikasi selesai.

2.2.6 Distribusi

Pada tahapan ini, game telah selesai dibuat kemudian dilakukan pemaketan aplikasi. Dalam project ini, file aplikasi dikemas ke dalam bentuk Application Android Package (.apk) dengan menggunakan Website 2 APK Builder. Setelah file telah dikemas dalam bentuk .apk maka game bisa didistribusikan secara online melalui Google Drive sebagai media penyimpanan.

1. <https://drive.google.com/drive/olders/1YDYPUI9p2Zoa17a5dux8tzl3i1nuDe42?usp=sharing>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian rancang bangun aplikasi perangkat lunak yang mengacu pada teori model Research and Development (R&D). penelitian pengembangan atau research and development (R&D) adalah aktifitas riset dasar untuk mendapatkan informasi kebutuhan pengguna (needs assessment), kemudian dilanjutkan kegiatan pengembangan (development) untuk menghasilkan produk dan mengkaji keefektifan produk tersebut. Penelitian pengembangan terdiri dari dua kata yaitu research (penelitian) dan development (pengembangan). Kegiatan pertama adalah melakukan penelitian dan studi literatur untuk menghasilkan rancangan

produk tertentu, dan kegiatan kedua adalah pengembangan yaitu menguji efektifitas, validasi rancangan yang telah dibuat, sehingga menjadi produk yang teruji dan dapat dimanfaatkan masyarakat luas. (Sugiyono, 2009)

Langkah selanjutnya adalah membuat desain sebuah aplikasi seperti menu utama (home) yang berisi tombol mulai, bantuan dan keluar. Selanjutnya, adalah tahap validasi. Pada tahap ini peneliti melakukan validasi terhadap desain aplikasi untuk menguji kelayakan aplikasi, validasi dilakukan oleh seorang ahli untuk menilai kelayakan pada aplikasi yang sudah dirancang seperti ketepatan tata letak gambar ataupun tombol pada setiap tampilan aplikasi game edukasi yang dibuat, ketepatan pemilihan warna desain tampilan, ketepatan pemilihan warna background, keserasian antara warna huruf dengan background, ketepatan ukuran gambar yang ditampilkan.

Kemudian dilanjutkan dengan tahap revisi desain seperti revisi background. Setelah perancangan selesai, selanjutnya peneliti melakukan desain dan membuat aplikasi sesuai dengan rancangan sebelumnya. Aplikasi yang dibuat menggunakan Unity 3D. Menurut Riccitiello (2014 dalam Irmanto, 2018), Menurut CEO dari Unity tahun 2014, menjelaskan bahwa misi dari Unity 3D yaitu “democratize game development”, artinya adalah perangkat pengembangan yang memiliki kualitas game 3D yang mampu berjalan pada berbagai platform, bagus, dan mudah digunakan akan dibuat oleh Unity 3D. Aplikasi yang dibuat menghasilkan beberapa tampilan menu utama seperti menu mulai, menu bantuan dan menu keluar.

3.2. Implementasi Tampilan Sistem

3.2.1 Tampilan Utama (Home)

Tampilan ini merupakan tampilan awal pada saat membuka

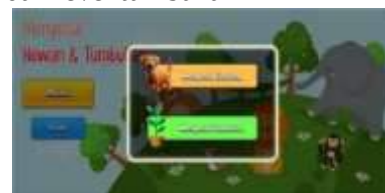
game edukasi ini. Pada tampilan utama ini berisi menu yang akan dipilih saat memainkan game. Terdapat tombol mulai untuk memainkan game.



Gambar .1 Tampilan Menu Utama
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.2.2 Tampilan Menu Level Kuis

Pada tampilan ini terdapat 2 pilihan level, yaitu level hewan dan level tumbuhan



Gambar .2 Tampilan Menu Level
pada Kuis
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.2.3 Tampilan Menu pada Level hewan

Pada tampilan menu ini berisi menu kuis nama hewan yang akan dipilih saat memainkan game ini. Tampilan ini berisi soal - soal latihan pilihan ganda dengan total pertanyaan sebanyak 25 soal, dan 1 soal bernilai 4 jika dijawab dengan benar.



Gambar 3. Tampilan Menu pada Kuis
Hewan
Sumber: Penelitian Mandiri 2024

3.2.4 Tampilan Menu pada Level Tumbuhan

Pada tampilan menu ini berisi menu kuis tumbuhan yang akan dipilih saat memainkan game ini.

3.2.5 Tampilan Tampilan Jawaban Benar

3.2.6 Tampilan Score Game

3.2.7 Tampilan Score Game

How to Play

Score: 100

3 Stars

New!

3.2.8 Tampilan Profil Pembuat Game

4. KESIMPULAN

1. Pembuatan Game edukasi pengenalan hewan dan tumbuhan ini menggunakan metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Metode MDLC terdapat enam tahapan, antara lain : pengonsepan, perancangan, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian dan pendistribusian. Rincian metode MDLC pada pembuatan game edukasi pengenalan hewan dan tumbuhan ini, yaitu :

- 99

- 5) Pembuatan game menggunakan software Unity 3D
 - 6) Game diuji menggunakan metode alpha testing dan beta testing
 - 7) Terakhir game dapat didistribusikan secara online melalui Google Drive sebagai media penyimpanan.
2. Cara agar anak usia 3 hingga 6 tahun tidak bosan memainkan game edukasi pengenalan hewan dan tumbuhan ini dengan cara menambahkan gambar bergerak pada level hewan dan gambar tanaman berbuah pada level tumbuhan, ditambah dengan adanya nilai atau score pada akhir game sehingga menambah minat anak untuk memainkan game tersebut hingga mendapatkan score terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Rahman & D. Tresnowati. (2016). Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Nama Hewan Dan Habitatnya Dalam 3 Bahasa Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Multimedia. *Jurnal Algoritma*, vol. 13, no. 1, pp. 184-190.
- Delima, R., Arianti, N. K., & Pramudyawardani, B. (2016). PENGEMBANGAN APLIKASI PERMAINAN EDUKASI UNTUK. *Informatika*, 16.
- Irmanto. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Unity 3D untuk Platform Android pada Pembelajaran Gambar Teknik Kelas X di SMK Nasional Berbah. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sugiyono. (2009). Metode Penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D. Retrieved from <https://eprints.uny.ac.id/62849/2/BAB%20II%20.pdf>.

TABLE RECOGNITION UNTUK OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR)

Lola

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

Abstrak

Table Recognition merupakan salah satu aspek penting dalam *Optical Character Recognition* (OCR) yang memungkinkan untuk pengenalan karakter dengan tetap mempertahankan struktur tabel dari gambar. Seringkali, mempertahankan struktur teks sangatlah penting untuk mendapatkan informasi yang lengkap. Penelitian ini menyoroti tantangan-tantangan utama yang terkait dengan variasi format tabel dan struktur dokumen yang beragam. Berbagai pendekatan seperti *deep learning* dan pengolahan citra (*image processing*) sudah banyak digunakan pada penelitian ini. Pada makalah ini akan digunakan pendekatan *image processing* untuk melakukan *table recognition*.

Kata kunci : *component; table recognition, table extraction, optical character recognition, OCR.*

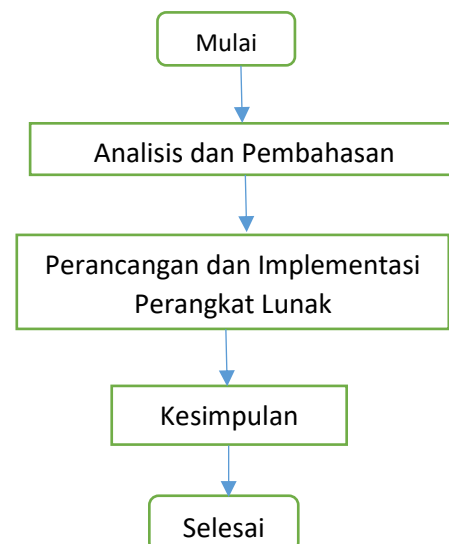
1. PENDAHULUAN

Table recognition adalah proses mengekstraksi struktur dan konten tabel dari gambar atau dokumen. Proses ini melibatkan tugas-tugas seperti *table detection*, *table structure recognition*, dan *table content recognition*. *Table detection* akan menemukan tabel pada gambar. *Table structure recognition* akan mengidentifikasi baris, kolom, dan posisi dari sel. *Table content recognition* mengidentifikasi dan mengekstrak konten teks dari tabel (Rashid, 2022). Pengenalan tabel biasanya menggunakan model *deep learning* atau pengolahan citra sederhana untuk mendeteksi tabel (*table detection*). *Table recognition* telah digunakan di beberapa bidang seperti *document analysis*, *data extraction*, dan *information organization*. *Table detection* dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan, seperti metode *deep learning*, maupun metode *image processing*. Meskipun pendekatan *deep learning* telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, metode *image processing* masih relevan dan memiliki keunggulan tersendiri. Teknik pengolahan citra seperti dilasi, erosi, dan deteksi kontur dapat digunakan untuk mengidentifikasi tabel dan mengekstrak informasi tabel. Data tabel seringkali tersebar dalam berbagai gambar dan dokumen yang dapat ditemukan secara luas disektor bisnis maupun di internet. Namun, pada saat

melakukan proses pengenalan atau pengambilan informasi dari tabel tersebut, penting untuk memiliki pemahaman yang kuat terhadap struktur tabel itu sendiri. Hal ini memungkinkan kita untuk memperoleh informasi secara komprehensif dan akurat. Hal tersebut dapat sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti analisis data hingga pengolahan informasi lebih lanjut. Oleh karena itu, *table recognition* diperlukan untuk mengekstrak informasi dari tabel pada gambar atau dokumen.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian
Sumber :

https://www.researchgate.net/publication/338235695_Metode-Metode_Penelitian_Dalam_Penulisan_Jurnal_Ilmuiah_Elektronik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 HASIL

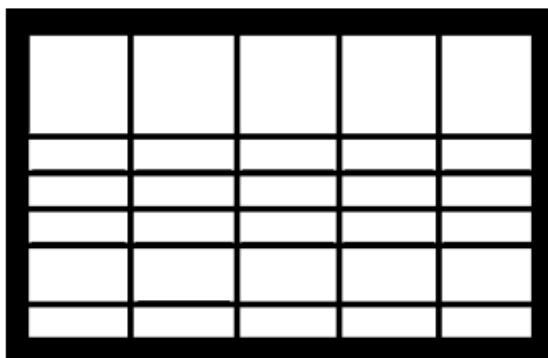
Berikut akan digunakan beberapa gambar untuk menguji hasil *table recognition* yang sudah dikembangkan. Citra yang akan diuji adalah sebagai berikut.

Language	No. of chars (millions)	No. of words (millions)	Char error rate (%)	Word error rate (%)
English	39	4	0.5	3.72
EFIGSD	213	20	0.75	5.78
Russian	38	5	1.35	5.48
Simplified Chinese	0.25	NA	3.77	NA
Hindi	1.4	0.33	15.41	69.44

Gambar 2. Citra Masukan Pertama

Sumber :

<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/0a482d33dc0c7ca08cc333158c5c0e82d4c04560/8-Table1-1.png>



Gambar 3. Citra Output Pipeline *Region Extraction*
Citra Pertama

Sumber : Munir, 2023



Gambar 4. Citra Output Pipeline OCR Citra Pertama

Sumber : Munir, 2023

Study Time vs. Grades

Student	Study Time (hours)	Grade
Bob	2	84
Carlos	4	91
Cindy	5	92
Florence	3	89
Kim	4	88
Lori	4	93
Marisa	1	78
Pat	2	89
Thomas	5	94
Wendy	2.5	87

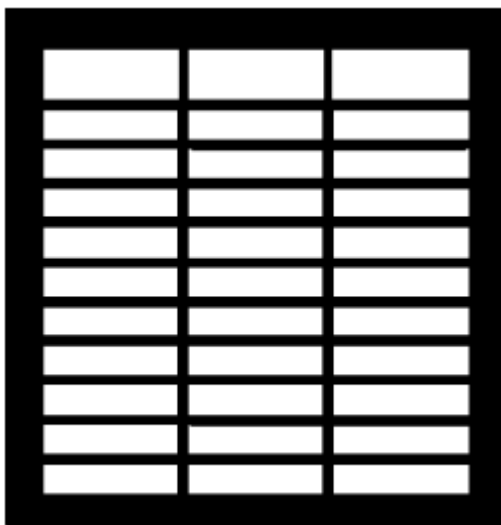
Gambar 5. Citra Masukan Kedua

Sumber : [https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSrrpHWRlQdbO-SfMg6puUFew44paOOX78C_D-yeDiM502vryJ5)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSrrpHWRlQdbO-SfMg6puUFew44paOOX78C_D-yeDiM502vryJ5](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSrrpHWRlQdbO-SfMg6puUFew44paOOX78C_D-yeDiM502vryJ5)

Student	Study Time (hours)	Grade
Bob	2	84
Carlos	4	91
Cindy	5	92
Florence	3	89
Kim	4	88
Lori	4	93
Marisa	1	78
Pat	2	89
Thomas	5	94
Wendy	2.5	87

Gambar 6. Citra Output Pipeline *Table Extraction*
Citra Kedua
Sumber : Munir, 2023



Gambar 7. Citra Output Pipeline *Region Extraction*
Citra Kedua
Sumber : Munir, 2023



Gambar 8. Citra Output Pipeline OCR Citra Kedua
Sumber : Munir, 2023

3.2 PEMBAHASAN

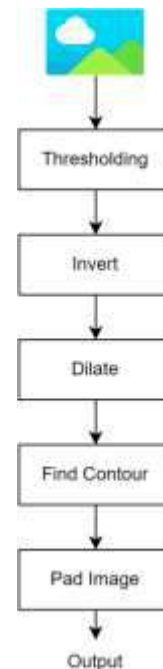
Untuk melakukan *Table Recognition* pada gambar dan dokumen, maka gambar atau dokumen akan melalui tiga pipeline yaitu *Table Extraction*, *Region Extraction*, dan OCR. *Pipeline* tersebut dapat diilustrasikan pada gambar berikut:



Gambar 9. *Pipeline Table Recognition*.
Sumber : Rashid, 2022

A. *Table Extraction*

Pipeline ini bertujuan untuk mengekstraksi tabel dari gambar / dokumen. Pada *pipeline table extraction* akan dilakukan beberapa proses seperti pengambangan (*thresholding*), *invert*, *dilate* (*dilatasi*), *find contour*, dan *pad image* yang dapat dilihat pada gambar berikut.



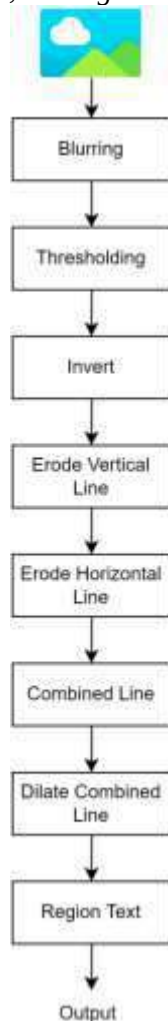
Gambar 10. Alur Proses Pada *Pipeline Table Extraction*
Sumber : Rashid, 2022

Thresholding akan menghasilkan citra biner dari masukan gambar / dokumen. Hasil *thresholding* tersebut akan dilakukan *Invert* untuk mengubah nilai pixel pada gambar menjadi pixel yang berlawanan. *Dilatasi* akan menebalkan atau melebarkan objek pada citra

yang nantinya akan dicari kontur berbentuk persegi yang merupakan representasi dari tabel. Setelah tabel ditemukan, maka gambar akan di-crop pada bagian tabel tersebut dan akan dilakukan padding sebesar 5% dari tinggi gambar masukan.

B. Region Extraction

Pipeline kedua yaitu *region extraction*. *Pipeline* ini bertujuan untuk mengekstraksi region-region dari teks. Pada *pipeline* tersebut akan dilakukan beberapa proses seperti *blurring*, *thresholding*, *invert*, *erode vertical line*, *erode horizontal line*, *combined line*, *dilate combined line*, dan *region text*



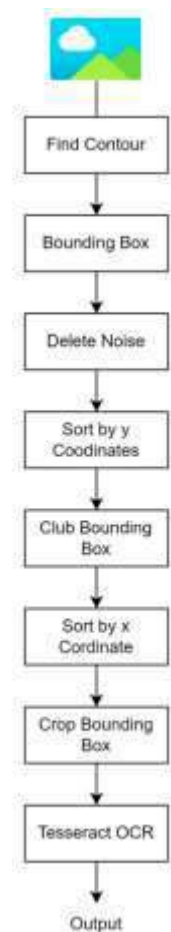
Gambar 11. Alur Proses Pada *Pipeline Region Extraction*

Sumber : Rashid, 2022

Thresholding akan menghasilkan citra biner dari masukan gambar / dokumen hasil dari *pipeline* sebelumnya. Hasil *thresholding* tersebut akan dilakukan *Invert* untuk mengubah nilai pixel pada gambar menjadi pixel yang berlawanan. Berdasarkan hasil *invert* tersebut akan dilakukan erosi untuk mendapatkan garis horizontal dan garis vertical. Garis horizontal dan garis vertical akan digabungkan dan akan dilakukan dilatasi untuk menebalkan garis-garis tersebut. Berdasarkan hasil tersebut akan di-invert kembali dan menghilangkan semua elemen diluar tabel untuk mendapatkan *region text*.

C. OCR

Pipeline terakhir yaitu OCR. *Pipeline* ini bertujuan untuk melakukan pengenalan karakter pada tabel setiap selnya dan menyusun hasil OCR menjadi informasi terstruktur. Pada *pipeline* ini akan dilakukan beberapa proses seperti *find-contour*, *bounding box*, *delete noise*, *sort by y coordinate*, *club bounding box*, *sort by x coordinate*, *crop bounding box*, dan *tesseract OCR*.



Gambar 12. Alur Proses Pada *Pipeline OCR*
Sumber : Smith, 2023

Find Contour bertujuan mencari kontur berdasarkan hasil dari *pipeline Region Extraction* yang sudah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil kontur-kontur yang ditemukan akan dibentuk *bounding box* disetiap konturnya. Terkadang terdapat beberapa *noise* dari pembentukan *Bounding Box* sehingga perlu dihilangkan dari daftar *bounding box*. Daftar *bounding box* akan diurutkan berdasarkan nilai koordinat y dan dikelompokkan. Setelah dikelompokkan akan diurutkan berdasarkan koordinat x. Setiap *bounding box* pada citra akan di-crop berdasarkan koordinat dari *bounding box* tersebut. Setelah di-crop akan dilakukan pengenalan menggunakan *tesseractOCR* secara satu-persatu.

KESIMPULAN

Metode pengolahan citra dapat digunakan untuk melakukan *table recognition*. Dengan

menggunakan metode tersebut didapatkan hasil yang cukup baik. Terdapat beberapa hal yang bisa ditingkatkan seperti mengubah parameter yang terdapat pada kode seperti konfigurasi OCR yang digunakan, serta parameter-parameter pada pengolahan citra.

DAFTAR PUSTAKA

- Munir, Rinaldi., (2023). Bahan Kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra. Program Studi Informatika ITB.
- Rashid, S. F., Akmal, A., Adnan, M., Aslam, A. A., & Dengel, A. (2022). Table Recognition in Heterogeneous Documents Using Machine Learning. In 2022 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). 2022 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/icdar.2017.132>
- Smith, R. (2023). An Overview of the Tesseract OCR Engine. In Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2023) Vol 2. Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2023) Vol 2. IEEE.
<https://doi.org/10.1109/icdar.2007.4376991>.

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR PH TANAH DAN AIR UNTUK PEMILIHAN LAHAN BERKUALITAS BERBASIS MIKROKONTROLER

Triyono Budi Santoso

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

Abstrak

Keberhasilan budidaya tanaman sangat dipengaruhi oleh kualitas lahan, salah satunya tingkat keasaman (pH) tanah dan air. Alat pengukur pH tanah dan air yang portabel dan mudah digunakan sangat dibutuhkan untuk membantu petani dalam memilih lahan yang berkualitas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat pengukur pH tanah dan air berbasis mikrokontroler. Alat ini menggunakan sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman tanah dan air, dan mikrokontroler untuk memproses dan menampilkan hasil pengukuran pada layar LCD. Alat ini diuji coba pada berbagai jenis tanah dan air dengan hasil yang akurat dan presisi. Alat ini juga dilengkapi dengan fitur klasifikasi kualitas tanah berdasarkan nilai pH, sehingga memudahkan petani dalam memilih lahan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penelitian ini menghasilkan alat pengukur pH tanah dan air yang portabel, mudah digunakan, dan akurat. Alat ini diharapkan dapat membantu petani dalam meningkatkan kualitas lahan dan hasil panen. Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat pengukur pH tanah dan pH air berbasis mikrokontroler, didapatkan data yang menunjukkan variasi nilai pH pada kedua lokasi pengujian. Pada lokasi pertama, pH tanah berkisar antara 6,96 hingga 8,23 (netral hingga sedikit basa), sementara pH air berkisar antara 8,23 hingga 9,27 (sedikit basa). Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah dan air di lokasi pertama cukup baik untuk mendukung pertumbuhan tanaman tertentu. Pada lokasi kedua, pH tanah memiliki rentang yang lebih luas, yaitu 4,35 hingga 6,59 (masam hingga netral), sedangkan pH air berkisar antara 7,52 hingga 9,54 (netral hingga sedikit basa).
Kata Kunci : pH tanah, pH air, mikrokontroler, sensor pH, lahan berkualitas.

1. PENDAHULUAN

Tanah dan air merupakan dua faktor penting yang menentukan keberhasilan budidaya tanaman. Tingkat keasaman (pH) tanah dan air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Tanah dengan pH yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat menyebabkan tanaman keracunan, pertumbuhan terhambat, bahkan mati. Pupuk bagi tanaman memiliki peran penting seperti makanan bagi manusia, digunakan untuk mendukung hidup, tumbuh, dan berkembang. Pupuk adalah bahan yang diberikan kepada tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk mendorong pertumbuhan, meningkatkan hasil produksi, dan memperbaiki kualitas tanaman melalui perbaikan nutrisi. Dengan kandungan nutrisi yang diperlukan, pupuk membantu tanaman tumbuh lebih sehat, menghasilkan panen lebih optimal, serta meningkatkan kualitas hasil, seperti rasa, warna, atau kandungan gizinya. Pemberian pupuk yang tepat juga berkontribusi pada kesuburan tanah, menjaga keberlanjutan sistem pertanian (A. Sutandi, 2004). Air adalah

salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan makhluk hidup di bumi, berperan penting dalam proses metabolisme tubuh manusia, hewan, dan makhluk hidup lainnya. Selain itu, air juga digunakan manusia untuk berbagai kebutuhan seperti rekreasi, pembangkit energi listrik, transportasi, serta pengairan di sektor pertanian. Ketersediaan air yang cukup dan berkualitas menjadi faktor penting dalam mendukung kehidupan dan aktivitas sehari-hari, baik bagi keberlangsungan ekosistem alami maupun kebutuhan sosial dan ekonomi manusia (Effendi, 2003).

Oleh karena itu, penting untuk mengetahui pH tanah dan air sebelum melakukan budidaya tanaman. Alat pengukur pH tanah dan air yang ada di pasaran umumnya memiliki harga yang mahal dan tidak portabel. Hal ini menyulitkan petani, khususnya petani kecil, dalam mengukur pH tanah dan air secara rutin. Sehingga, ketersediaan sebuah alat pengukur PH tanah dan air yang portable dan terjangkau akan sangat membantu para pihak di dalam menyediakan sebuah lahan pertanian yang berkualitas untuk

mendukung kegiatan perkebunan ataupun sejenisnya dimana sifat tanah dapat diketahui sebelumnya atau pada saat berlangsungnya kegiatan. (D. Fortuna et al, 2022)

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian dengan menggunakan data kuantitatif dari sumber-sumber data yang ada dan dihasilkan dari kegiatan perancangan, simulasi serta pengukuran menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mendukung tujuan penelitian, dimulai dari identifikasi dan pengumpulan data, perancangan dan uji coba, dan berakhir pada penarikan kesimpulan dalam pelaporan penulisan. Evaluasi penerapan alat, dilakukan secara berkesinambungan saat alat tersebut nantinya di terapkan di setiap keadaan/kondisi lapangan pertanian.

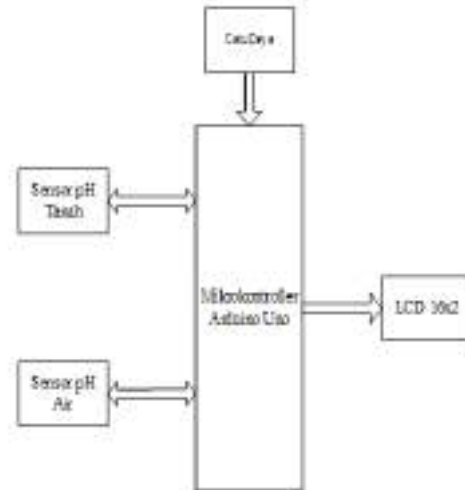
Gambar 1 menerangkan tentang diagram alir penelitian.



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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

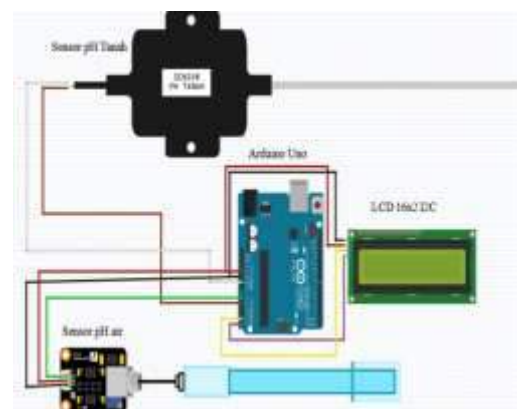
Sebuah diagram blok sebagai tahap awal perancangan alat, ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini, yang akan digunakan sebagai referensi menyusun konfigurasi peralatan pendukung (A. William et al, 2023) :



Gambar 2. Diagram Blok Konfigurasi
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.1 Perancangan rangkaian *hardware*

Gambar 3 menampilkan rangkaian perangkat keras (*hardware*) dari alat pengujian yang dihasilkan, yaitu sebuah modul kontroler arduino yang terhubung dengan sensor pH tanah dan pH air serta berfungsi untuk menganalisa hasil pengukuran untuk kemudian ditampilkan pada keluaran (*output*) display LED. (B. Ariwibowo, 2016)



Gambar 3. Rangkaian *Hardware*
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Koneksi perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan sensor pH ke pin analog Arduino, sementara LCD dihubungkan ke pin SDA dan SCL melalui modul I2C. Semua komponen diatur di atas breadboard untuk kemudahan perakitan dan troubleshooting saat proses pengujian. Sebelum pengukuran, sensor pH dikalibrasi menggunakan *buffer solution* dengan pH 4, 7, dan 10 untuk memastikan akurasi pembacaan. Kalibrasi ini penting karena nilai yang dihasilkan sensor sangat bergantung pada kondisi awal perangkat. Keseluruhan pengkawatan setiap elemen rangkaian mengacu pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Konfigurasi PIN Rangkaian Perangkat Keras.

Arduino Uno	LCD 16x2 I2C	Sensor pH Air	Sensor pH Tanah
5 VDC	VCC	5VDC	-
GND	GND	GND	GND
A0	-	P0	-
A1	-	-	OUT
A4	SDA	-	-
A5	SCL	-	-

3.2 Perancangan rangkaian software

Pada gambar 4, 5 dan 6 selanjutnya menerangkan tentang bagaimana software dirancang untuk mendukung operasional dari *hardware*. Program yang dibuat bertujuan untuk mengukur pH tanah dan air secara real-time menggunakan dua sensor pH yang terhubung ke Arduino Uno. Data dari sensor pH dibaca melalui pin analog A0 untuk pengukuran tanah dan A1 untuk pengukuran air. Nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor dikonversi menjadi nilai pH melalui rumus tertentu yang disesuaikan dengan karakteristik sensor. Selain itu, program ini dilengkapi dengan fungsi kalibrasi menggunakan variabel offset, sehingga hasil pengukuran dapat disesuaikan untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik. Nilai pH yang telah diolah kemudian ditampilkan di LCD 16x2 yang menggunakan modul I2C untuk menghemat penggunaan pin Arduino.

Dalam implementasinya, program dimulai dengan inisialisasi perangkat keras seperti LCD dan serial monitor untuk debugging. Setiap siklus pengukuran, data dari kedua sensor pH diambil, diproses, dan ditampilkan baik di LCD maupun di Serial Monitor untuk mempermudah pengamatan. Program ini juga dirancang dengan jeda tertentu (*delay*) antar pengukuran, sehingga sistem berjalan stabil tanpa gangguan. Dengan desain ini, pengguna dapat secara efisien memantau kondisi pH tanah dan air untuk keperluan analisis atau dalam aplikasinya kemudian.

Sebuah *script* program ditanamkan dalam perangkat keras untuk mendukung iterasi / proses kegiatan berulang dan sebagai langkah evaluasi berkesinambungan dari setiap pengukurannya.

```
void loop() {
  // Membaca data dari sensor pH 1
  int sensorValue1 = analogRead(PH_PIN1);
  voltage1 = sensorValue1 * (5.0 / 1023.0);
  pH_value1 = (-0.027*sensorValue1)+31.03 + calibration_offset1;

  // Membaca data dari sensor pH 2
  int sensorValue2 = analogRead(PH_PIN2);
  voltage2 = sensorValue2 * (5.0 / 1023.0);
  pH_value2 = (-0.1078*sensorValue2)+26.938+ calibration_offset2;

  // Menampilkan data di Serial Monitor
  Serial.print("Sensor 1 - Voltage: ");
  Serial.print(voltage1, 2);
  Serial.println(" V");
  Serial.print("Sensor 1 - pH Value: ");
  Serial.println(pH_value1, 2);

  Serial.print("Sensor 2 - Voltage: ");
  Serial.print(voltage2, 2);
  Serial.println(" V");
  Serial.print("Sensor 2 - pH Value: ");
  Serial.println(pH_value2, 2);
}
```

Gambar 4. Tampilan Loop Program
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Sedangkan untuk keluaran tampilan pada display LCD, menggunakan *script* sebagaimana ditampilkan berikut ini :

```
// Menampilkan data di LCD
lcd.clear(); // Clear the LCD before updating
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("PH1:");
lcd.print(pH_value1, 2);
lcd.print(" ");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("PH2:");
lcd.print(pH_value2, 2);
lcd.print(" ");

// Delay sebelum pengukuran berikutnya
delay(3000);
}
```

Gambar 5. Menampilkan Nilai Sensor Pada LCD

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Sebagaimana dalam program pada umumnya dimana untuk mendukung setiap proses running berjalan lancar, dibutuhkan selalu inisialisasi yang ditunjukkan pada *script* dibawah ini:

```
#include <Arduino.h>
#include <AdafruitGSM1.h>

// Disinisialisasi I2C
AdafruitGSM1 GSM1(I2C1, 14, 21); // Alamat I2C GSM

// Pin untuk sensor pH
const int PH_PIN1_A0; // Sensor pH 1 terhubung ke pin analog A0
const int PH_PIN2_A1; // Sensor pH 2 terhubung ke pin analog A1

// Variabel untuk pengukuran pH
float voltage1, pH_value1;
float voltage2, pH_value2;
float calibration_offset1 = 0.0; // Kalibrasi nilai pH untuk sensor 1
float calibration_offset2 = -2.0; // Kalibrasi nilai pH untuk sensor 2
```

Gambar 6. Inisialisasi Port

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

3.2 Hasil Pengujian dan Analisa *Realtime Data Monitoring*

Pengujian dilakukan pada 2 (dua) kondisi dan lokasi tanah yang berbeda untuk menguji apakah alat yang dirancang dapat berfungsi dengan baik untuk mengukur dan menampilkan hasil pH tanah dan pH air pada lokasi tanah tersebut.

Gambar 7 menampilkan grafik pengukuran dari lokasi tanah pertama. Tanggal dan pewartuannya ditampilkan untuk memberikan pengkondisian realtime bagi para pembaca karena kondisi tanah dapat senantiasa berubah setiap waktu, baik pagi siang atau malam, juga tergantung pada aktivitas terkait disekitarnya.



Gambar 7. Grafik Hasil Pengukuran pH Pada Lokasi Pertama

Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Dari data hasil pengukuran pada lokasi pertama, nilai pH tanah berkisar antara 6,96 hingga 8,23, menunjukkan bahwa sebagian besar sampel tanah berada dalam kategori netral hingga sedikit basa. Kondisi ini sangat mendukung untuk pertumbuhan tanaman tertentu, terutama tanaman yang toleran terhadap pH netral atau basa. Perbedaan nilai pH ini dapat diakibatkan oleh kandungan mineral, aktivitas mikroorganisme, atau perlakuan terhadap tanah, seperti penggunaan pupuk atau kapur.

Untuk pH air pada lokasi pertama, nilainya berkisar antara 8,23 hingga 9,27, yang mengindikasikan bahwa air memiliki sifat sedikit basa. Meskipun nilai pH ini masih tergolong aman untuk beberapa aplikasi, tingkat basa yang lebih tinggi pada beberapa sampel, seperti 9,27, memerlukan perhatian lebih. Ini mungkin disebabkan oleh kandungan zat kimia tertentu di dalam air. Secara keseluruhan, alat pengukur pH bekerja dengan baik dalam mendeteksi variasi nilai pH, memberikan data yang akurat dan konsisten untuk pemantauan kualitas tanah dan air secara efektif.

Dari data hasil pengukuran yang ditampilkan, terlihat variasi nilai pH pada tanah dan air untuk setiap sampel yang diuji pada lokasi kedua. Untuk pH tanah, nilai berkisar antara 4,35 hingga 6,59, menunjukkan kondisi tanah dari kategori masam hingga netral. Kondisi ini mengindikasikan bahwa beberapa sampel tanah memerlukan perlakuan seperti penambahan kapur untuk meningkatkan pH agar lebih mendukung pertumbuhan tanaman, terutama jika nilai pH berada di bawah 5,5. Variasi ini juga menggambarkan perbedaan karakteristik tanah yang dapat disebabkan oleh faktor lingkungan atau kandungan mineral.

Sedangkan pada lokasi kedua yang dijadikan sebagai sampel pengukuran, hasilnya menunjukkan sebagaimana dalam tampilan grafik pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengukuran pH
Pada Lokasi Kedua
Sumber: Hasil Olahan Data Penelitian

Pada sisi pH air dilokasi kedua, nilai berkisar antara 7,52 hingga 9,54, menunjukkan kategori air dari netral hingga sedikit basa. Data ini menunjukkan bahwa kualitas air sebagian besar masih dalam batas yang dapat diterima, meskipun ada beberapa sampel yang memiliki nilai pH mendekati 9,54, yang mungkin memerlukan evaluasi lebih lanjut untuk penggunaannya. Hasil ini dapat juga dibandingkan dengan cara melakukan hasil sandingan alat yang tersedia dipasaran sebagai sebuah pendekatan empiris terkait kinerja alat yang dirancang ini. Pada penelitian kali ini, performa alat pengukur terlihat stabil, dengan konsistensi pengukuran untuk setiap sampel yang diuji. Hasil ini menunjukkan keandalan sensor pH yang digunakan dalam alat, serta mendukung relevansi alat ini dalam memonitor kualitas tanah dan air secara akurat.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat pengukur pH tanah dan pH air berbasis mikrokontroler, didapatkan data yang menunjukkan variasi nilai pH pada kedua lokasi pengujian. Pada lokasi pertama, pH tanah berkisar antara 6,96 hingga 8,23 (netral hingga sedikit basa), sementara pH air berkisar antara 8,23 hingga 9,27 (sedikit basa). Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah dan air di lokasi pertama cukup baik untuk mendukung pertumbuhan tanaman tertentu. Pada lokasi kedua, pH tanah memiliki rentang yang lebih luas, yaitu 4,35 hingga 6,59 (masam hingga netral), sedangkan pH air berkisar antara 7,52 hingga 9,54 (netral hingga sedikit basa). Hasil ini menunjukkan adanya kebutuhan perlakuan khusus pada beberapa sampel tanah yang bersifat masam, seperti penambahan kapur, untuk meningkatkan pH agar lebih sesuai dengan kebutuhan tanaman. Alat pengukur pH yang dirancang mampu bekerja secara akurat, konsisten, dan memberikan data yang dapat diandalkan untuk mendukung pemantauan kualitas tanah dan air secara efektif..

DAFTAR PUSTAKA

- A. Sutandi (2004), "Pupuk dan pemupukan," *Dep. Tanah. Fak. Pertanian. Inst. Pertan. Bogor.*

- Bogor*, vol. 208
- Effendi, (2003) "Telaah kualitas air bagi *pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*,"
- A. William, H. Salsabilah, and D. Widhiantoro (2023), "Perancangan Alat Agriculture Soil Fertility Detection Berbasis IoT Untuk Pemantauan pH, Suhu dan Kelembaban Tanah, Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV), pp. 440–451.
- D. Fortuna and H. Zakaria (2022), "Sistem Otomatisasi Untuk Mengukur Kelembaban Suhu Dan pH Tanah Berbasis Android Menggunakan Arduino ESP32 Pada Tanaman Bayam (Studi Kasus: Syahmi Organik)," *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sains*, vol. 1, no. 09, pp. 1512–1517.
- B. Ariwibowo (2016), "Pengertian, Kegunaan Khusus, Fasilitas, Sertaperangkat Keras Yang Dihubungkan Danrincian Teknis Operasi Pada Sistem Mikrokontroler," *Diakses dari https://www.Acad.edu/22425613/SISTEM_MIKROKONTROLER*.

TREN PENELITIAN AI GENERATE PADA JURNAL DI INDONESIA: TINJAUAN STUDI DOKUMEN

Rendy Pribadi

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

Abstrak

Penelitian ini berupaya mengkaji tren penelitian *AI Intelligence* (AI) dari tahun 2020-2024. *AI Generate* merupakan mesin yang digunakan sebagai kecerdasan buatan yang terdiri atas bahasa pemrograman yang diciptakan menjadi *AI Generate*. Metodologi penelitian ini menggunakan *Literature Review* (SLR). Sistem ini dimulai dari tahap pengumpulan melalui portal SINTA, menuliskan data-data metodologi dalam artikel, dan mengklasifikasikannya dalam empat instrumen, yakni 1. Tipe Penelitian, 2. Subjek Penelitian, 3. Pengumpulan data, dan 3. jenis *AI Generate*. Berdasarkan kata kunci *Artificial Intelligence*, terdapat 40 artikel dari portal SINTA 1 sampai 6 yang membahas keterlibatan AI dalam penelitiannya. Penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa 1. Tipe penelitian kualitatif mendominasi penelitian sebanyak 18 artikel, 2. Subjek penelitian didominasi oleh mahasiswa/siswa sejumlah 26 artikel dari tahun 2020-2024, 3. Pengumpulan data didominasi oleh tes dan kuesioner sebanyak masing-masing 5 artikel dan 4. Jenis ChatGpt menjadi *AI generate* yang banyak digunakan oleh peneliti dari Indonesia yang terkumpul dalam platform SINTA berjumlah 8 artikel. AI menjadi bagian yang tak terpisahkan dari dunia Pendidikan karena sifatnya yang bisa membantu dan mempermudah kerja manusia pun tidak terlepas dari permasalahan. Kompleksitas masalah ini diperparah oleh perkembangan AI yang cepat, yang seringkali melampaui kemampuan kerangka etika dan peraturan untuk mengimbangi; masalah ini mencakup domain teknis, etika, sosial, hukum, dan ekonomi, dan pendekatan komprehensif diperlukan untuk mengatasinya. Memperkuat literasi yang mencakup pemahaman membaca dan menulis masih relevan karena dari fondasi yang kuat akan membentuk karakter yang kokoh dan tidak mudah terbawa oleh cara-cara instan.

Kata kunci: *jurnal review*, *Artificial Intelligence*, SINTA

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan. Penelitian mengenai pengajaran berbasis AI semakin meningkat, seiring dengan kebutuhan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses pembelajaran. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi tren terkini dalam pengajaran berbasis AI, dengan fokus khusus pada konsentrasi pengajaran dan linguistik.

Pengajaran berbasis AI menawarkan berbagai inovasi yang dapat memfasilitasi pengalaman belajar yang lebih interaktif dan personal. Teknologi seperti pembelajaran adaptif, chatbot pendidikan, dan analisis data besar memungkinkan pendidik untuk menyesuaikan metode pengajaran mereka sesuai dengan kebutuhan individu siswa. Selain itu, penggunaan AI dalam pengajaran linguistik memberikan peluang untuk

mengembangkan alat bantu belajar yang lebih efektif, seperti aplikasi pembelajaran bahasa yang dapat beradaptasi dengan kemampuan dan kemajuan siswa.

Meskipun potensi besar dari pengajaran berbasis AI, masih terdapat tantangan yang perlu diatasi. Keterbatasan dalam pemahaman tentang bagaimana teknologi ini dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam kurikulum dan praktik pengajaran menjadi perhatian utama. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya akan mengidentifikasi tren terkini tetapi juga akan menganalisis tantangan dan peluang yang dihadapi oleh pendidik dalam menerapkan teknologi AI dalam pengajaran bahasa dan linguistik. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi para pendidik, peneliti, dan pembuat kebijakan dalam memahami dan memanfaatkan potensi AI untuk meningkatkan kualitas pengajaran dan pembelajaran di era digital ini

Berbagai penelitian di Indonesia yang menggunakan analisis *AI* seperti .

Berbeda dengan tema-tema di atas, *AI* sebagai metodologi digunakan untuk meningkatkan kemampuan akademik dan analisis, misalnya mengidentifikasi bentuk linguistik (Yasa, 2021), meningkatkan menulis argumentasi di sekolah menengah (Wuryaningrum, 2020), penggunaan unsur-unsur semantik untuk memperkuat berita (Mardikantoro & Haryadi, 2019), kajian *AI* melalui grafiti untuk meningkatkan kesadaran ekologis (Setiyanto & Macaryus, 2022), dan konstruksi ideologi dalam meme Setya Novanto (Andriani et al., 2019).

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan analisis konten dengan Pengumpulan data *AI* yang berfokus kepada jurnal yang telah dipublikasikan di Indonesia melalui portal SINTA. Metode penelitian yang sama telah digunakan oleh (Susetyarini & Fauzi, 2020) yang telah mengalami beberapa modifikasi.

2.1 Sumber Data

Data yang dikumpulkan berasal dari hasil pencarian penggunaan Pengumpulan data atau metode *AI* . Keseluruhan artikel diambil dari kata kunci *AI Generated* dari jurnal yang telah terindeks di portal *Science and Technology Index* (SINTA 2) dari tahun 2017 sampai dengan 2022. Portal SINTA merupakan sebuah platform yang telah dibuat dan dikembangkan oleh Kemenristekdikti Indonesia sebagai salah satu wadah pengumpulan jurnal ilmiah. Semua artikel yang berjumlah ratusan terdapat 36 artikel yang menggunakan metode *AI* dalam analisisnya yang diambil dari 11 jurnal terindeks SINTA 2. Artikel-artikel yang dikumpulkan telah dipublikasikan secara online sebelum September 2022.

2.2 Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini digunakan untuk memetakan kenaikan penggunaan metode *AI* tiap tahun dari artikel dalam jurnal yang telah terindeks SINTA dengan menggunakan metode *AI* dan kategori yang akan dianalisis menggunakan beberapa aspek untuk mengulas metode Pengumpulan data dan analisis data dalam 36 artikel yang

telah dikumpulkan. Terdapat enam pokok ulasan dalam menganalisis konten dalam penelitian ini. Hal pokok itu meliputi 1. Tipe penelitian, 2. subjek penelitian, 3. Jenis Pengumpulan data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Semua artikel telah diklasifikasikan berdasarkan kategori dan aspek yang telah ditentukan. Informasi ini didapat dari penulis dalam bentuk abstrak penulisan dan diperjelas dengan membaca metodologi penelitian dan simpulan yang ada pada setiap artikel. Kemudian data yang telah dikumpulkan lalu diolah dalam bentuk diagram batang.

Aspek	Kategori	
Tipe Penelitian	A1.Kuantitatif A2.Kualitatif	A.Kuantitatif- Kualitatif (mix)
Subjek Penelitian	B. 1 Buku dan artikel B. 2 Puisi Chairil Anwar B. 3 Bahasa Lokal B. 4 Guru Sekolah Menengah B. 5 Siswa Sekolah Menengah B. 6 Mahasiswa	B. 7 Bangsawan dan masyarakat umum B. 8 Teks Tugas B. 9 Model Pengajaran
Pengumpulan Data	C. 1 Tes C. 2 Dokumen C. 3 Observasi	C. 4 Kuesioner C. 5 Wawancara C. 6 Literature review C. 7 Ulasan Kritis
AI Generate	D.1 Grammarly, Quillbot, Chat GPT, Mendeley, dan Turnitin D. 2 Lingua Franca Core (LFC) D. 3 Replika, Andy, dan Google Assistant D. 4 Intelligent Tutoring Systems, Mentor Virtual, Voice Assistant, dan Smart Content. D. 5 Aizzy AI and Perplexity AI D. 6 ClassCard dan Kahoot D. 7 Copilot DeepL D. 8 Duet AI Elsa Speak D. 9 Google Translate D. 10 NovoLearning	D. 11 PCapDroid D. 12 Praat App D. 13 ProWritingAid D. 14 Robot Nao D. 15 Smalltalk2me D. 16 The Elsa dan The Plot Generator Ap D. 17 SDLC (Software Development Life Cycle D. 18 Amazon Kindle D. 19 Undefined

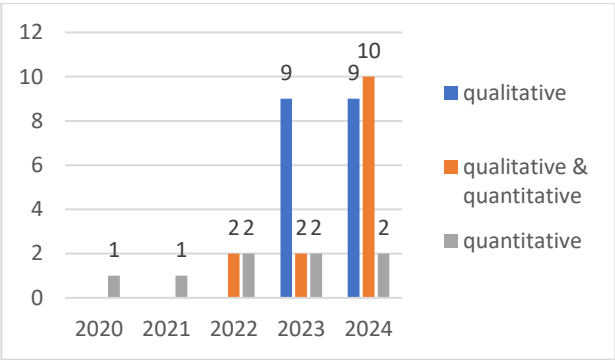
Tabel 1. Aspek Dan Kategori dalam Penelitian.

Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Data di atas menunjukkan beberapa instrumen dan temuan dalam artikel ini. Kolom di bagian kiri menunjukkan pertanyaan penelitian dalam bentuk aspek dan kolom bagian kiri merupakan jawaban yang masuk ke dalam ranah kategori. Aspek adalah bagian dari pertanyaan yang terdiri atas empat hal, yakni tipe penelitian, subjek penelitian, pengumpulan data, dan jenis AI yang akan ditemukan dari 40 artikel. Kategori

merupakan temuan dari 40 artikel berdasarkan 4 pertanyaan dari penelitian ini.

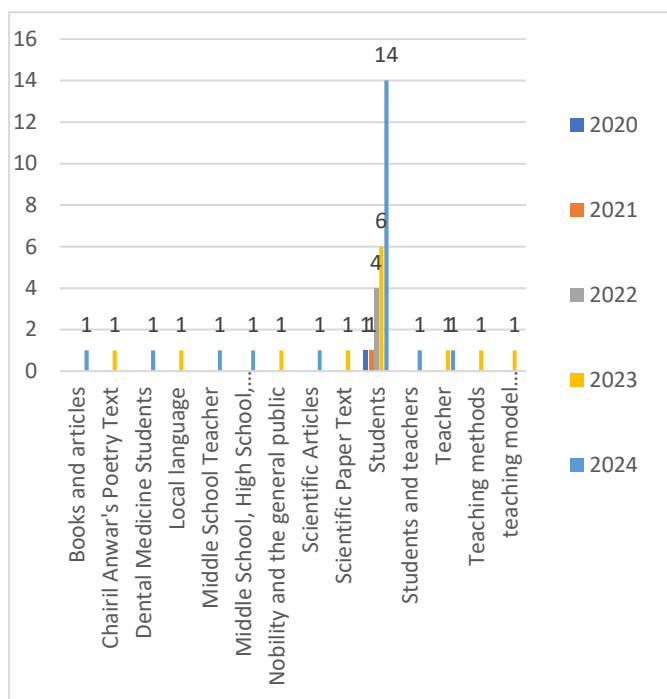
Tipe Penelitian



Gambar 1.Tipe Penelitian
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Gambar 1 Tipe Penelitian
Tipe penelitian menentukan bentuk yang akan dianalisis. Tipe ini berbentuk kualitatif dan deskriptif dalam pengolahan dan pemetaannya. Bentuk analisis seperti ini menggunakan teknik rata-rata dan dari tiap jurnal yang dihasilkan dari tahun 2020-2024 berdasarkan topik penelitian yang digunakan, subjek penelitian, pengumpulan data, dan metode analisis. Tipe penelitian dalam diagram di atas ini menunjukkan tipe penelitian dari tahun 2020 awalnya didominasi oleh kuantitatif berjumlah 1 penelitian kemudian pada tahun 2023 kualitatif menjadi tipe yang dominan dengan jumlah 9 artikel dan tahun 2024 penelitian campuran (kuantitatif- kualitatif) menjadi yang paling dominan dengan 10 penelitian berdasarkan jurnal yang terindeks SINTA disusul dengan penelitian kualitatif berjumlah 9 dan penelitian kuantitatif berjumlah 2 artikel penelitian. Menyoal banyaknya penelitian kuantitatif karena teknik statistik untuk menganalisis data, termasuk metode untuk menangani berbagai jenis hasil, data *cross-sectional* dan *longitudinal*, dan masalah seperti kesalahan pengukuran dan data yang hilang. Analisis ini membantu dalam memahami aspek 'apa' dan 'berapa banyak' dari pertanyaan penelitian (Clarke & Collier, 2015). Pun dengan penelitian kualitatif yang banyak digunakan karena berfokus pada pemahaman fenomena sosial melalui eksplorasi terperinci, interpretasi, dan

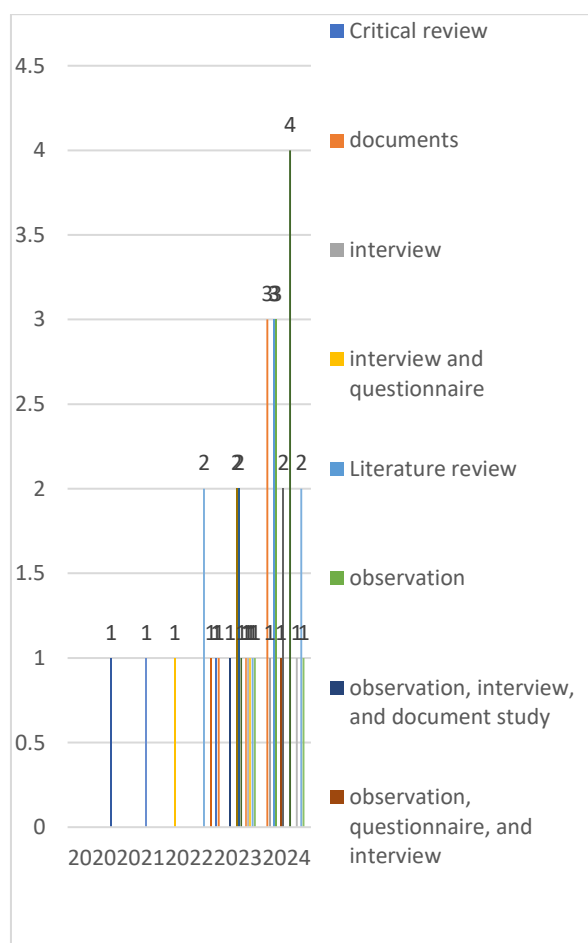
deskripsi pengalaman, perilaku, dan keyakinan orang. Ini sangat berharga di bidang-bidang seperti ilmu sosial, psikologi, antropologi, dan pendidikan, yang mana memberikan wawasan kontekstual yang kaya yang mungkin tidak ditangkap oleh metode kuantitatif (Johnson, 2024; Pandey, 2024)



Gambar 2 Subjek Penelitian
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Dalam subjek penelitian, teks yang bersumber dari siswa/mahasiswa mendominasi korpus data yang dianalisis menggunakan AI berjumlah 26 penelitian dari tahun 2020-2024. Siswa/mahasiswa ialah fenomena yang terus-menerus dikaji dalam pendidikan di Indonesia. Fenomena berbasis kebutuhan siswa/mahasiswa yang kemudian banyak diinterpretasikan menurut pandangan kritis dalam pendidikan. Pandangan ini kemudian direkonstruksi menjadi hal yang menarik saat berhubungan dengan memfasilitasi pengalaman belajar yang dipersonalisasi dengan beradaptasi dengan kebutuhan siswa individu, sehingga mempromosikan inklusivitas dan aksesibilitas. Ini sangat bermanfaat bagi siswa yang membutuhkan dukungan bahasa atau mereka yang berasal dari beragam latar belakang (Telaumbanua, Hulu, Zai, Hulu, & Ndruru, 2024). Subjek yang menjadi bagian

penting dalam masyarakat Indonesia selanjutnya yakni guru yang berjumlah 2 penelitian yang ada pada tahun 2023-2024. Pelibatan guru dalam pengajaran yang memanfaatkan AI Generate masih cukup rendah di Indonesia karena mereka menghadapi tantangan seperti pengetahuan konten yang tidak memadai dan pengalaman dengan AI, serta tantangan teknis dan penerimaan pemangku kepentingan (Wegerif, 2024). Hal ini merupakan tantangan karena AI sejatinya AI untuk memperkaya praktik pengajaran dan berkontribusi pada masa depan pendidikan yang berkelanjutan (Al-Nofaie & Alwerthan, 2024)



Gambar 3 Jenis Pengumpulan Data
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

Jenis penelitian yang menggunakan Pengumpulan data berupa kuesioner dan tes mendominasi dari keseluruhan penelitian dalam SINTA 1-6 yakni berjumlah masing-masing 5 dari tahun 2022-2024. Hal mendasar dari kuesioner yakni, sifatnya yang bisa memenuhi kebutuhan pemakai/pengguna

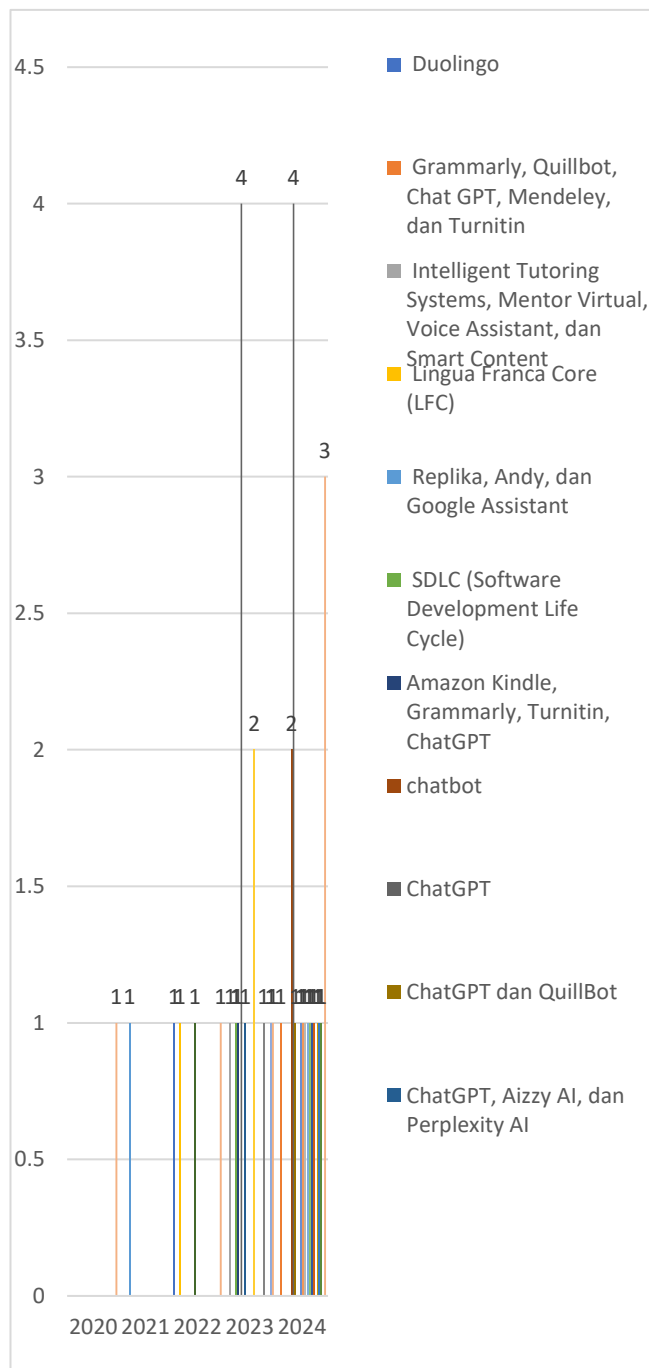
dalam penelitian. Desain kuesioner yang efektif melibatkan pembuatan pertanyaan yang relevan, spesifik, dan selaras dengan topik dan maksud penelitian. Pertanyaan-pertanyaan harus disusun untuk memastikan kejelasan dan menghindari ambiguitas, dengan opsi yang saling eksklusif dan diurutkan secara logis membantu mengidentifikasi dan memperbaiki masalah potensial yang dapat mempengaruhi kualitas data (Lei & Pang, 2024; Sajko, 2024). bertujuan mengumpulkan data yang akurat dan dapat diandalkan. Dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif, metode ini sangat penting untuk menyelidiki fenomena atau menguji hipotesis. Untuk memastikan bahwa data secara akurat mencerminkan fakta yang sedang dipelajari, kualitas instrumen dan teknik yang digunakan harus valid dan dapat diandalkan.

Pengumpulan data kedua yang paling banyak ditemukan dalam SINTA 1-6 yakni dokumen berjumlah 4 dari tahun 2023-2024. Pengumpulan data secara dokumen merupakan penyajian yang berdasarkan hasil penulisan atau tulisan siswa yang didasarkan tugas dan makalah dari gurunya. Pengumpulan data dokumen pada dasarnya adalah metode mendasar dalam penelitian kualitatif, menyediakan sarana untuk mengeksplorasi nuansa budaya dan sosial melalui dokumen yang ada. Pendekatan ini sering digunakan bersama observasi peserta untuk mendapatkan pemahaman komprehensif tentang konteks penelitian (Deborah Court, Randa Abbas, Ted Riecken, Jack Seymour, 2017; IGI Global, 2024)

Jenis AI

Berdasarkan data statistik di atas, penggunaan Jenis AI terutama ChatGpt hampir mendominasi dalam setiap penelitian di Indonesia dari rentang tahn 2020-2024. Jenis AI ini digunakan sebanyak 8 artikel penelitian dan penggunaannya pun masuk kategori AI Generate. AI Generate memungkinkan hasil data yang diperoleh bisa dibentuk pada beberapa pendekatan, seperti gambar, audio, visual dan lainnya. Secara signifikan meningkatkan kinerja akademik siswa dengan meningkatkan pemahaman materi,

keterampilan berpikir kritis, dan efisiensi tugas. Namun, itu juga menimbulkan tantangan seperti potensi ketergantungan dan



Gambar 4. Jenis AI
Sumber Data : Hasil Olahan Data Penelitian

berkurangnya interaksi langsung dengan pendidik (Salsabila, Kustati, & Amelia, 2024). Penggunaan ChatGpt bukan tanpa permasalahan. Beberapa mahasiswa antropologi mendapat manfaat dari kemudahan akses dan efisiensi waktu Chat GPT, tetapi menghadapi risiko seperti ketergantungan dan plagiarisme, yang dapat

menyebabkan berkurangnya kebiasaan membaca dan keterampilan analitis (Adistya et al., 2024).

Jenis AI generate kedua yang paling dominan untuk digunakan yakni Elsa Speak berjumlah 2 penelitian yakni pada tahun 2023. AI ini digunakan untuk kemudahan penggunaan, dan umpan balik langsung yang diberikan oleh Elsa Speak, yang membantu meningkatkan pengucapan dan kepercayaan diri mereka dalam berbicara (Khadijah, Rosyidah, & Elfiyanto, 2023). Sangat penting bagi pelajar bahasa untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan mereka karena Elsa Speak menggunakan AI untuk memberikan umpan balik secara real-time. Dalam beberapa penelitian, sifat ini telah ditunjukkan sebagai keuntungan yang signifikan, membantu meningkatkan pengucapan dan keterampilan berbicara (Senowarsito & Ardini, 2023).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan keterangan dari keempat instrumen yang telah dipaparkan peneliti, tipe penelitian didominasi oleh kualitatif dari tahun 2020 sampai dengan 2024. Analisis AI mendasarkan kepada fenomena dan persepsi kemudian diinterpretasikan berdasarkan kemampuan penarikan simpulan secara analitik. Pendekatan lainnya yakni, kualitatif-kuantitatif ialah mendasarkan perhitungan secara statistika dan mengulasnya dalam analisis-persepsi. Instrumen kedua, yakni subjek penelitian didominasi dari siswa/mahasiswa dengan pertimbangan ranah pendidikan yang berpotensi besar dalam memunculkan peradaban baru dalam sosial. Instrumen keempat yakni ChatGpt masih menjadi AI yang banyak digunakan dalam lingkup pendidikan khususnya pemelajar linguistik dan bahasa di Indonesia. Perhatian khusus tertuju pada AI generate yang digunakan dalam lingkup pendidikan hendaknya bisa berkolaborasi dan bersinergi bagi guru dan siswa dalam melahirkan sebuah gagasan dan produk, misalkan kolaborasi AI dalam menentukan bahasa daerah berdasarkan tuturan siswa, sehingga bisa menemukan ide pemetaan dan asal-usul dalam bahasa daerah tersebut.

Pun tantangan dari AI tidak sedikit yang kian hari makin mendominasi kerja manusia. Kompleksitas masalah ini diperparah oleh perkembangan AI yang cepat, yang seringkali melampaui kemampuan

kerangka etika dan peraturan untuk mengimbangi; masalah ini mencakup domain teknis, etika, sosial, hukum, dan ekonomi, dan pendekatan komprehensif diperlukan untuk mengatasinya. Memperkuat literasi yang mencakup pemahaman membaca dan menulis masih relevan karena dari fondasi yang kuat akan membentuk karakter yang kokoh dan tidak mudah terbawa oleh cara-cara instan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adistya, A., Iqbal, M., Studi, P., Antropologi, P., Sosial, F. I., Medan, U. N., ...
Adistya, A. (2024). Penggunaan ChatGPT di Kalangan Mahasiswa Pendidikan Antropologi Universitas Negeri Medan, 1(2), 298–312.
- Al-Nofaie, H., & Alwerthan, T. A. (2024). Appreciative Inquiry into Implementing Artificial Intelligence for the Development of Language Student Teachers. *Sustainability (Switzerland)*, 16(21), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/su16219361>
- Clarke, S., & Collier, S. (2015). Research essentials. How to critique quantitative research. *Nursing Children and Young People*, 27(9), 12.
<https://doi.org/10.7748/ncyp.27.9.12.s14>
- Deborah Court, Randa Abbas, Ted Riecken, Jack Seymour, M.-A. L. T. (2017). *Data Collection 1: Observations and Document Analysis*.
- IGI Global. (2024). *Data Collection Methods*.
- Johnson, M. A. (2024). The Need for Qualitative Research in Pediatric Nursing. *Acta Scientific Clinical CaseReports*, 5(6), 30–33.
<https://doi.org/10.31080/ascr.2024.05.0543>
- Khadijah, A. N., Rosyidah, L. I., & Elfiyanto, S. (2023). I “...I Felt More Challenged to Keep Practicing”: An Exploration of the Students’ Voice towards Elsa Speak for Supplementing Students’ Speaking Willingness. *Ethical Lingua: Journal of Language Teaching and Literature*, 10(2), 189–199.
<https://doi.org/10.30605/25409190.619>
- Lei, Y., & Pang, L. (2024). Qsnail: A Questionnaire Dataset for Sequential Question Generation. *ArXiv Preprint ArXiv:1901.04642*, (1).

- Pandey, S. R. (2024). Rummaging on a Research Method. *Journal of NELTA Koshi*, 2(1), 100–110.
<https://doi.org/10.3126/jonk.v2i1.69661>
- Sajko, R. L. (2024). On Survey Questionnaire Testing, 20(2), 176–181.
<https://doi.org/10.5457/p2005-114.377>
- Salsabila, D., Kustati, M., & Amelia, R. (2024). Analisis Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) Menggunakan Chat GPT Terhadap Kualitas Akademik Mahasiswa. *Banjarese:Journal of International Multidisciplinary Research Analisis*, 2, 96–105.
- Senowarsito, S., & Ardini, S. N. (2023). The Use of Artificial Intelligence to Promote Autonomous Pronunciation Learning: Segmental and Suprasegmental Features Perspective. *IJELTAL (Indonesian Journal of English Language Teaching and Applied Linguistics)*, 8(2), 133.
<https://doi.org/10.21093/ijeltal.v8i2.1452>
- Telaumbanua, Y. A., Hulu, N. A., Zai, A. K., Hulu, D. S., & Ndruru, E. S. (2024). Utilizing AI (Artificial Intelligence) to Have Positive Impacts on Students in Learning English. *Jurnal Simki Pedagogia*, 7(2), 515–524.
<https://doi.org/10.29407/jsp.v7i2.746>
- Wegerif, R. (2024). Teachers' perceptions, attitudes, and acceptance of artificial intelligence (AI) educational learning tools: An exploratory study on AI literacy for young students, (July), 318–345. <https://doi.org/10.1002/fer3.65>
- .

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PEMESANAN MAKANAN DI RESTORAN AYAM GODAS BERBASIS WEBSITE MENGGUNAKAN FRAMEWORK LARAVEL

Wibisono

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

Abstrak

Pada era digital saat ini, teknologi informasi telah merambah berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam industri kuliner. Restoran Ayam Godas sebagai salah satu pelaku dalam industri ini, turut beradaptasi dengan teknologi dengan mengimplementasikan sistem informasi pemesanan makanan berbasis website. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang sistem informasi tersebut menggunakan framework Laravel. Metode pengembangan yang digunakan meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur sistem, implementasi menggunakan Laravel, hingga pengujian fungsional sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi sistem informasi pemesanan makanan ini mampu meningkatkan efisiensi dalam proses pemesanan dan pengelolaan data, serta memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna.

Kata Kunci : Sistem Informasi, Pemesanan Makanan, Restoran Ayam Godas, Website, Laravel

1. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi dan kemajuan teknologi informasi, industri kuliner telah mengalami transformasi yang signifikan. Restoran, sebagai salah satu bagian integral dari sektor ini, dituntut untuk terus berinovasi agar dapat memenuhi tuntutan pasar yang semakin dinamis.

Restoran Ayam Godas sebagai salah satu pelaku bisnis di industri kuliner tidak dapat mengabaikan perubahan tersebut. Pesatnya perkembangan teknologi membuka peluang baru, terutama dalam hal penyediaan layanan pesanan makanan secara komputerisasi. Oleh karena itu, analisis dan perancangan sistem pesanan makanan menjadi hal yang krusial untuk meningkatkan efisiensi operasional dan memperluas pangsa pasar Restoran Ayam Godas.

Restoran Ayam Godas yang ada di Jakarta dengan lokasi yang mudah dicari dan dengan harga menu makanan yang relatif murah. Sistem pemesanan menu makanan yang ada di Restoran Ayam Godas masih menggunakan cara yang seperti biasa, untuk memesan makanan pelanggan datang lalu pelayan mengantarkan daftar menu dan pelayan masih mencatat pesanan pelanggan secara manual menggunakan kertas. setelah itu barulah pelayan menyampaikan pesanan

pelanggan tersebut ke bagian penyiapan makanan lalu mengantarkan ke pelanggan yang telah memesan makanan tersebut, setelah itu pelanggan membayar ke kasir.

Pemakaian sistem pemesanan makanan untuk memudahkan proses kerja dalam lingkungan Restoran Ayam Godas, sehingga diharapkan dengan adanya sistem pemesanan makanan di Restoran Ayam Godas berbasis web dapat memudahkan proses pemesanan oleh pelanggan dan dapat meningkatkan pemasukan bagi Restoran Ayam Godas.

2. METODOLOGI PENELITIAN

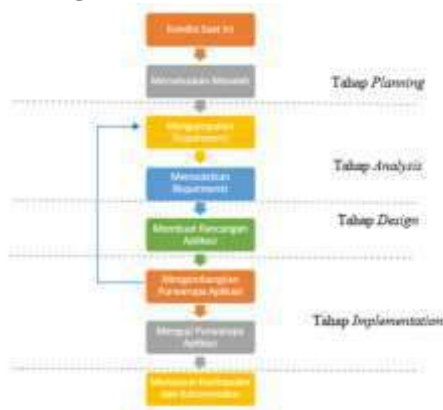
2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif, yaitu penelitian yang mengelola dan menggambarkan data serta informasi berdasarkan fakta-fakta yang tampak untuk kemudian dianalisis lebih lanjut. Metode ini tidak terbatas sampai pada pengumpulan data, tetapi meliputi juga analisis penyampaian data dan informasi digambarkan dalam bentuk tampilan yang lebih mudah dipahami.

Objek penelitian yang dijadikan kasus pada penelitian ini adalah analisis dan perancangan sistem pesanan makanan pada Restoran GODAS.

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pesanan makanan dan merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan sistem pesanan makanan di Restoran GODAS.

2.2 Kerangka Penelitian



Gambar .1 Kerangka Pikir Penelitian
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Membuat kerangka pikir penelitian ini harus diketahui kondisi saat ini di Restoran Godas. Melalui wawancara dan observasi, dapat menemukan informasi berupa proses pesanan makanan dan pembayaran. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi organisasi membutuhkan sistem pesanan makanan. Berdasarkan hasil wawancara, observasi dan studi literatur, penulis dapat mengumpulkan kebutuhan pengguna, untuk selanjutnya di analisis menjadi kebutuhan sistem. Kemudian, melakukan perancangan perangkat lunak untuk selanjutnya dikembangkan menjadi sistem. Pengujian dilakukan untuk menentukan kesesuaian aplikasi yang telah dikembangkan dengan kebutuhan pengguna.

2.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian perlu dipantau agar data yang diperoleh terjaga tingkat validitas dan reliabilitasnya. Untuk mendapatkan data dengan tingkat validitas dan reliabilitas yang tinggi, penulis melakukan pengumpulan data dengan beberapa metode sebagai berikut :

1. Wawancara

Wawancara dilakukan pada beberapa orang yang terkait seperti beberapa tamu pelanggan setia, kasir, admin, pelayan dan pemilik Ayam Godas. Melalui wawancara dengan kedua narasumber tersebut, penulis mendapatkan informasi seperti:

- a. Sistem pengarsipan yang sudah berjalan
- b. Masalah yang dihadapi
- c. Sistem yang diinginkan pengguna

2. Observasi

Peneliti melakukan pengamatan dan pengumpulan data dengan cara datang langsung ke Restoran Ayam Godas dan melihat sistem pesanan makanan mulai dari tamu datang, melakukan pemesanan, pembayaran, mempersiapkan makanan yang dipesan dibagian dapur sampai penyajian pesanan.

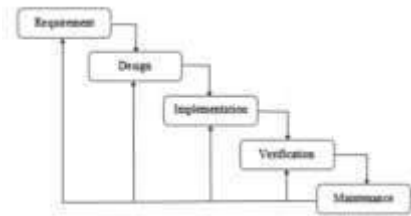
3. Studi Pustaka dan Best Practice

Peneliti menggunakan teknik ini guna menunjang data yang telah terkumpul sebagai informasi dengan referensi dari buku - buku perpustakaan dan e-book dan catatan kuliah yang sedang diamati pada penelitian ini.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem penelitian ini adalah SDLC (Software Development Life Cycle) adalah proses menentukan bagaimana suatu sistem informasi dapat mendukung kebutuhan bisnis, merancang sistem, membangun, dan mengirimkannya kepada pengguna. Jika Anda telah mengambil kelas pemrograman atau telah memprogram sendiri, ini mungkin terdengar cukup sederhana (H.Bambang, 2017)

Waterfall Model atau Classic Life Cycle merupakan model yang paling banyak dipakai dalam Software Engineering (SE). Waterfall model memiliki lima tahapan yaitu :



Gambar 2. Waterfall Model
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

1) Kebutuhan (*Requirement*)

Tahapan ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam perancangan sistem pesanan makanan, pada tahapan ini peneliti melakukan observasi secara langsung pada Restoran ayam GODAS serta melakukan wawancara dengan pemilik restoran

2) Desain (*Design*)

Tahapan ini dilakukan untuk mengubah kebutuhan-kebutuhan pada sub bab 3.3.1 menjadi representasi ke dalam bentuk “*blueprint*” *software* sebelum *coding* dimulai. *Blueprint software* dalam penelitian ini menggunakan UML (*Unified Modelling Language*). Berikut komponen dari fase *design* :

3) Arsitektur *Design*

Merancang diagram-diagram UML (*Unified Modeling Language*), yang menggambarkan struktur dasar yang menopang sistem absen menggunakan teknologi geofencing. Diagram-diagram UML yang dimaksud adalah, *Use case Diagram*, *Activity Diagram*, *Class Diagram*, *Sequence Diagram*.

4) *Interface Design*

Pembuatan *mockup* yang mempresentasikan GUI (*Graphical User Interface*) dari setiap *user* yang terdapat pada aplikasi ini, yang disesuaikan dengan hak akses masing-masing *user*. Terdapat dua level hak akses dalam sistem ini yaitu, *Staff* dan *Sekjend*.

5) Implementasi (*Implementation*)

Tahapan ini merupakan proses penulisan *coding* program berdasarkan *blueprint* yang telah dibuat untuk membangun aplikasi pesanan makanan, bahasa pemrograman yang digunakan dalam tahapan ini adalah PHP Pengertian PHP (*Hypertext Preprocessor*) yaitubahasa pemrograman yang digunakan secaraluas untuk penanganan pembuatan danpengembangan sebuah situs web dan bisadigunakan bersamaan HTML”. PHP bersifatserver side, artinya bahasa berbentuk scriptyang disimpan dan dijalankan di computer server (Web Server) sedang hasilnya yangdikirimkan ke computer client (Web Browser) dalam bentuk script HTML (*Hyper Text Markup Language*).” dengan menggunakan framework Laravel dan menggunakan MySQL sebagai *database*. (Pamungkas,2017). dengan menggunakan framework Laravel dan menggunakan MySQL sebagai *database*, MySQL adalah sistem manajemen *database* SQL yang bersifat Open Source dan paling populer saat ini. Sistem *database* MySQL mendukung beberapa fitur seperti multithreaded, multi-user dan SQL *database* management system (DBMS). *Database* ini dibuat unruk keperluan sistem *database* yang cepat,

handal dan mudah digunakan. (abdul kadir, 2018)

Tahapan ini merupakan proses pengujian aplikasi yang telah dibuat menggunakan metode pengujian *black box* dan *review* sistem untuk mengetahui apakah desain aplikasi sudah sesuai dan berjalan tanpa adanya *bug* atau *error*.

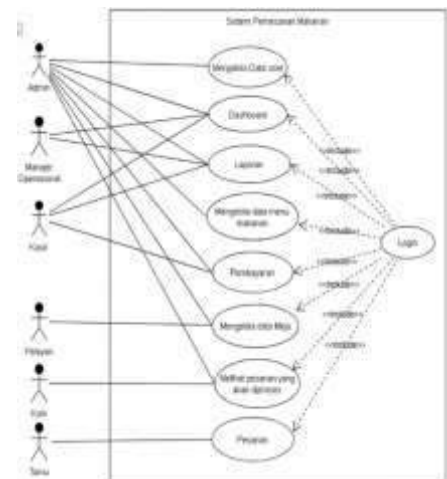
6) Pemeliharaan (*Maintenance*)

Tahapan ini merupakan proses pemeliharaan suatu *software*, termasuk di dalamnya adalah pengembangan, karena *software* yang dibuat tidak selamanya hanya seperti itu. Ketika dijalankan mungkin saja masih terjadi *bug* atau *error* kecil yang tidak ditemukan pada tahap pengujian, atau ada penambahan fitur-fitur yang belum ada pada *software*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Use Case Diagram

Use Case menggambarkan hubungan interaksi antara sistem dan aktor. Use Case dapat mendeskripsikan tipe interaksi antara pengguna sistem dengan sistemnya. penulis membuat diagram yang mampu menjabarkan aksi aktor dengan Use Case itu sendiri. Use Case diagram ini digunakan peneliti untuk menggambarkan hubungan antara aktor dan Use Case.



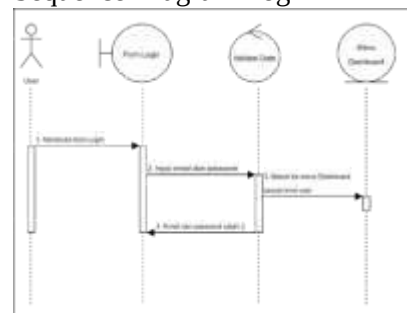
Gambar 3. Use Case Diagram User
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Gambar diatas merupakan Use Case diagram dari sistem Remote Technical Support yang dikembangkan. Diagram tersebut dibuat berdasarkan kebutuhan-kebutuhan fungsional yang sudah di kumpulkan sebelumnya.

3.2. Sequence Diagram

Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan skenario atau rangkaian langkah-langkah yang dilakukan sebagai sebuah respon dari suatu kejadian (event) untuk menghasilkan output tertentu.

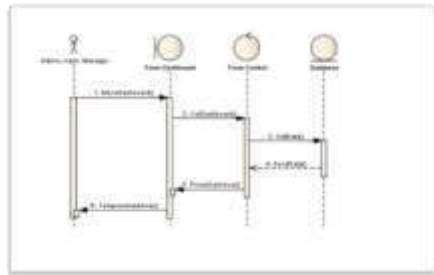
1) Sequence Diagram Login



Gambar 4. Sequence Diagram Login
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Diagram ini menggambarkan skenario proses User untuk mengakses sistem Pemesanan makanan melalui akun masing-masing untuk mengakses data sesuai otoritasnya

2) Sequence Diagram Dashboard



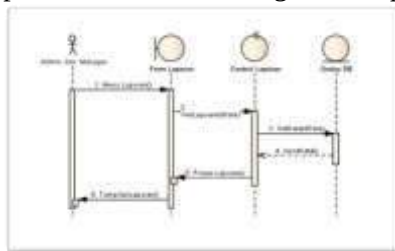
Gambar 5. Sequence Diagram Dashboard

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Diagram ini menggambarkan skenario proses User untuk mengakses Dashboard

3) Sequence Diagram Laporan

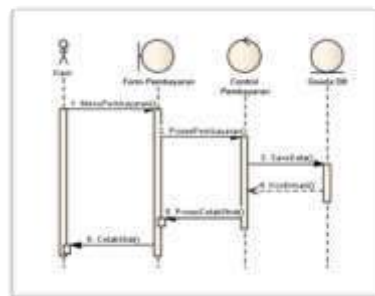
Diagram ini menggambarkan skenario proses User untuk mengakses Laporan



Gambar 6. Sequence Diagram Laporan

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4) Sequence Diagram Pembayaran



Gambar 3.5 Sequence Diagram
Penerimaan Pembayaran oleh Tamu

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Diagram ini menggambarkan Penerimaan Pembayaran oleh Tamu

3.3. Implementasi Hasil Penelitian

Implementasi Hasil Penelitian menjelaskan hasil dari rancangan purwarupa yang telah dibuat sebelumnya. Hasil dari rancangan dan pengujian

purwarupa sistem dideskripsikan secara tersusun supaya mendapatkan kesimpulan yang tepat pada penelitian ini.

1) Implementasi Halaman Login

Halaman Login adalah halaman utama atau halaman pertama yang akan pengunjung lihat saat mengunjungi Website Godas.



Gambar 7 . Halaman Login

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

2) Impelementasi Halaman Dashboard

Halaman utama adalah halaman yang menampilkan menu utama user tergantung akses levelnya.



Gambar 8. Halaman Dahboard

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

3) Impelementasi Halaman Pengelolaan Master Meja



Gambar 9. Halaman Pengelolaan
Master Meja

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

4) Implementasi Halaman Menu Makanan



Gambar 10. Halaman Menu Makanan
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

5) Implementasi Halaman Penerimaan Pembayaran dari tamu



Gambar .11 Halaman Penerimaan
Pembayaran dari tamu
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

6) Implementasi Halaman Koki Melihat pesanan yang akan diproses



Gambar 12. Halaman Koki Melihat
pesanan yang akan diproses
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

7) Implementasi Halaman Laporan



Gambar Halaman Laporan
Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Pada halaman ini user dapat mengetahui report dari penjualan / sales report.

4. KESIMPULAN

1. Pengembangan Aplikasi Web untuk Pemesanan Makanan Pengembangan aplikasi berbasis web untuk restoran Godas bertujuan mempermudah operasional pemesanan makanan. Aplikasi ini dirancang untuk menyediakan antarmuka yang user-friendly, memungkinkan pelanggan melihat menu dan memesan makanan secara online. Proses pengembangan melibatkan analisis kebutuhan pengguna, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian untuk memastikan aplikasi berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan operasional restoran. Namun, sistem pembayaran masih dilakukan secara manual, di mana pelanggan membawa struk order pesanan ke kasir untuk pembayaran.
2. Hasil dan Manfaat Aplikasi Web Setelah penerapan, aplikasi web ini memberikan berbagai manfaat bagi operasional restoran Godas. Manfaat utama termasuk:
 - a) Efisiensi Operasional: Mengurangi beban kerja karyawan dalam hal menerima dan memproses pesanan secara manual, sehingga mereka dapat fokus pada layanan pelanggan
 - b) Peningkatan Kepuasan Pelanggan: Pelanggan dapat memesan makanan dengan lebih mudah dan cepat, menikmati kemudahan dalam memesan, meskipun pembayaran masih dilakukan secara manual
 - c) Pengelolaan Data yang Lebih Baik: Aplikasi ini memungkinkan restoran untuk mengumpulkan dan menganalisis data pemesanan, yang dapat digunakan untuk membuat keputusan bisnis yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Kadir , Pengenalan Sitem Informasi .
Yogyakarta :ANDI, 2018, p 204.
- Yogyakarta :ANDI, 2008, p 204.H. Bambang ,
Sistem Informasi Manajemen Berbasis
Komputer, Jakarta: Rineka Cipta, 2017.
- Pamungkas, C. A. (2017). Pengantar
danImplementasi Basis Data.
Yogyakarta:<http://penerbitbukudeepublish.com/>.

ANALISIS DAN PERANCANGAN WEBSITE HMIF SEBAGAI SARANA KOMUNIKASI DAN INFORMASI BAGI MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

Sigit Wibisono

Teknik Informatikai, FTI, Institut Teknologi Budi Utoma
wsigitwibisono@gmail.com

Abstrak

Suatu perkembangan yang panjang dalam organisasi internal kampus Institut Teknologi Budi Utomo yaitu Himpunan Mahasiswa pada Program Studi Teknologi Informasi. Perubahan demi perubahan telah berjalan dengan beberapa pergantian pengurus himpunan yang sesuai dengan masa tugasnya. Hingga suatu saat pada masa tugas saat pengurus periode 2014, dibahasnya usulan-usulan pembuatan emblem resmi himpunan. Sehingga pada akhirnya disetujui emblem resmi hasil musyawarah bersama Himpunan Mahasiswa Informatika yaitu yang biasa disingkat HMIF. Emblem ini sangat unik sekali dan terasa spesial, karena jika emblem ini diputar 180 derajat, maka akan ketemu pola yang tetap atau yang sama dari HMIF. Dalam perkembangan Himpunan Mahasiswa Informatika (HMIF) selanjutnya adalah sebuah sarana sistem informasi yang dapat mengakomodir banyak keinginan dari anggotanya. Sistem ini yang akan menjadi media komunikasi sebagai penghubung seluruh anggota. Seluruh anggota tidak hanya saling bertegur sapa sesama anggota, namun juga saling bertukar perkembangan informasi yang terkini. Berikut juga sebagai media sosialisasi untuk acara-acara dalam HMIF, yang setiap periode selalu aktif juga misalnya hasil acara musyawarah Himpunan. Dengan dibuatnya sistem informasi yang ada berbasis Website, maka harapannya HMIF adalah berita perkembangan Himpunan mudah diakses dan semakin berkembang. Mengingat saat ini teknologi informasi kekinian, maka media sosial tak bisa ditolak lagi. Sehingga Sistem Informasi Himpunan Mahasiswa Informatika (HMIF) ITBU sangatlah penting. Mungkin juga hal ini akan dapat diakses oleh Himpunan Mahasiswa luar kampus, sehingga dapat saling berkenalan.

Kata kunci : HMIF, emblem hmif, hmif itbu, website hmif

1. PENDAHULUAN

Beberapa kali dalam perkembangan kepengurusan himpunan mahasiswa program studi Teknik Informatika, telah mengalami pergantian kepengurusan. Hal ini karena Ketua Himpunan yang sedang sibuk bekerja juga yang ada, himpunan mahasiswa teknik informatika belum memiliki nama yang permanen. Hingga pada masa kepengurusan periode 2014 yang ada saat itu, muncul gagasan dibuatkannya nama Himpunan Mahasiswa Informatika berikut Emblem-nya serta Baju dengan dasar warna Putih dan Biru. Tepatnya pada tanggal 6 bulan Desember tahun 2014 Ketua Himpunan-nya resmi menyampaikan dalam Forum Pertemuan Himpunan, nama Himpunan Mahasiswa Informatika (HMIF). Sejak saat setelah Nama dan Emblem diresmikan, dalam perkembangannya HMIF mengalami kemajuan, yaitu aktif pertemuan rutin.

Saat ini HMIF perlu adanya sebuah wadah atau media yang lebih, hingga dapat menjadi penghubung antar Mahasiswa bahkan Alumni. Media ini yang nantinya mempermudah

anggota bertemu melalui jejaring sosial. Dengan adanya media ini harapannya adalah Mahasiswa dapat bertemu kapan saja, yang tak terbatas dimana berada. Sejalan dengan kurangnya sarana yang memadai, terutama dalam hal akses informasi terkini, perancangan sistem informasi ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien. Selain itu, penting untuk memahami respons dan persepsi mahasiswa terhadap keefektifan dan keefisienan penggunaan website HMIF ini sebagai sarana komunikasi dan informasi di lingkungan Program Studi Teknik Informatika. Pertanyaan tentang bagaimana mahasiswa menilai keberhasilan implementasi website, sejauh mana kebutuhan mereka terpenuhi, dan sejauh mana website ini menjadi alat yang efektif dalam mendukung kegiatan akademis dan non-akademis di Program Studi Teknik Informatika ITBU perlu dieksplorasi. Respons mahasiswa dapat memberikan wawasan berharga untuk meningkatkan dan mengoptimalkan penggunaan website sebagai sarana interaksi dan informasi di lingkungan akademik.

Saat ini banyak sekali organisasi yang mensosialisasikan organisasinya melalui sarana website, oleh karena itu penulis menilai perlu untuk HMIF ITBU, ikut memanfaatkan teknologi website sebagai media sosialisasi dan informasi. Berdasarkan kebutuhan di atas, maka dengan adanya pembaharuan sistem informasi sangat bermanfaat untuk perkembangan jurusan informatika di ITBU.

2. METODOLOGI



Gambar 1.: Kerangka Pemikiran

(Dokumen Penelitian)

Penjelasan mengenai kerangka pemikiran dalam pembuatan website HMIF adalah sebagai berikut:

Permasalahan

- a. Dibutuhkannya sarana yang memadai bagi Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Budi Utomo (ITBU) dalam hal informasi dan komunikasi
- b. Pemahaman akan kebutuhan mahasiswa yang menjadi target pengguna website HMIF.

1. Metodologi

Pada tahap ini mencakup proses yang digunakan untuk merencanakan, melaksanakan dan menganalisis data dalam sebuah penelitian. Penelitian ini menggunakan metode penelitian, pengumpulan data, analisis data dan hasil.

2. Pengumpulan Data

Tahapan Pengumpulan Data yang digunakan adalah :

- a. Metode Observasi
- b. Metode Wawancara

c. Metode Dokumentasi

3. Analisis Sistem

- a. Analisis sistem yang sudah berjalan :
Menganalisis sistem untuk mengetahui hal apa saja yang menjadi kelayakan pada pembuatan program “Analisis dan Perancangan Website Himpunan Mahasiswa Informatika Sebagai Saran Komunikasi Dan Informasi Bagi Mahasiswa Program Studi Informatika”
- b. Analisis sistem yang akan diusulkan :
Menganalisis kebutuhan apa saja yang akan dibutuhkan untuk membuat sistem agar memudahkan pengguna.

4. Perancangan Sistem

Merancang sistem yang akan digunakan, meliputi tahapan dalam pembuatan sistem.

5. Hasil Perancangan

Menghasilkan sebuah Website Himpunan Teknik informatika agar memberikan kemudahan dalam menyampaikan informasi dan komunikasi kepada para mahasiswa dan calon mahasiswa Teknik Informatika.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap penting dalam pengembangan suatu sistem dimana pada tahap ini akan berisi kesimpulan pada sistem yang dibuat dan saran yang diberikan oleh pembaca maupun pengguna sistem.

Kegiatan pengembangan yang dilakukan penulis dalam setiap tahapan Waterfall adalah sebagai berikut :

1. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak digunakan dalam pembuatan aplikasi pengembangan sistem informasi HMIF adalah sebagai berikut :

- a. XAMPP dan MYSQL
- b. Visual Studio Code
- c. Browser

2. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras yang dibutuhkan dalam pembuatan program dan nantinya yang akan diimplementasikan pada objek penelitian, yaitu :

- 1) *Type* : Laptop
- 2) *Processor* : Intel® core™ i5-8250U CPU @ 1.60 GHz (8 CPUs), ~ 1.8GHz
- 3) *Memory* : 12 GB

4) *Harddisk* : 1 TB

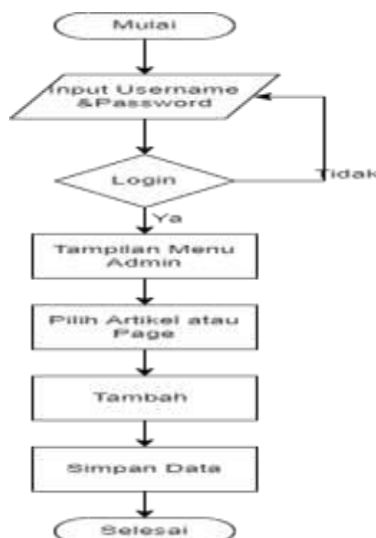
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini dapat disebutkan beberapa gambaran Flowchart, Struktur Navigasi serta diagram sebagai gambaran urutan, sebagai berikut:

1. Sistem Flowchart
2. Struktur Navigasi
3. Use Case Diagram
4. Class Diagram
5. Perancangan Tabel DataBase

Selanjutnya dari yang telah disebutkan, maka dapat diuraikan pada bagian masing-masing Sub Bab berikut.

3.1 SISTEM FLOWCHART HMIF



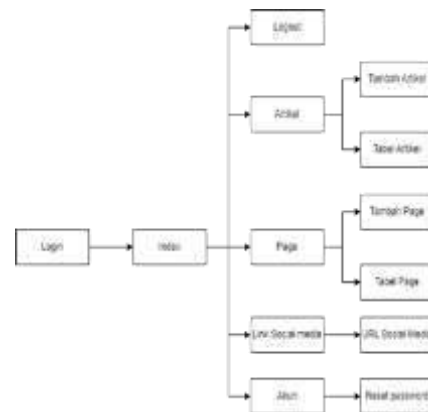
Gambar .2 Sistem Flowchart HMIF
(Sumber : Dokumen Penelitian)

Dengan dibuatkannya Website untuk HMIF adalah memberikan kemudahan komunikasi, berbagi informasi sesama Mahasiswa, terutama dalam kegiatan atau aktifitas

3.2 STRUKTUR NAVIGASI HMIF

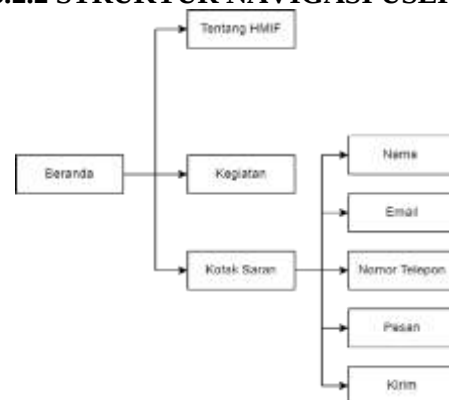
Pada struktur navigasi dapat disebutkan menjadi dua, yaitu Struktur Navigasi Admin dan Struktur Navigasi User.

3.2.1 STRUKTUR NAVIGASI ADMIN



Gambar 3.2.1 Struktur Navigasi Admin
(Sumber : Dokumen Penelitian)

3.2.2 STRUKTUR NAVIGASI USER



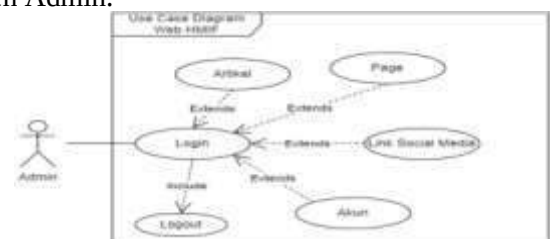
Gambar 4. Struktur Navigasi User
(Sumber: Dokumen Penelitian)

3.3 USE CASE DIAGRAM HMIF

Terdapat dua *actor* pada Use Case Diagram, yaitu untuk Admin dan untuk User dapat dilihat seperti berikut ini.

3.3.1 USE CASE DIAGRAM ADMIN

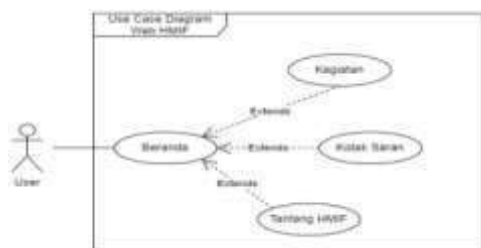
Dapat dilihat apa saja yang bisa dilakukan oleh Admin.



Gambar 4. Use Case Diagram Admin
(Sumber: Dokumen Penelitian)

3.3.2 USE CASE DIAGRAM USER

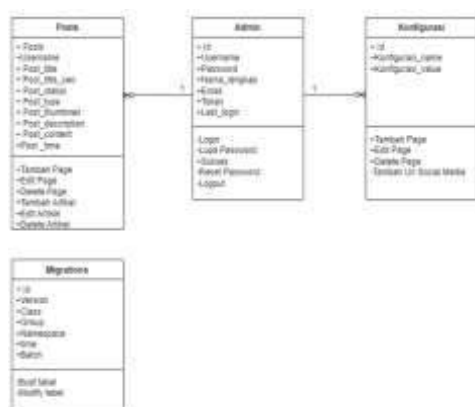
Dapat dilihat apa saja yang dapat dilakukan oleh User.



Gambar 6. Use Case Diagram User
(Sumber: Dokumen Penelitian)

3.4 CLASS DIAGRAM HMIF

Pada Class Diagram HMIF dapat dilihat gambaran Struktur Sistem dari masing-masing pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat. Sehingga akan terlihat pula struktur objek dalam sebuah sistem.



Gambar 7. Class Diagram HMIF
(Sumber: Dokumen Penelitian)

3.5 PERANCANGAN DATABASE

Dari empat tabel DataBase yang bisa dibuat, dua saja yang terpanjang disebutkan..

Tabel .1 Tabel DataBase Admin

Nama Field	Tipe Data	Ukuran
Id	Int	5
Username	Varchar	25
Password	Varchar	255
Nama_Lengkap	Varchar	255
Email	Varchar	25
Token	Varchar	255
Last_Login	Timestamp	

(Sumber: Dokumen Penelitian)

Tabel .2 Tabel DataBase Sub Migration

Nama Field	Tipe Data	Ukuran
id	Bigint	20
Version	Varchar	255
Class	Varchar	255

(Sumber: Dokumen Penelitian)

4. KESIMPULAN

Website ini dirancang dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL untuk membuat sebuah website Himpunan Teknik Informatika, sehingga memudahkan Himpunan dan Mahasiswa dalam menyampaikan dan mendapatkan informasi di lingkungan kampus.

1. Untuk memenuhi kebutuhan dan harapan mahasiswa Program Studi Teknik Informatika di ITBU, sistem informasi website HMIF ITBU dirancang dengan menggunakan metode pengembangan SDLC, dan metode perancangan menggunakan UML. selain itu penulis membuat perancangan dalam bentuk flowchart untuk merancang alur sistem pada website HMIF ITBU. Pada sistem database website HMIF ITBU, penulis merancang dengan menggunakan database MySQL sebagai basis data.

2. Mahasiswa menunjukkan respon yang sangat baik terhadap keefektifan dan keefisienan website HMIF sebagai sarana komunikasi dan informasi. Respon yang beragam mencerminkan adanya kepuasan mahasiswa terhadap konten interaktif, pengelolaan informasi kegiatan HMIF, dan penggunaan media sosial sebagai saluran pendukung. Hal itu menunjukkan bahwa website ini telah berhasil menciptakan pengalaman positif bagi mahasiswa Program Studi Teknik Informatika di ITBU.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Syafrizal, M. (2020). Pengantar jaringan komputer. Penerbit Andi.
- Kahamdany, H., Kusuma, D. P. D., & Osmond, A. B. (2018). Pengembangan Motif Karang Jenis Leptoseria Papyracea Pada Aplikasi Batik Berbasis Web Development of Leptoseria Papyracea Type Coral Motif on Web-Based Applications. In e-proceeding of engineering (Vol. 5, pp. 1065– 1071).
- Yumarlin, M. Z. (2016). Evaluasi Penggunaan Website Universitas Janabadra Dengan Menggunakan Metode Usability Testing. Informasi Interaktif, 1(1), 34-43.
- Hayati, R. R. (2021). Aplikasi Jurnal Penelitian Ilmu Dan Teknologi Komputer Berbasis Web Di Jurusan

Teknik Komputer (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).

[5]. Tolle, H., Pinandito, A., Kharisma, A. P., & Dewi, R. K. (2017). Pengembangan Aplikasi Perangkat Bergerak. Universitas Brawijaya Press.

[6]. Setyawan, M. Y. H., & Pratiwi, D. A. (2020). Membuat sistem informasi gadai online menggunakan codeigniter serta kelola proses pemberitahuannya. Kreatif Industri Nusantara.

[7]. Prasetyo, B., & Utomo, C. S. (2020). "Analisis Penggunaan Framework

CodeIgniter dalam Pengembangan Aplikasi Web." *Jurnal Informatika*, 15(1), 45- 60. [8]. Novendri, M. S., Saputra, A., & Firman, C. E. (2019). Aplikasi Inventaris Barang Pada Mts Nurul Islam Dumai Menggunakan Php Dan Mysql. *Lentera Dumai*, 10(2), 46–57.

[9]. Putra, H. N. (2019). Rancangan Sistem Informasi Data Pasien Puskesmas Pengambiran Kota Padang Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Dan Database Mysql. *SINKRON*, 2 (2), 93–99.

HARMONI ARSITEKTUR BERKELANJUTAN DAN SOUNDSCAPE: MEMPERKUAT IDENTITAS BUDAYA DALAM TATA RUANG KOTA JAKARTA

Dian Kusumowardani,
Program Studi Arsitektur, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Solo,
diankus@itbu.ac.id

Abstrak

Arsitektur berkelanjutan bertujuan memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang, dengan tetap mempertahankan identitas budaya dan kualitas lingkungan. Kota, sebagai cerminan masyarakat, memuat identitas melalui bangunan bersejarah dan elemen lingkungan yang selaras. Di Jakarta, perpaduan arsitektur tradisional Betawi dan gaya kolonial Belanda menunjukkan pengaruh sejarah yang signifikan terhadap perkembangan kota, termasuk dalam penerapan jalur hijau dan ruang terbuka.

Soundscape, sebagai elemen penting dari arsitektur berkelanjutan, memainkan peran dalam menciptakan kenyamanan audio sekaligus memperkuat identitas tempat. Pemanfaatan jalur hijau yang mengintegrasikan ruang terbuka dan tertutup secara harmonis tidak hanya mendukung keseimbangan ekosistem, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomi, rekreasi, dan estetika lingkungan. Dengan memadukan konsep keberlanjutan dan elemen budaya, arsitektur Jakarta mampu menciptakan ruang yang sehat, nyaman, dan bermakna, yang selaras dengan kebutuhan manusia dan alam secara berkelanjutan.

Kata kunci : arsitektur berkelanjutan, *soundscape*, identitas budaya, jalur hijau, Jakarta

1. PENDAHULUAN

Suara merupakan elemen non-fisik yang membentuk kawasan, sering diabaikan dibandingkan dengan unsur fisik seperti bangunan dan taman. Sama halnya dengan keindahan visual objek, suara juga dapat dilihat keindahannya. Pemahaman tentang suara sangat penting karena manusia tidak hanya mengalami bentuk fisik, tetapi juga pengalaman ruang, di mana suara berperan besar. Michael Southworth meneliti hubungan antara suara dan karakter spasial kota, menunjukkan pentingnya pengaturan suara yang terhubung dengan aktivitas ruang. Schafer, dalam konsep *soundscape*, menyebut suara sebagai "pemandangan" lingkungan yang sering dianggap gangguan, namun bagi Schafer, suara adalah hal yang menarik. Tiga elemen utama *soundscape* adalah *keynote sound*, *sound signals*, dan *soundmark*. Manusia perlu mendefinisikan ruang menggunakan seluruh panca indera, bukan hanya penglihatan, dan indra pendengaran memainkan peran penting dalam memahami makna ruang sebagai bentuk arsitektur.

Soundscape merujuk pada pemandangan suara, baik yang alami maupun buatan. Belajar

soundscape berarti melatih telinga untuk mendengar dan membedakan suara, dengan tujuan meningkatkan kualitas suara lingkungan. Istilah ini diperkenalkan oleh Schafer (1969) dalam bukunya *Ear Cleaning*, yang juga mengemukakan konsep tentang suara latar (*keynote sound*), suara yang didengar dengan sadar (*sound signals*), dan suara unik sebagai penanda tempat (*soundmark*). *Soundscape* menekankan kualitas persepsi kenyamanan kawasan, yang mempengaruhi kesan psikologis berdasarkan ruang dan waktu, serta dipengaruhi oleh kualitas suara, kebisingan, dan kondisi fisik lanskap.

Kesadaran terhadap lingkungan, baik alam maupun buatan, memengaruhi tindakan manusia untuk memperbaikinya. Semakin tinggi kesadaran, semakin mudah bagi masyarakat untuk mengubah kebiasaan merusak lingkungan. Frick (1996) menjelaskan bahwa gangguan pada ekosistem dapat memicu proses adaptasi untuk mencapai keseimbangan kembali. Isu seperti pemanasan global, urbanisasi, dan banjir sering dibicarakan dalam media, mencerminkan perencanaan ruang yang tidak berkelanjutan. Ketidakpedulian terhadap karakteristik daerah dan lingkungan menyebabkan bencana, seperti banjir, yang

sering terjadi di kota-kota besar Indonesia, seperti Jakarta. Masalah sanitasi buruk, saluran air tersumbat, dan kurangnya ruang hijau semakin memperburuk kondisi ini. Selain itu, ketimpangan pasokan air bersih juga terjadi akibat penggunaan air tanah yang berlebihan oleh perumahan mewah, sementara pertumbuhan perumahan yang tidak terkendali menghalangi akses terhadap sinar matahari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Soundscape* adalah konsep yang menjelaskan hubungan antara suara dan lingkungan tempat suara itu muncul, yang mempengaruhi pengalaman manusia terhadap tempat tersebut. Konsep ini melibatkan tiga aspek utama yang mempengaruhi persepsi suara di lingkungan:

- 2.1.1 Sensasi Pendengaran - Ini mencakup bagaimana manusia merasakan suara, yang dipengaruhi oleh akustik lingkungan (misalnya, seberapa jelas suara tersebut didengar), kondisi meteorologi (misalnya, suhu atau kelembapan yang dapat mempengaruhi transmisi suara), gangguan pendengaran, dan penggunaan alat bantu dengar. Semua faktor ini berkontribusi pada bagaimana suara ditangkap oleh pendengar.
- 2.1.2 Interpretasi Sensasi Pendengaran - Bagaimana individu menafsirkan suara juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pengalaman sebelumnya, latar belakang budaya, dan niat atau tujuan seseorang berada di suatu tempat. Selain itu, faktor sensorik lain seperti kesan visual dan bau juga dapat mempengaruhi interpretasi suara, menjadikannya pengalaman yang lebih holistik.
- 2.1.3 Tanggapan terhadap Akustik Lingkungan - Reaksi emosional, psikologis, dan fisiologis terhadap suara sangat mempengaruhi bagaimana seseorang merasakan lingkungan tersebut. Faktor ini terkait dengan bagaimana seseorang merasa nyaman atau terganggu oleh suara tertentu, dan bagaimana mereka mengelola atau beradaptasi dengan paparan suara yang ada.



Gambar 2. Framework Soundscape
(sumber: adaptasi penulis dari Genuit, 2012)

Soundscape berperan besar dalam menciptakan pengalaman yang mendalam dan menyeluruh terhadap suatu tempat, di mana suara menjadi bagian integral dari identitas dan fungsi suatu ruang. Suara-suara yang disukai di ruang publik, seperti aliran air, suara burung, angin di pepohonan, hingga suara manusia, semuanya berkontribusi pada suasana yang menyenangkan dan meningkatkan kualitas pengalaman di ruang tersebut. Penelitian oleh Zhang & Kang (2007) mengkategorikan suara-suara ini sebagai suara alam yang bersifat ekologis, yang mendukung konsep ekologi akustik dalam perencanaan ruang kota. Suara-suara alami ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga mendukung keberlanjutan arsitektur dan pengelolaan lingkungan kota.

Soundscape, yang berhubungan erat dengan ekologi akustik, berfokus pada bagaimana suara-suara alami dan buatan diintegrasikan dalam desain kota untuk menciptakan lingkungan yang berkelanjutan. Keberlanjutan dalam desain arsitektur kota tidak hanya berhubungan dengan pengelolaan sumber daya alam secara efisien, tetapi juga dengan integrasi elemen-elemen ekologis yang mendukung kualitas hidup. Dengan memperhatikan aspek-aspek akustik dalam perencanaan kota, kita dapat menciptakan ruang yang lebih nyaman, sehat, dan berkelanjutan bagi penghuninya. Hal ini sejalan dengan komitmen internasional untuk pembangunan berkelanjutan yang mencakup aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam perencanaan kota (Hudrita, 2010).

2.2 Konsep Arsitektur Berkelanjutan

Penerapan arsitektur berkelanjutan dapat dilakukan dengan efisiensi di berbagai aspek, sebagaimana dikemukakan oleh Hudrita (2010) : (1) penggunaan energi, (2) penggunaan lahan,

(3) penggunaan material, (4) penggunaan teknologi dan material baru, serta (5) manajemen limbah.

Efisiensi dalam penggunaan lahan melibatkan alam, perilaku manusia, regulasi, dan budaya setempat. Contoh penerapan efisiensi ini meliputi: (1) pemanfaatan lahan secara efisien, kompak, dan terpadu dengan keseimbangan antara bangunan dan ruang terbuka hijau pada skala kawasan; (2) inovasi ruang hijau pada bangunan, seperti taman atap (*green roof*) dan dinding taman (*green wall*); (3) integrasi antara ruang dalam bangunan dan ruang luar yang dipenuhi tanaman hijau; serta (4) interaksi langsung dengan elemen alam, seperti udara segar dan cahaya matahari.

Prinsip efisiensi lahan telah diakomodasi dalam peraturan yang mencakup fungsi bangunan, tata bangunan, serta aspek lingkungan dan estetika pada berbagai skala. Setiap rancangan bangunan wajib memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan akses. Kegagalan memenuhi persyaratan ini dapat dianggap sebagai kesalahan desain.

Paradigma pembangunan telah mengalami perkembangan, dari yang awalnya berfokus pada pertumbuhan ekonomi menuju paradigma yang berpusat pada manusia (*people-centered development*). Kesadaran akan hubungan harmonis antara manusia dan alam kini lebih diutamakan dibandingkan faktor lainnya.

Material alami sangat direkomendasikan untuk digunakan dalam arsitektur karena lebih ramah terhadap manusia. Material buatan tidak dapat menandingi kualitas material alami yang merupakan ciptaan Tuhan. Hubungan yang harmonis antara manusia dan alam menjadi kunci keberlanjutan hidup manusia sekaligus keberlanjutan arsitektur.

Hudrita (2010) juga menekankan pentingnya identitas budaya (*cultural identity*) dalam menjaga keberlanjutan sosial. Hal ini dapat dicapai dengan melestarikan karakter sosial masyarakat setempat.

Keberlanjutan arsitektur melibatkan seluruh siklus bangunan, mulai dari pembangunan, pemanfaatan, pelestarian, hingga pembongkaran. Visi arsitektur berkelanjutan tidak hanya berfokus pada pengurangan emisi gas rumah kaca tetapi juga mengutamakan peningkatan kualitas bangunan dari aspek fungsional. Pembangunan yang berorientasi pada peningkatan harkat dan martabat manusia

secara holistik lebih mengedepankan kualitas daripada kuantitas.

2.3 Penelitian *Soundscape* sebagai Petualangan Arsitektur sering kali menarik perhatian melalui bentuk visual (*form*) yang mudah dikenali, namun pemahaman mendalam terhadap desain tidak hanya didasarkan pada kesan visual. Menurut Purwanto (1997), pengalaman seseorang terhadap desain menjadi lebih bermakna ketika melibatkan memori, pengalaman, dan harapan, sehingga menciptakan citra atau gambaran mental yang mendalam. Kesan visual ini semakin kaya dengan kehadiran unsur suara alam (*soundscape*), yang memperdalam hubungan manusia dengan lingkungannya (Lang, 1987). Penelitian *soundscape* adalah perjalanan eksplorasi, terutama dalam upaya merekonstruksi suasana akustik suatu kawasan yang telah lama hilang. Misalnya, Nakagawa (2000) mencoba merekonstruksi suasana kota Kyoto abad VIII (Heiankyo) berdasarkan catatan sejarah, yang menggambarkan harmoni kosmologis dari suara gong dan letusan gunung. Sebaliknya, di Berlin tahun 1990-an, lonceng gereja yang terdengar jelas di kota tepi menciptakan suasana spiritual yang mendalam. *Soundscape* juga memiliki peran budaya sebagai penanda atau simbol (*soundmark*). (1) Herusatoto (2001) menyebut gamelan sebagai *soundmark* abstrak, sedangkan Chia-Jen Yu (2014) menekankan pentingnya latar budaya dalam persepsi bunyi. (2) Rapoport (1982) menjelaskan bahwa pengalaman indera memengaruhi kesan lingkungan, sehingga *soundmarks* menjadi bagian dari identitas budaya dan kearifan lokal (*local wisdom*).

Di Indonesia, kota-kota besar sering kali berada dalam kategori bising. Nakagawa (2000) mengamati bahwa kegaduhan tidak hanya bergantung pada tingkat kebisingan, tetapi pada kualitas bunyinya. Ia mengidentifikasi tiga kategori bunyi : (1) bunyi yang mengganggu, (2) bunyi yang tidak keras tetapi tetap mengganggu, dan (3) bunyi yang tidak mengganggu. Bunyi khas dalam kegaduhan mencerminkan kehidupan kawasan dan dapat disebut sebagai *soundmark* yang menggambarkan identitas lokal.

Bunyi juga memiliki pengaruh signifikan terhadap manusia melalui empat cara utama; 1). Fisik, seperti memengaruhi detak jantung atau produksi hormon. 2). Psikologis, memicu relaksasi atau stres. 3). Kognitif, meningkatkan

atau mengurangi produktivitas. 4). Kebiasaan, membentuk perilaku tertentu.

Efek restorative suara alam terhadap kesehatan telah dibuktikan, seperti penelitian Ulrich (1984) yang menunjukkan pasien dengan pemandangan taman pulih lebih cepat dibandingkan mereka yang hanya melihat dinding. Lingkungan alami dengan suara yang harmonis, bahkan dalam durasi pendek, mampu meningkatkan pemulihan fisiologis.

2.3.1 Metode *Soundscape*

Metode penelitian *soundscape* dilakukan melalui berbagai teknik; 1). Soundwalk, yaitu berjalan dalam diam di rute tertentu selama 30 menit untuk merekam dan mencatat suara, kemudian mendiskusikannya. 2). Sound diary, yaitu mencatat suara yang didengar sepanjang hari untuk meningkatkan kepekaan terhadap bunyi.

- 3). Prosedur penelitian, yang meliputi (a) mendefinisikan tujuan seperti pengurangan kebisingan atau perencanaan ruang, (b) mendokumentasikan kondisi lingkungan, aktivitas, dan sumber bunyi, serta (c) menganalisis bunyi yang diinginkan dan kualitasnya.

Kolaborasi antara arsitektur dan akustik memungkinkan manusia untuk "melihat bunyi dan mendengar bentuk" (Sugiarto, 2013). Dengan memanfaatkan indera secara optimal, arsitektur dan bunyi dapat menciptakan ruang yang estetik dan bermakna, menghadirkan pemandangan akustik berkualitas yang memperkaya pengalaman manusia terhadap lingkungan.

2.4 Pengembangan Metode *Soundscape* sebagai *Mixed Method*

Metode *soundscape* melibatkan berbagai teknik investigasi seperti *soundwalk*, kuesioner, wawancara, dan rekaman, sebagaimana dijelaskan oleh Schafer (1977). Penggunaan kombinasi pendekatan ini bertujuan meningkatkan validitas penelitian, menghindari bias sistematis, dan menghasilkan desain yang lebih akurat.

Dalam etnomusikologi, *soundscape* digunakan untuk mendokumentasikan suara melalui proses pengeditan. Di bidang kesehatan, konsep *soundscape ekologi* menjadi alat untuk menilai kesehatan ekosistem dan hubungan manusia dengan lingkungan. Metode ini juga mendefinisikan persepsi akustik terhadap

fenomena fisik, membantu memahami hubungan antara manusia dan lingkungannya.

Namun, terdapat kesenjangan dalam indikator *soundscape* terkait penerapannya, seperti pada pengukuran *psychoacoustic*, ekologi, dan akustik lanskap. Oleh karena itu, integrasi yang tepat diperlukan untuk menjadikan metode ini lebih efektif, terutama dalam perencanaan dan desain (Bennett M. Brooks, 2014).

Salah satu teknik utama adalah **triangulasi**, yaitu kombinasi beberapa metode investigasi untuk memvalidasi data. Konsep ini diadaptasi dari navigasi dan pengukuran tanah, di mana satu titik ditentukan berdasarkan konvergensi dari dua titik lainnya. Triangulasi memastikan hasil yang lebih andal melalui verifikasi silang dari berbagai sumber.

Penelitian triangulasi dalam metode *soundscape* mengadopsi pendekatan *mixed method*, yang menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan ini bertujuan menghasilkan data yang lengkap dan menyeluruh. Metode kuantitatif meliputi pengukuran *impulse response* ruang atau *background noise* dalam desibel, sedangkan metode kualitatif melibatkan pengamatan, wawancara, dan kuesioner.

Pengumpulan dan analisis data melalui triangulasi membutuhkan prosedur yang memastikan keakuratan hasil. Metode kuantitatif berfokus pada pengukuran suara dengan alat khusus, sementara kualitatif menekankan pengumpulan data dari interaksi manusia, seperti wawancara dan survei. Kombinasi ini memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap fenomena akustik dan desain lingkungan.

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka untuk mengeksplorasi desain arsitektur kota yang mengedepankan prinsip keberlanjutan. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bagaimana ruang publik yang terbatas dapat mempengaruhi kehidupan sosial masyarakat di perkotaan. Dalam banyak kota besar, terbatasnya ruang publik menyebabkan masyarakat, terutama anak-anak, tidak memiliki akses ke tempat bermain atau ruang bersama, yang pada akhirnya berkontribusi pada pengkotakan sosial dan meningkatnya sifat egois serta individualistik.

Menurut Whyte (1980), ruang publik merupakan bagian penting dari kehidupan kota

karena berfungsi sebagai jantung fisik dan metafisik kota yang memungkinkan aliran pergerakan, komunikasi, dan interaksi sosial. Dengan adanya ruang publik yang baik, orang dapat bertemu, bertukar ide, dan berpartisipasi dalam kegiatan budaya yang memperkaya kehidupan sosial masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk merancang ruang publik yang tidak hanya menyediakan akses, tetapi juga menciptakan kondisi yang mendukung keberlanjutan sosial dan lingkungan.

Desain ruang publik yang baik harus memperhatikan morfologi lingkungan untuk menciptakan keseimbangan antara aspek fisik dan spasial. Hal ini memungkinkan terciptanya ruang yang tidak hanya fungsional tetapi juga estetis dan berkelanjutan. Sebagai contoh, pengembangan jalur hijau (*greenways*) yang dilakukan oleh Pemda Jakarta bersama beberapa perusahaan swasta, bertujuan untuk menciptakan ruang terbuka hijau yang menghubungkan orang dengan alam serta melindungi ekosistem sekitar. *Greenways* tidak hanya menyediakan koridor bagi pejalan kaki dan sepeda, tetapi juga meningkatkan kualitas estetika kota dan memberikan solusi terhadap masalah polusi udara serta memperbaiki kualitas hidup masyarakat.

Penerapan konsep keberlanjutan dalam perencanaan kota membantu mengurangi ketegangan antara kepentingan ekonomi dan lingkungan. Dengan memadukan kedua aspek ini secara harmonis, perencanaan kota dapat menciptakan ruang yang bermanfaat baik secara sosial maupun ekonomi. Keberlanjutan dalam desain arsitektur tidak hanya terbatas pada penggunaan material yang ramah lingkungan, tetapi juga mencakup aspek akustik dan kualitas ruang publik yang mendukung interaksi sosial, kenyamanan fisik, serta ketahanan terhadap perubahan iklim. Arsitektur, sebagai seni merancang ruang, memegang peranan penting dalam menentukan masa depan lingkungan kota, dan oleh karena itu setiap karya arsitektur harus dilihat secara menyeluruh, mempertimbangkan dampaknya terhadap kualitas hidup dan keberlanjutan lingkungan.

Metode kualitatif berbasis observasi lapangan, yang diperkaya dengan pengalaman subjektif peneliti, mampu mengidentifikasi berbagai jenis suara, termasuk polusi suara. Contohnya, Kompleks Gereja Katedral dengan visual yang memukau ternyata memiliki *soundscape* yang

gaduh akibat suara lalu lintas, kereta api, dan aktivitas di sekitarnya. Solusi desain seperti dinding penahan suara dapat membantu, meskipun bentuk geometris bangunan dapat memperkuat kebisingan. Sebaliknya, bunyi lonceng gereja sebagai *soundmark* memberikan efek psikologis menenangkan dan berfungsi sebagai ikon akustik.

John Cage pernah menyatakan bahwa kebisingan dapat menjadi menarik jika didengarkan dengan kesadaran. Ini relevan dengan pendekatan Schafer yang mengembangkan *soundscape* sebagai elemen desain akustik perkotaan, termasuk dalam musik elektro-akustik. Rekaman suara alam atau kota sering dimanipulasi menjadi narasi ekologi yang menggabungkan estetika suara dan lanskap.

Soundscape juga berperan dalam melestarikan warisan budaya, baik yang nyata (*tangible heritage*) maupun tak nyata (*intangible heritage*). Penelitian di kawasan gereja menemukan harmoni antara suara misa dan adzan, mencerminkan keberagaman agama. Komposisi ini, meski subjektif dalam persepsinya, dapat membangun keselarasan sosial melalui desain arsitektur yang responsif terhadap suara.

Desain arsitektur berkelanjutan berbasis *soundscape* melibatkan elemen seperti vegetasi (taman, *green walls*), material peredam suara dengan nilai historis, elemen air yang menghasilkan bunyi alami, dan penghalang bising seperti bangunan atau tanaman besar. Strategi ini bertujuan menciptakan *urban soundscape* yang unik, neurofisiologis, dan mendukung pengalaman sensorik.

Selain itu, desain *soundscape* harus mempertimbangkan *soundmarks* lokal yang mencerminkan identitas budaya. Dengan memanfaatkan unsur alam dan teknologi ramah lingkungan, suara tidak hanya menjadi elemen estetika, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup. Penelitian menunjukkan bahwa suara alam, meski bising, dapat mendukung pemulihan psikologis, asalkan pendengar memiliki persepsi positif terhadapnya.

Arsitek memiliki peran penting dalam menciptakan lingkungan fisik berkualitas yang

sehat dan berkelanjutan. Dengan fokus pada aspek akustik dan *soundscape*, desain kota yang tanggap lingkungan dapat meningkatkan kualitas hidup manusia secara holistik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan wilayah yang sesuai dengan prinsip konservasi dan keberlanjutan tanpa tekanan investasi merupakan keharusan untuk menjaga kualitas lingkungan yang menentukan masa depan kehidupan. Kualitas lingkungan tidak hanya terkait desain bangunan seperti rumah, sekolah, atau tempat kerja, tetapi juga mencakup ruang publik, taman, dan infrastrukturnya. Hal ini berkontribusi pada kesehatan fisik dan mental komunitas (Sorrel, 2006).

Dalam konteks arsitektur berkelanjutan, program jangka panjang diperlukan untuk memastikan pemerataan fasilitas hingga ke wilayah tertinggal, demi manfaat generasi mendatang. Arsitektur berkelanjutan bertujuan menjaga ketahanan lingkungan, sumber daya alam, ekosistem, serta nilai sejarah melalui pemeliharaan yang berkesinambungan. Penerapannya dapat terlihat dalam desain yang mencerminkan identitas budaya dan sejarah, seperti ruang promosi elemen tradisional pada bangunan.



Gambar 2. Ruang Terbuka Kota Jakarta
(sumber. Merdeka.com,2023)

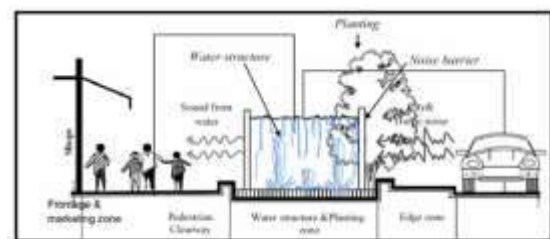
Sementara itu, konsep *soundscape* memperkuat pendekatan keberlanjutan dengan fokus pada kepekaan terhadap bunyi lingkungan. *Soundscape* tidak hanya melatih indra pendengar untuk memahami fenomena suara di sekitar, tetapi juga membangun harmoni antara

ruang fisik dan elemen akustik yang mendukung kesehatan psikologis. Dalam kota seperti Jakarta, di mana kebisingan lalu lintas, kereta api, dan aktivitas perkotaan mendominasi, *soundscape* dapat menjadi alat untuk mengelola dan menyeimbangkan pengalaman audial, menciptakan suasana yang lebih ramah dan menenangkan.

4.1 Prinsip Desain Berkelanjutan dan *Soundscape*

Desain berkelanjutan yang memperhatikan *soundscape* memiliki beberapa prinsip utama (Lyman, 2007; Schafer):

- 4.1.1 Harmoni antara Alam, Bangunan, dan Suara: Memadukan elemen alami seperti tanaman, air, dan ruang terbuka dengan desain akustik yang mendukung kenyamanan lingkungan.
- 4.1.2 Mengurangi Ketergantungan Energi Buatan: Penggunaan material ramah lingkungan yang menyerap suara dan mendukung keseimbangan akustik alami.
- 4.1.3 Pemanfaatan Material Ramah Lingkungan: Material bangunan yang mampu mengurangi polusi suara sekaligus tahan lama dan berkelanjutan.
- 4.1.4 Pengelolaan Ruang Terbuka Mengintegrasikan jalur hijau (*greenways*) dan elemen air untuk mengurangi kebisingan dan memberikan nilai rekreasi serta estetika.
- 4.1.5 Memanfaatkan *Soundmarks* Elemen bunyi khas seperti lonceng gereja atau suara air yang menciptakan identitas akustik positif bagi sebuah kawasan.



Gambar 6. Komponen pembentuk strategi urban soundscape
(sumber: Rehan, 2014)

4.2 Implementasi dalam Perencanaan Kota
Dalam perencanaan ruang kota seperti Jakarta, tantangan utama adalah mengelola kebisingan yang menjadi bagian dari *urban soundscape*. Kebisingan yang tidak terkontrol dapat memengaruhi kesehatan mental dan fisik, namun elemen suara yang dirancang dengan

baik, seperti ruang hijau atau air mancur, dapat memberikan efek psikologis yang menenangkan. *Soundscape* juga mencerminkan identitas budaya, seperti harmoni bunyi adzan dan lonceng gereja yang melambangkan keberagaman agama, atau kebisingan alami yang dianggap sebagai bagian integral dari kehidupan kota.

4.3 Konsep *Soundscape* untuk Keberlanjutan
Desain kota yang berbasis *soundscape* mendorong:

- Pengurangan kebisingan melalui penggunaan elemen alami seperti *green walls*, air mancur, dan tanaman besar.
- Penciptaan *soundmarks* yang memberi makna psikologis positif, seperti suara lonceng gereja yang menenangkan.
- Harmoni antara aktivitas manusia dan suara lingkungan untuk menciptakan kota yang dinamis namun tetap nyaman.

Pendekatan ini tidak hanya mendukung kualitas hidup masyarakat, tetapi juga menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan, di mana elemen budaya, sejarah, dan ekologi menyatu dalam harmoni visual dan akustik. Dengan demikian, *soundscape* menjadi bagian integral dari perencanaan kota berkelanjutan, memberikan manfaat ekologis sekaligus meningkatkan kesejahteraan psikologis dan sosial masyarakat.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Soundscape adalah elemen penting yang membentuk identitas akustik kota, memberikan kontribusi signifikan pada rasa tempat dan kualitas hidup masyarakat. Sebagai bagian dari desain perkotaan, *soundscape* harus selaras dengan prinsip arsitektur berkelanjutan dengan mengintegrasikan elemen alam seperti vegetasi, material lunak, dan nilai historis yang memperkaya citra visual serta mendukung kearifan lokal. Lingkungan yang harmonis dengan alam terbukti memberikan manfaat kesehatan, kenyamanan, dan kesejahteraan, baik bagi manusia maupun ekosistemnya. Burung, sebagai indikator ekologi, menunjukkan kualitas lingkungan, sedangkan suara alami memberikan efek terapeutik yang penting bagi ketenangan batin manusia.

Untuk menciptakan *soundscape* yang ideal dan menunjang kehidupan perkotaan yang berkelanjutan, perlu dilakukan langkah strategis untuk mengatasi kebisingan, terutama

yang dihasilkan oleh kemacetan. Kolaborasi pemerintah dan pemangku kepentingan diperlukan untuk mengembangkan transportasi ramah lingkungan yang tidak hanya mengurangi kebisingan tetapi juga mendukung identitas budaya masyarakat. Dengan demikian, *soundscape* perkotaan dapat menjadi elemen yang memperkuat hubungan antara manusia, budaya, dan lingkungannya, sekaligus meningkatkan kualitas hidup di kota-kota besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Chia-Jen Yu, J. K. (2014). *Soundscape in the sustainable living environment: A cross cultural comparison between UK and Taiwan*.
- Fowler, M. D. (2013). *Soundscape as a design strategy for landscape architectural praxis*. Elsevier, 111-128.
- Genuit, K., Fiebig, A., & Schulte-Fortkamp, B. (2012). Relationship between environmental noise, sound quality, soundscape. *The Journal of the Acoustical Society of America*.
- Herusatoto, B. (2013). *Simbolisme dalam Budaya Jawa*. Yogyakarta: Cetakan ke-5, PT. Hanindita Graha Widia.
- Rehan, R. M. (2014). The phonic identity of the city urban soundscape for sustainable spaces. *HBRC Journal*, 1-13.
- Stott, R. (2014, Feb 23). Retrieved Aug 19, 2015, from *Soundscape Architecture: A New Way Experience Famous Buildings*: <http://www.archdaily.com/479729/soundscape-architecture-a-new-way-to-experience-famous-buildings/>.
- Sugiarto, R. (2013). *Kajian Soundscape Kompleks Gereja Katedral Bandung*. Bandung: LPPM Universitas Katolik Parahyangan.

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

