

JURNAL ISMETEK

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

REVIEW PERBANDINGAN BIAYA	Marhento
EVALUASI RENCANA ANGGARAN BIAYA	Djoko
REVIEW PELAKSANAAN PEKERJAAN KOLOM	Jujuk
PERENCANAAN DESAIN SALURAN	Udien
PERENCANAAN DRAINASE RUNWAY	Yudi
ANALISIS UNJUK KERJA	Srihanto
PENGARUH KAPASITAS ARUS	Indra
ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK	Sahidul Anam
PENGARUH PENCAMPURAN ETHANOL	Hariyanto
PROSES PEMBELAJARAN DARING	Bambang
PERANCANGAN MAKET DAN SIMULASI	Leni-Triyono
ANALISIS KESELAMATAN FIRE TUBE BOILER	Sigit Yulianto
PERANCANGAN PROTOTIPE MONITORING	Aji
RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI	Triyono-Leni
ANALISIS PERANCANGAN SISTEM PENDUKUNG	Surya Darma
PERANCANGAN MODEL SISTEM	Sigit Wibisono
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM EVALUASI	Berliyanto
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI	Wibisono
RUANG PUBLIK SEBAGAI WACANA TANDINGAN	Rendy
SISTEM PROTEKSI PENANGKAL PETIR	Parman
EVALUASI SISTEM DRAINASE	Yudi

JURNAL **ismete**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. Onny Marlen, S.Kom, MMSI

Dr. Suryadi, ST, MT

Ir. Suwito, MM

REDAKSI PELAKSANA

Ir. Srihanto, MT

Aji Nurrohman, S.Kom, MMSI

Leni Devera Asrar, ST, MT

Udien Yulianto, ST, M.Tech

SEKRETARIS REDAKSI

Dr. Jujuk Kusumawati, ST, M.Si

Dwi Irsyad Cahyanto, S.Kom

BAGIAN SIRKULASI

Ir. Heru Wulandono

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI

Jl. Raya Mawar Merah No.23

Pondok Kopi – Jakarta Timur

Telp. 021-8611849 – 8611850

Fax. 021-8613627

Email : ismetek@itbu.ac.id



00052



JURNAL *isme* Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

DAFTAR ISI

Review Perbandingan Biaya Pengelolaan Air Kolam Renang Dengan Sumberair Pam Dan Air Tanah Marhento	1
Evaluasi Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Lintasan Atletik Proyek Renovasi Gelora Bung Karno Jakarta Pusat Djoko	10
Review Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Struktur Bangunan Mekanik Ditinjau Dari Efisiensi Biaya Dan Efektivitas Waktu Pada Proyek Workshop Cileungsi Jawa Barat Jujuk	19
Perencanaan Desain Saluran Sampung (Drainase) Di Dalam Area Row Pada Jalan Utama Cibitung – Cilincing Sta. -0+440 ~ 8+291 Jawa Barat Udien	31
Perencanaan Drainase Runway Bandar Udara Manggelum Kabupaten Boven Digoel Provinsi Papua Yudi	40
Analisa Unjuk Kerja Heat Exchanger Sebagai Pendingin Oli Dengan Media Air Kapasitas 13 Liter/Menit Skala Laboratorium Srihanto	50
Pengaruh Kerapatan Arus Pada Proses Hardchrome Terhadap Ketebalan Lapisan dan Kekerasan Lapisan Pada Poros Baja ST37 Indra Widarmadi	60
Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tablet Pada Mesin Coating Xc750 Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Sahidul Anam	65
Pengaruh Pencampuran Ethanol pada Bahan Bakar Pertalite Terhadap Daya Motor dan Emisi Gas Buang Pada Motor X150cc Hariyanto	72
Proses Pembelajaran Dengan Metode Routing Distance Menggunakan Wireless Bambang	80

JURNAL *isme* Tek

PUBLIKASI ILMIAH INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO

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

Perancangan Maket Dan Simulasi Perubahan Power Supply Dari Pln Ke Solar Cell Pada Perangkat Komunikasi Pemadam Kebakaran Menggunakan Smart Relay <i>Leni, Triyono</i>	89
Analisis Keselamatan Fire Tube Boiler Yang Diproduksi Pada 2003 Dengan MAWP 16 Kg/Cm ² Dan Kapasitas Uap 16 TPH <i>Sigit Yulianto</i>	96
Perancangan Prototipe Monitoring Nutrisi, Shu, Dan Kelembaban Tanaman Hidroponik, Berbasis Internet Of Things pada Tanaman Selada Menggunakan Arduino Dan Webserver Thingspeak <i>Aji</i>	102
Rancang Bangun Sistem Telemetri Tegangan Baterai Pada Dump Truk Berbasis Arduino Di PT. Wijaya Karya Industri Konstruksi <i>Triyono, Leni</i>	111
Analisis Perancangan Sistem Pendukung Operasional Pada Jst Yang Bergerak Dibidang Jasa Telekomunikasi Dan Internet <i>Surya Darma</i>	117
Perancangan Model Sistem Pemadam Kebakaran Berbasis Internet Of Things Menggunakan Modemcu dan Aplikasi Android Blynk <i>Sigit Wibisono</i>	125
Analisis Dan Perancangan Sistem Evaluasi Hasil Belajar Untuk Perguruan Tinggi <i>Berliyanto</i>	134
Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Monitoring Barang Di Pt Sinergi Solusi Indonesia Berbasis Web <i>Wibisono</i>	144
Ruang Publik Sebagai Wacana Tandingan Dalam Kajian Literasi <i>Public Space as Counter Discourse in Literacy Studies</i> <i>Rendy Pribadi</i>	154
Sistem Proteksi Penangkal Petir Pada Gedung Bertingkat <i>Parman</i>	158
Evaluasi Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Perumahan The Palm Residence Kecamatan Tambun Utara Kabupaten Bekasi <i>Yudi</i>	168

REVIEW PERBANDINGAN BIAYA PENGELOLAAN AIR KOLAM RENANG DENGAN SUMBERAIR PAM DAN AIR TANAH

Marhento Wintolo

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta
hento2008@gmail.com*

Abstract

Clean water is a requirement for the existence of a swimming pool, therefore the swimming pool water must meet the required elements based on health. There are 3 elements of the requirements of swimming pool water, the three elements are physical elements, chemical elements and microbiological elements (Ministry of Health of the Republic of Indonesia, 1999)

However, in such processing, usually there are still pollutants that are still left. Based on the Regulation of the Minister of Health Number: 416/MEN.KES/PER/IX/1990 concerning Requirements and Supervision of Water Quality, the Minister of Health of the Republic of Indonesia. If there are a lot of chemicals in the pool water, usually after swimming your eyes will feel sore and your hair will feel stiff.

The use of water from PAM and groundwater requires different treatment or management. Both in terms of the amount of chemicals used for the provision of proper water as pond water that meets the standard requirements as required and from the point of view of groundwater conservation. So with this, a comparative analysis of the use of chemicals used between PAM water and groundwater will be carried out so that the budget plan is in accordance with the volume and quality of pool water that meets the standards.

Keywords: *review, cost, swimming pool, water source, groundwater*

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan syarat dari keberadaan kolam renang oleh karenanya air kolam renang tersebut harus memenuhi unsur-unsur yang disyaratkan berdasarkan kesehatan. Ada 3 unsur persyaratan dari air kolam renang, ketiga unsur tersebut adalah unsur fisika, unsur kimia dan unsur mikrobiologi (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1999).

Penggunaan kaporit dalam konsentrasi yang kurang dapat menyebabkan kuman yang ada di kolam renang tidak terdesinfeksi dengan baik. Sedangkan penggunaan kaporit dengan konsentrasi yang berlebih dapat meninggalkan sisa klor yang menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan. Sebagai desinfektan, sisa klor dalam penyediaan air sengaja dipelihara, tetapi dalam konsentrasi yang berlebih klor ini dapat terikat pada senyawa organik dan membentuk *halogen-hidrokarbon* (Cl-HC) banyak diantaranya dikenal sebagai senyawa karsinogenik. Halogen adalah anggota golongan unsur non metalik yang sangat aktif, terdiri atas *fluorin, bromin, iodin, klorin,*

atau astatin, yang mempunyai sifat kimia yang sama antara satu dan lainnya. Tingkat pH rendah pada air kolam renang juga akan menyebabkan efek negatif yaitu logam seperti pagar dan aksesoris kolam renang lainnya menjadi mudah terkorosi dan meninggalkan noda di dinding kolam. Sedangkan efek pada manusia yaitu pembakaran mata atau hidung dan menyebabkan kulit gatal dan kering. Selain itu, kadar *Total Dissolved Solids* (TDS) pada air kolam renang juga perlu diperhatikan. TDS adalah suatu ukuran kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat dalam suatu cairan, contohnya bisa berupa partikel yang terlarut yang tidak kasat oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam, misal: besi, aluminium, tembaga, mangan dan lain-lain), maupun partikel non padatan seperti mikroorganisme. Semakin tinggi kadar TDS, maka kemungkinan polutan-polutan yang terdapat di dalam air kolam renang juga semakin banyak.

Salah satu sarana gelanggang olah raga yang harus mendapat perhatian penting olah raga renang. Sarana olah raga ini membutuhkan kolam renang yang membutuhkan air cukup besar. Air yang digunakan pada kolam renang pada saat ini berasal dari dua sumber air yaitu air PAM dan air dari tanah.

Penggunaan air dari PAM dan air tanah membutuhkan perlakuan atau pengelolaan yang berbeda. Baik dari segi jumlah bahan kimia yang digunakan untuk penyediaan air yang layak sebagai air kolam yang memenuhi persyaratan standar sebagaimana yang disyaratkan maupun dari sudut pandang pelestarian air tanah.

2. Metodologi

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan *metode komparatif* yaitu penelitian yang membandingkan keadaan satu variabel atau lebih pada dua atau lebih sampel yang berbeda, atau dua waktu yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan/perbedaan dari dua atau lebih fakta-fakta yang bersifat Objek yang diteliti berdasarkan kerangka pemikiran tertentu. Dalam analisis ini, Objek terdiri dari 2 jenis variabel, diantaranya biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah. Tujuannya ialah mengetahui perbandingan dan perbedaan biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah.

2.2 Kerangka Berpikir

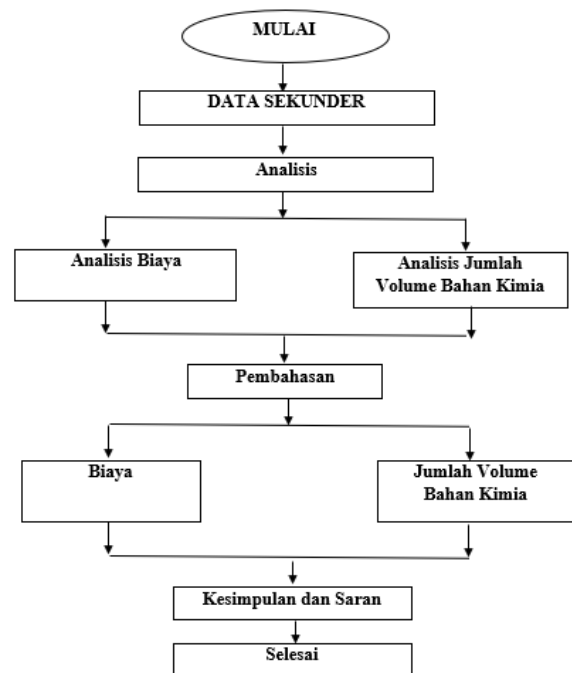
Kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah dengan cara mengumpulkan data dari data sekunder kemudian diteliti dengan metode koperatif dengan mempertimbangkan dua buah variabel yaitu variabel biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah kemudian hasil penelitian akan ditarik kesimpulan mengenai hasil perbandingan dari kedua variabel tersebut.

Langkah-langkah dalam penyusunan skripsi ini adalah:

- Menentukan data yang diperlukan berupa data sekunder
- Pengolahan data dengan memperhitungkan biaya bahan kimia kolam renang berdasarkan volume bahan kimia yang digunakan.
- Analisa perbandingan aspek yang di bahas
- Kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan

Adapun kerangka pemikiran yang akan dilakukan dalam penelitian ini, disajikan dalam bentuk diagram alur berikut ini:

Kerangka Pemikiran/Pola Pikir



2.3 Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian, peneliti menggunakan penelitan data sekunder didapatkan secara tidak langsung dari subjek ataupun Objek penelitian. Didapatkan secara tidak langsung melalui

perantara berupa bukti. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data sekunder berupa perbandingan biaya penyediaan bahan kimia.

2.4 Metode Analisis Data

a. Analisis item pekerjaan

Item pekerjaan dianalisis berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

b. Analisis volume bahan kimia kolam renang

Langkah selanjutnya melakukan analisis volume bahan kimia kolam renang yang di bagi menjadi 2 variabel yang dibahas. Volume tersebut bersal dari data sekunder yang diambil dari uji test kit pada pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah.

c. Analisis harga satuan

Setelah volume bahan kimia kolam renang di dapat langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis harga satuan bahan kimia kolam renang. Analisis harga satuan bahan kimia kolam renang ini didapat dari *Smart Planning Budgeting* Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.

d. Analisis biaya volume bahan kimia kola renang

Setelah menentukan analisis harga satuan bahan kimia kolam renang maka, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan biaya volume antara pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah.

2.5 Metode Pembahasan Hasil Analisis

a. Pembahasan hasil analisis biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM

Pada metode pembahasan hasil analisis biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM pada Unit

Pengelola Gelanggang Remaja Jakarta Utara, akan diperoleh jumlah banyaknya volume bahan kimia kolam renang dalam satu satuan. Kemudian dikalikan dengan harga satuan yang telah di analisis, setelah itu biaya bahan kimia kolam renang untuk masing-masing variabel akan dibandingkan sehingga dapat ditarik kesimpulan.

b. Pembahasan hasil analisis biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air tanah

Setelah melakukan pembahasan biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air tanah pada Gelanggang Olah raga Ciracas, akan diperoleh jumlah banyaknya volume bahan kimia Kolam renang dalam satu satuan. Kemudian dikalikan dengan Harga Satuan yang telah di analisis, setelah itu biaya bahan kimia Kolam renang untuk masing-masing variabel akan dibandingkan sehingga dapat ditarik kesimpulan.

3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Analisis Data

1. Analisis Parameter Pengawasan Kualitas Air Kolam Renang

Berikut ini adalah analisis item pengawasan kualitas air kolam renang dengan sumber Air PAM di kolam renang Unit Pengelola Gelanggang Remaja Jakarta Utara dan kolam renang dengan sumber air Tanah di GOR Ciracas, analisis ini menggunakan analisis berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017.

- a. **Tabel 1.** Hasil pengawasan kualitas air kolam renang dengan sumber air PAM di UP GRJU

No	PARAMETER	ADA/DIPERIKSA			Keterangan
		Ada	Tidak	Tidak berlaku	
1.	Fisik				
a	Bau		√		
b	Kekeruhan		√		
c	Suhu	√			36 derajat Celcius
d	Kejernihan	√			Terlihat tutup sirkulasi kolam renang
e	Kepadatan perenang		√		Posisi studi sedang Pandemi Covid 19, dan Gedung sedang di tutup sementara kedalaman Kolam Renang 1,7 meter
2.	Biologi				
a	E. coli		√		0,3
b	Heterotrophic Plate Count (HPC)		√		100
c	Pseudomonas Aeruginosa			√	
d	Staphylococcus aureus			√	
e	Legionella spp			√	
3.	Kimia				
a	pH	√			pH 7,6 diperiksa 3 kali sehari
b	Alkalinitas	√			88 liter
c	Sisa khlor bebas			√	
d	Sisa khlor terikat	√			3 Cl diperiksa 3 kali sehari
e	Total bromine	√			2 liter
f	Sisa bromine	√			4 liter
g	Oxidation-Reduction Potential (ORP)			√	diperiksa 3 kali sehari

4.	Tersedia kolam kecil untuk mencuci/disinfeksi kaki sebelum berenang yang letaknya berdekatan dengan kolam renang.	√			Ukuran Panjang 1,5 m x Lebar 2 m + 20 cm
5.	Dilakukan pemeriksaan pH dan sisa khlor secara berkala sesuai standar baku mutu dan hasilnya dapat terlihat oleh Pengunjung	√			Sisa Khlor/Bromine diperiksa 3 kali Pagi jam 07.00 Wib Siang jam 12.00 Wib Sore jam 17.00 Wib
6.	Tersedia informasi tentang larangan menggunakan kolam renang bila berpenyakit menular	√			Berbentuk papan pengumuman
7.	Air kolam renang Kuantitas penuh dan harus ada resirkulasi air	√			
8.	Penggantian air kolam renang dilakukan sebelum kualitas air melebihi standar baku mutu air	√			
9.	Tidak menjadi tempat perkembangbiakan vektor dan binatang pembawa Penyakit	√			Aman untuk berenang

b. Analisis hasil pengawasan kualitas air kolam renang dengan sumber air Tanah di GOR Ciracas.

Tabel 2. Hasil pengawasan kualitas air kolam renang dengan sumber air Tanah di GOR Ciracas

No	PARAMETER	ADA/DIPERIKSA			Keterangan
		Ada	Tidak	Tidak berlaku	
1.	Fisik				
a	Bau		√		
b	Kekeruhan		√		
c	Suhu	√			32 derajat Celcius
d	Kejernihan	√			tutup sirkulasi kolam renang terlihat
e	Kepadatan perenang		√		Posisi studi sedang Pandemi Covid 19, dan Gedung sedang di tutup sementara kedalaman Kolam Renang >2,5 meter
	Biologi				
a	E. coli		√		0,3
b	Heterotrophic Plate Count (HPC)		√		100
c	Pseudomonas Aeruginosa			√	
d	Staphylococcus aureus			√	
e	Legionella spp			√	
3.	Kimia				
a	pH	√			pH 7,6 diperiksa 3 kali sehari
b	Alkalinitas	√			120 liter
c	Sisa khlor bebas			√	
d	Sisa khlor terikat	√			3 Cl diperiksa 3 kali sehari
e	Total bromine	√			2 liter
f	Sisa bromine	√			4 liter
g	Oxidation-Reduction Potential (ORP)			√	diperiksa 3 kali sehari

4.	Tersedia kolam kecil untuk mencuci/disinfeksi kaki sebelum berenang yang letaknya berdekatan dengan kolam renang.		√		
5.	Dilakukan pemeriksaan pH dan sisa khlor secara berkala sesuai standar baku mutu dan hasilnya dapat terlihat oleh Pengunjung	√			Sisa Khlor/Bromine diperiksa 3 kali Pagi jam 07.00 Wib Siang jam 12.00 Wib Sore jam 17.00 Wib
6.	Tersedia informasi tentang larangan menggunakan kolam renang bila berpenyakit menular	√			Berbentuk papan pengumuman
7.	Air kolam renang Kuantitas penuh dan harus ada resirkulasi air	√			
8.	Penggantian air kolam renang dilakukan sebelum kualitas air melebihi standar baku mutu air	√			
9.	Tidak menjadi tempat perkembangbiakan vektor dan binatang pembawa Penyakit	√			Aman untuk berenang

2. Analisis Perbandingan Biaya Bahan Kimia Kolam Renang Sumber Air PAM dan Air Tanah

a. Analisis Perbandingan Biaya Bahan Kimia Kolam Renang Sumber Air PAM per bulan

Berikut ini adalah analisis Rencana Anggaran Biaya per bulan penyediaan bahan kimia kolam renang sumber air PAM, berdasarkan kebutuhan pemeliharaan air kolam renang di Gelanggang Remaja Jakarta Utara. **Tabel**

3. Rencana Anggaran Biaya Per Bulan sumber air PAM

KEBUTUHAN BIAYA PER BULAN BAHAN KIMIA						
Unit Kerja	: 21301702 Unit Pengelola Gelanggang Remaja Jakarta Utara					
Program	: 2.13.03 Program Peningkatan dan Pengelolaan Kantor Urusan kepemudaan dan olah raga					
Kegiatan	: 2.13.03.012 Pemeliharaan Gedung dan Fasilitas Olahraga					
Sub Kegiatan	: Belanja Bahan Kimia Kolam Renang					
Kode Rekening	: 5.2.2.02.05 / Belanja Bahan Kimia					
Lokasi Anggaran	: Kota Administrasi Jakarta Utara					
Tahun Anggaran	: 2020					
Pelaksanaan	: Januari - Desember 2020					
Sumber Dana	: APBD (Anggaran Pendapatan Belanja Daerah)					
NO	URAIAN	SPESIFIKASI	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	
1	Aluminium Sulphat	coral/Powder , warna putih – 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	5 Zak x 1 bulan	Rp 242.500	Rp	1.212.500
2	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru – 50 Kg/zak	1 Zak x 1 bulan	Rp 2.125.650	Rp	2.125.650
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	1 Jerig x 1 bulan	Rp 231.000	Rp	231.000
4	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 60% -15 Kg, merk tjwi kimia	700 Kg x 1 bulan	Rp 34.900	Rp	24.430.000
5	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih – 50 Kg, merk Ansac (USA)	2 Zak x 1 bulan	Rp 414.760	Rp	829.520
JUMLAH HARGA DASAR					Rp	28.828.670
PPN 10%					Rp	2.882.867
TOTAL					Rp	31.711.537
TERBILANG : Tiga puluh satu tujuh ratus sebelas ribu lima ratus tiga puluh tujuh rupiah						

(Sumber: RAB UPGRJU Per Bulan Tahun 2020)

b. Analisis Perbandingan Biaya Bahan Kimia Kolam Renang Sumber Air PAM Per Tahun

Berikut ini adalah analisis Rencana Anggaran Biaya per bulan penyediaan bahan kimia kolam renang sumber air PAM, berdasarkan kebutuhan pemeliharaan air kolam renang di Gelanggang Remaja Jakarta Utara.

Tabel 4 Rencana Anggaran Biaya Per Tahun Sumber air PAM

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)						
Unit Kerja	: 21301702 Unit Pengelola Gelanggang Remaja Jakarta Utara					
Program	: 2.13.03 Program Peningkatan dan Pengelolaan Kantor Urusan kepemudaan dan olah raga					
Kegiatan	: 2.13.03.012 Pemeliharaan Gedung dan Fasilitas Olahraga					
Sub Kegiatan	: Belanja Bahan Kimia Kolam Renang					
Kode Rekening	: 5.2.2.02.05 / Belanja Bahan Kimia					
Lokasi Anggaran	: Kota Administrasi Jakarta Utara					
Tahun Anggaran	: 2020					
Pelaksanaan	: Januari - Desember 2020					
Sumber Dana	: APBD (Anggaran Pendapatan Belanja Daerah)					
NO	URAIAN	SPESIFIKASI	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	
1	Aluminium Sulphat	coral/Powder , warna putih – 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	5 Zak x 12 bulan	Rp 242.500	Rp	14.550.000
2	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru – 50 Kg/zak	1 Zak x 12 bulan	Rp 2.125.650	Rp	25.507.800
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	1 Jerig x 12 bulan	Rp 231.000	Rp	2.772.000
4	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 60% -15 Kg, merk tjwi kimia	700 Kg x 12 bulan	Rp 34.900	Rp	293.160.000
5	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih – 50 Kg, merk Ansac (USA)	2 Zak x 12 bulan	Rp 414.760	Rp	9.954.240
JUMLAH HARGA DASAR					Rp	345.944.040
PPN 10%					Rp	34.594.404
TOTAL					Rp	380.538.444
TERBILANG : Tiga ratus delapan puluh juta lima ratus tiga puluh delapan ribu empat ratus empat puluh empat rupiah						

(Sumber: RAB UPGRJU Per Tahun Tahun 2020)

Dari Rencana Anggaran Biaya dengan sumber air PAM membutuhkan biaya sebesar Rp. 380.538.444,- terbilang (*tiga ratus delapan puluh juta lima ratus tiga puluh delapan ribu empat ratus empat puluh empat rupiah*).

c. Analisis Perbandingan Biaya Bahan Kimia Kolam Renang Sumber Air Tanah Per Bulan

Berikut ini adalah analisis Rencana Anggaran Biaya per bulan penyediaan bahan kimia kolam renang sumber air Tanah, berdasarkan kebutuhan pemeliharaan air kolam renang di GOR Ciracas.

Tabel 5. Rencana Anggaran Biaya Per Bulan Sumber air Tanah

KEBUTUHAN BIAYA PER BULAN BAHAN KIMIA						
Unit Kerja	: 21301401 Suku Dinas Pemuda dan Olahraga Kota - Jakarta Timur					
Program	: 2.13.03 Program Peningkatan dan Pengelolaan Kantor Urusan kepemudaan dan olah raga					
Kegiatan	: 2.13.03.016 Pemeliharaan Fasilitas Gelanggang Olahraga Ciracas					
Sub Kegiatan	: Belanja Bahan Kimia Kolam Renang					
Kode Rekening	: 5.2.2.02.05 / Belanja Bahan Kimia					
Lokasi Anggaran	: Kota Administrasi Jakarta Timur					
Tahun Anggaran	: 2020					
Pelaksanaan	: Januari - Desember 2020					
Sumber Dana	: APBD (Anggaran Pendapatan Belanja Daerah)					
NO	URAIAN	SPEKIFIKASI	VOLUME		HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	Aluminium Sulphat	coral/Powder, warna putih - 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	7	Zak x 1 bulan	Rp 242.500	Rp 1.697.500
2	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru - 50 Kg/zak	1	Zak x 1 bulan	Rp 2.125.650	Rp 2.125.650
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	6	Jerigen x 1 bulan	Rp 231.000	Rp 1.386.000
4	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 60% -15 Kg, merk tjiwi kimia	1200	Kg x 1 bulan	Rp 34.900	Rp 41.880.000
5	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih - 50 Kg, merk Ansac (USA)	7	Zak x 1 bulan	Rp 414.760	Rp 2.903.320
JUMLAH HARGA DASAR						Rp 49.992.470
PPN 10%						Rp 4.999.247
TOTAL						Rp 54.991.717

TERBILANG : Lima puluh empat juta sembilan ratus sembilan puluh satu ribu tujuh ratus tujuh belas rupiah
(Sumber: RAB GOR Ciracas Per Bulan Tahun 2020)

d. Analisis Perbandingan Biaya Bahan Kimia Kolam Renang Sumber Air Tanah Per Tahun

Berikut ini adalah analisis Rencana Anggaran Biaya per tahun penyediaan bahan kimia kolam renang sumber air Tanah, berdasarkan kebutuhan pemeliharaan air kolam renang di GOR Ciracas

Tabel 6. Rencana Anggaran Biaya Per Tahun Sumber air Tanah

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)						
Unit Kerja	: 21301401 Suku Dinas Pemuda dan Olahraga Kota - Jakarta Timur					
Program	: 2.13.03 Program Peningkatan dan Pengelolaan Kantor Urusan kepemudaan dan olah raga					
Kegiatan	: 2.13.03.016 Pemeliharaan Fasilitas Gelanggang Olahraga Ciracas					
Sub Kegiatan	: Belanja Bahan Kimia Kolam Renang					
Kode Rekening	: 5.2.2.02.05 / Belanja Bahan Kimia					
Lokasi Anggaran	: Kota Administrasi Jakarta Timur					
Tahun Anggaran	: 2020					
Pelaksanaan	: Januari - Desember 2020					
Sumber Dana	: APBD (Anggaran Pendapatan Belanja Daerah)					
NO	URAIAN	SPEKIFIKASI	VOLUME		HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	Aluminium Sulphat	coral/Powder, warna putih - 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	7	Zak x 12 bulan	Rp 242.500	Rp 20.370.000
2	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru - 50 Kg/zak	1	Zak x 12 bulan	Rp 2.125.650	Rp 25.507.800
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	6	Jerigen x 12 bulan	Rp 231.000	Rp 16.632.000
4	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 60% -15 Kg, merk tjiwi kimia	1200	Kg x 12 bulan	Rp 34.900	Rp 502.560.000
5	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih - 50 Kg, merk Ansac (USA)	7	Zak x 12 bulan	Rp 414.760	Rp 34.839.840
JUMLAH HARGA DASAR						Rp 599.909.640
PPN 10%						Rp 59.990.964
TOTAL						Rp 659.900.604

TERBILANG : Enam ratus lima puluh sembilan juta sembilan ratus ribu enam ratus empat rupiah

Sumber: RAB GOR Ciracas Per Tahun Tahun 2020)

Dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan sumber air Tanah membutuhkan biaya sebesar Rp. 659.900.604,- terbilang (*enam ratus lima puluh sembilan juta sembilan ratus ribu enam ratus empat rupiah*).

Dari analisis RAB bahan kimia kolam renang pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah dari tabel di atas dapat dilihat penggunaan bahan kimia kolam renang antara sumber air PAM dan air tanah terletak pada jumlah volume yang dikalikan dengan kebutuhan selama setahun di kolam renang.

3. Analisis Perbandingan Spesifikasi dan Volume Bahan Kimia Kolam renang Per Hari, Per Minggu, Per Bulan dan Per Tahun

Tabel 7. Spesifikasi bahan kimia Kolam renang air PAM

Penggunaan atau Pembubuhan Bahan Kimia di Kolam Renang Sumber Air PAM																		
NO	URAIAN	SPEKIFIKASI	VOLUME (Dengan Satuan Zak/jerigen/pail)						VOLUME (Dengan Satuan Kg)				Keterangan					
			Per Hari		Per Minggu		Per Bulan		Per Tahun									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
1	Aluminium Sulphat	coral Powder, warna putih - 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	5	Zak	x	12	bln	60	Zak	8,9	Kg	62,496	Kg	250	Kg	3000	Kg	
2	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru - 50 Kg/zak	1	Zak	x	12	bln	12	Zak	1,8	Kg	12,492	Kg	50	Kg	600	Kg	Pemakaian lebih beresifat temporer, apabila menghendaki warna air yang lebih biru
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	1	Jerigen	x	12	bln	12	Jerigen	1,1	Kg	7,491	Kg	30	Kg	360	Kg	
4	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 60% -15 Kg, merk tjiwi kimia	700	Kg	x	12	bln	8400	Kg	25	Kg	175	Kg	700	Kg	8400	Kg	
5	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih - 50 Kg, merk Ansac (USA)	2	Zak	x	12	bln	24	Zak	3,57	Kg	24,99	Kg	99,96	Kg	1200	Kg	Pemakaian lebih beresifat temporer, apabila menghendaki warna air yang lebih biru

(Sumber: Dokumen Pelaksanaan Anggaran UPGRJU Tahun 2020)

Tabel 8. Spesifikasi bahan kimia Kolam renang air tanah

Penggunaan atau Pembubuhan Bahan Kimia di Kolam Renang Sumber Air Tanah																		
NO	URAIAN	SPESIFIKASI	VOLUME (Dengan Satuan Zak/jerigen/pail)				VOLUME (Dengan Satuan Kg)	VOLUME (Dengan Satuan Kg)	VOLUME (Dengan Satuan Kg)	VOLUME (Dengan Satuan Kg)	Keterangan	Selisih						
			Per Hari	Per Minggu	Per Bulan	Per Tahun						BEKIH VOLUME	SELISIH BAYAN					
1	Aluminium Sulphat	coral Powder, warna putih - 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mikhlo (lokal)	7	Zak	x	12	84	Zak	12,5	Kg	87,5	Kg	350	Kg	4200	Kg		
2	Coper Sulphat	Coral powder, warna biru - 50 Kg/zak	1	Zak	x	12	12	Zak	1,786	Kg	12,492	Kg	50	Kg	600	Kg		
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	6	Jerigen	x	12	72	Jerigen	6,43	Kg	45,01	Kg	180	Kg	2160	Kg		
4	Kapoit	Bubuk Powder, kadar 60% -15 Kg, merk givokimia	1200	Kg	x	12	14400	Kg	42,86	Kg	299,992	Kg	1200	Kg	14400	Kg		
5	Soda Ash Dense	Bubuk granular, warna putih - 50 Kg, merk Assoc (USA)	7	Zak	x	12	84	Zak	12,5	Kg	87,5	Kg	350	Kg	4200	Kg		

(Sumber: Dokumen Pelaksanaan Anggaran GOR Ciracas Tahun 2020)

Dari analisis spesifikasi bahan kimia kolam renang pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah dari tabel di atas dapat dilihat penggunaan bahan kimia kolam renang antara sumber air PAM dan air tanah terletak pada jumlah volumenya.

3.2 Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Perbandingan Biaya Pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah

PERBANDINGAN BIAYA RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) SUMBER AIR PERUSAHAAN AIR MINIM (PAM) DAN SUMBER AIR TANAH												
Rencana Anggaran Biaya (RAB) sumber air: Sumber Air Tanah												
NO	URAIAN	SPESIFIKASI	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH BARANG	URAIAN	SPESIFIKASI	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH BARANG	URAIAN	SELISIH BAYAN
1	Aluminium Sulphat	coral Powder, warna putih - 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mikhlo (lokal)	7 Zak x 12	84	242.000	Rp. 20.200.000	Aluminium Sulphat	7 Zak x 12	84	242.000	Rp. 20.200.000	
2	Coper Sulphat	Coral powder, warna biru - 50 Kg/zak	1 Zak x 12	12	2.226.000	Rp. 26.712.000	Coper Sulphat	1 Zak x 12	12	2.226.000	Rp. 26.712.000	
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	6 Jerigen x 12	72	231.000	Rp. 16.632.000	HCL Cair	6 Jerigen x 12	72	231.000	Rp. 16.632.000	
4	Kapoit	Bubuk Powder, kadar 60% -15 Kg, merk givokimia	1200 Kg x 12	14400	34.000	Rp. 492.000.000	Kapoit	1200 Kg x 12	14400	34.000	Rp. 492.000.000	
5	Soda Ash Dense	Bubuk granular, warna putih - 50 Kg, merk Assoc (USA)	7 Zak x 12	84	414.700	Rp. 34.813.800	Soda Ash Dense	7 Zak x 12	84	414.700	Rp. 34.813.800	
											JAMAH HARGA DASAR	Rp. 519.383.800
											PPN 10%	Rp. 57.132.218
											TOTAL	Rp. 576.516.018
Rencana Anggaran Biaya (RAB) sumber air: PAM dan air tanah.												
PERBANDINGAN BIAYA RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) SUMBER AIR PERUSAHAAN AIR MINIM (PAM) DAN SUMBER AIR TANAH												
Rencana Anggaran Biaya (RAB) sumber air: Perovlahan Air Minum												
1	Aluminium Sulphat	coral Powder, warna putih - 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mikhlo (lokal)	7 Zak x 12	84	242.000	Rp. 20.200.000	Aluminium Sulphat	7 Zak x 12	84	242.000	Rp. 20.200.000	
2	Coper Sulphat	Coral powder, warna biru - 50 Kg/zak	1 Zak x 12	12	2.226.000	Rp. 26.712.000	Coper Sulphat	1 Zak x 12	12	2.226.000	Rp. 26.712.000	
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	6 Jerigen x 12	72	231.000	Rp. 16.632.000	HCL Cair	6 Jerigen x 12	72	231.000	Rp. 16.632.000	
4	Kapoit	Bubuk Powder, kadar 60% -15 Kg, merk givokimia	1200 Kg x 12	14400	34.000	Rp. 492.000.000	Kapoit	1200 Kg x 12	14400	34.000	Rp. 492.000.000	
5	Soda Ash Dense	Bubuk granular, warna putih - 50 Kg, merk Assoc (USA)	7 Zak x 12	84	414.700	Rp. 34.813.800	Soda Ash Dense	7 Zak x 12	84	414.700	Rp. 34.813.800	
											JAMAH HARGA DASAR	Rp. 519.383.800
											PPN 10%	Rp. 57.132.218
											TOTAL	Rp. 576.516.018

(Sumber: RAB UGRU dan GOR Ciracas Tahun 2020)

Pada **Tabel 4.13** dapat dilihat bahwa perbandingan biaya bahan kimia antara pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah memiliki selisih Rp. 279.362.160,- atau senilai (*Dua ratus tujuh puluh sembilan juta tiga ratus enam puluh dua ribu seratus enam puluh rupiah*). Dimana Biaya Bahan Kimia antara Pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah 26.85 % dari tabel di atas dapat dilihat penggunaan bahan kimia kolam renang antara Sumber air PAM dan air tanah terletak pada jumlah volume yang dikalikan dengan kebutuhan selama satu tahun di kolam renang.

3.2.2 Perbandingan spesifikasi dan volume bahan kimia kolam renang dengan sumber air PAM dan air tanah

Dari **Tabel 4.13** dapat dilihat bahwa volume biaya pengelolaan air kolam renang dengan sumber air PAM lebih efisien dibandingkan dengan biaya pengelolaan kolam renang dengan sumber air tanah.

Tabel 4.14 Perbandingan spesifikasi dan volume bahan kimia

Spesifikasi dan volume sumber air tanah			Spesifikasi dan volume sumber air PAM													
NO	URAIAN	SPESIFIKASI	VOLUME													
			3		4		5		6							
1	2															
1	Aluminium Sulphat	coral/Powder, warna putih – 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	7	Zak	x	12	bin	84	Aluminium Sulphat	coral/Powder, warna putih – 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	5	Zak	x	12	bin	60
2	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru – 50 Kg/zak	1	Zak	x	12	bin	12	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru – 50 Kg/zak	1	Zak	x	12	bin	12
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	6	Jerigen	x	12	bin	72	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	1	Jerigen	x	12	bin	12
4	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 80% -15 Kg, merk Star kimia	1200	Kg	x	12	bin	14400	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 80% -15 Kg, merk Star kimia	700	Kg	x	12	bin	8400
5	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih – 50 Kg, merk Anzac (USA)	7	Zak	x	12	bin	84	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih – 50 Kg, merk Anzac (USA)	2	Zak	x	12	bin	24

(Sumber: RAB UPGRJU dan GOR Ciracas Tahun 2020)

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbandingan harga kedua bahan kimia kolam renang sebagai berikut: Rp. 380.538.444,- (*Tiga ratus delapan puluh juta lima ratus tiga puluh delapan ribu empat ratus empat puluh empat rupiah*) dan Air Tanah sebesar Rp. 659.900.604,- terbilang (*Enam ratus lima puluh sembilan juta sembilan ratus ribu enam ratus empat rupiah*) dengan selisih Rp. 279.362.160,- (*Dua ratus tujuh puluh Sembilan juta tiga ratus enam puluh dua ribu seratus enam puluh rupiah*) atau dengan selisih 26.85 % bahan kimia kolam renang dengan menggunakan sumber air tanah lebih mahal dari pada bahan kimia kolam renang dengan menggunakan sumber air PAM
2. Volume dan spesifikasi bahan kimia kolam renang dengan menggunakan sumber air PAM dan air tanah memiliki perbedaan sebagai berikut:

Tabel Volume dan Spesifikasi bahan kimia Kolam Renang

NO	URAIAN	SPESIFIKASI	VOLUME									
			Kolam Renang Gelanggang Olahraga Ciracas				Kolam Renang Gelanggang Remaja Jakarta Utara					
1	Aluminium Sulphat	coral/Powder, warna putih – 50 Kg/zak, Kadar 17%, Merk Mahkota (lokal)	7	Zak	x	12	bulan	5	Zak	x	12	bulan
2	Coper Sulphat	Coral/powder, warna biru – 50 Kg/zak	1	Zak	x	12	bulan	1	Zak	x	12	bulan
3	HCL Cair	Cair - 30 Kg/ Jerigen, kadar 33 % (lokal)	6	erigen	x	12	bulan	1	erigen	x	12	bulan
4	Kaporit	Bubuk/Powder, kadar 60% - 15 Kg, merk tjwi kimia	1200	Kg	x	12	bulan	700	Kg	x	12	bulan
5	Soda Ash Dense	Bubuk/granular, warna putih – 50 Kg, merk Anzac (USA)	7	Zak	x	12	bulan	2	Zak	x	12	bulan

(Sumber: RAB GOR Ciracas dan UP GRJU Tahun 2020)

4.2 Saran

Dari kesimpulan tersebut, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Dalam pemakaian bahan kimia di kolam renang untuk lebih cermat dan akurat dalam menentukan volume, spesifikasi, aspek biaya sehingga akan memperoleh kualitas air kolam yang memenuhi standar
2. Bahan Kimia merupakan unsur pokok terutama dalam hubungannya dengan kualitas air. Air Kolam dapat dikatakan memenuhi standard sanitasi, layak pakai dan jernih apabila kadar *chloor* maupun pH memenuhi syarat yaitu *Chloor* standar = 1.0, 1,5, sampai dengan 3.0
pH standar = 7.2, sampai dengan 7,6
Meskipun pemakaian bahan-bahan kimia sangat relatif karena dipengaruhi banyak faktor yang satu sama lain saling kait mengkait, namun tetap diperlukan jumlah dan mutu bahan kimia yang memadai sesuai volume dan sumber air kolam itu sendiri.

5. Daftar Pustaka

1. Citra Wahyu Dian dan Retno Adriyani, (2013) . *Kualitas Air Dan*

- Keluhan Kesehatan Pengguna Kolam Renang*. Sidoarjo.
2. D., Newnan. (2012) *Engineering Economic Analysis*. Jakarta
 3. Effendi, H. 2004. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius
 4. Eugene L., Grant Ireson W. Grant, and Leavenworth Ricahrd S. 1991. *Dasar-dasar Ekonomi Teknik*. Jakarta.
 5. Giatman, M. (2007) *EKONOMI TEKNIK*. Jakarta.
 6. <http://library.um.ac.id/free-contents/printbook2.php/koleksi-digital-perpustakaan-14336.html>
 7. <https://apbd.jakarta.go.id/landingpage>
 8. Kodoatie Robert J. (2008) *Analisis Ekonomi Teknik*. Jakarta.
 9. Marsudi Joyowiyono, FX. (1993) *EKONOMI TEKNIK JILID I (Engineering Economics)*. Jakarta
 10. Nabar, Darmansyah (1999). *Ekonomi Teknik*. Palembang
 11. Nurhayati Ai dan Rimba Krisnha Sukma Dewi.(2019) *Ekonomi Teknik*. Bandung.
 12. P., Degarmo (1997), *Ekonomi Teknik (edisi Indonesia) Prentice-Hall, Inc.* Jakarta .
 13. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990
 14. Susanti, Aprilia (2006). *Regular Training Bangunan Pengolahan Air Minum*. Cisadane.

EVALUASI RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN LINTASAN ATLETIK PROYEK RENOVASI GELORA BUNG KARNO JAKARTA PUSAT

Djoko Subagijo

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

Abstract

The budget plan for a building or project is a calculation of the amount of costs required for materials and wages, as well as other costs related to the implementation of the building or project. There are many jobs in road construction or sports facilities, one of which is athletic track work which consists of earthworks, aggregate layers to lataston work. In the discussion of this research, what will be calculated is the overall work of the athletic track, including the budget for wages and materials that refer to existing regulations. As for the analysis of wage financing and implementation materials that will result in the amount of financing that needs to be issued. Secondary data collection is carried out by the document collection method. In this study, the analysis used is a calculation analysis method that discusses the total needs for materials, tools and work wages. Based on the results of the analysis of the calculation of the budget for the implementation of the athletic track work, which is Rp. 2,637,779,664 with an analysis of the discussion of the efficiency of the Implementation Budget Plan of Rp. 2,454.621,798.

Keywords: *evaluation, budget, plan, cost, renovation*

1. Pendahuluan

Bermula dari *Asian Games* III Tahun 1958 di Tokyo dimana oleh *Asian Games Federation*, Indonesia ditunjuk untuk menjadi penyelenggara *Asian Games* ke IV Tahun 1962. Maka pada saat itu Presiden R.I. Pertama Ir. Soekarno segera menjawab tantangan dengan menentukan lokasi yang tepat untuk perhelatan akbar tersebut, dengan membangun Sarana dan Prasarana Olahraga. Melihat letak geografis dan pengembangan kota Jakarta di kemudian hari, maka pilihan jatuh ke arah selatan yaitu daerah Senayan, yang merupakan batas antara Jakarta Kota dan Satelit Kebayoran Baru. Upacara pembukaan *Asian Games* ke IV tahun 1962 dilaksanakan di Stadion Utama Gelora Bung Karno yang dihadiri oleh lebih dari 110.000 orang. Pada Pidatonya Presiden R.I. Pertama Ir. Soekarno (Bung Karno) mengatakan bahwa peristiwa ini merupakan tonggak sejarah bagi Bangsa Indonesia khususnya dibidang olahraga yang

merupakan bagian dari *Nation and Character Building*, maupun dalam rangka pergaulan dengan bangsa-bangsa lain di dunia. Setahun kemudian dilaksanakan GANEFO (*Games of The New Emergencing Forces*) ke 1 tahun 1963. Dengan selesainya pembangunan Gelanggang Olahraga Bung Karno pada saat itu membuktikan bahwa bangsa Indonesia mampu melaksanakan pembangunan sebuah kompleks olahraga bertaraf internasional yang pada masa itu belum banyak dimiliki oleh Negara maju sekalipun. Seiring dengan perkembangan jaman maka di kompleks Gelora Bung Karno dilaksanakan berbagai pembangunan fasilitas olahraga maupun fasilitas pendukung lainnya.

Kemudian pada hari Jumat 26 Juli 2014, Provinsi DKI Jakarta ditetapkan menjadi tuan rumah *Asian Games* 2018. Keputusan ini diambil dalam pertemuan delegasi Komite Olimpiade Indonesia (KOI) yang dipimpin Ketua Komite Olimpiade Indonesia (KOI), Rita Subowo, dan Presiden Olimpiade Asia (OCA), Sheik Fahad Al-Sabah di

Kuwait. Stadion Utama Gelora Bung Karno (GBK) adalah stadion serbaguna yang disediakan oleh Pemerintah Pusat dalam menyambut event olahraga Internasional, salah satunya adalah pertandingan sepak bola & pertandingan Atletik. Dan salah satu cabang olahraga yang akan dipertandingkan di event Asian games 2018 adalah cabang Atletik sehingga membutuhkan lintasan Atletik berstandar internasional yang di bangun di stadion utama gelora bung karno.

Pada tanggal 12 Agustus 2016, PT. Adhi Karya Tbk-PT. Penta Rekayasa KSO menandatangani kontrak dengan Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat (PUPR) untuk pekerjaan Renovasi Stadion Utama Gelora Bung Karno dengan kontrak Design & Build. Untuk area lintasan Atletik, PT. Adhi Karya Tbk-PT. Penta Rekayasa KSO pada tanggal 20 maret 2017 menunjuk

subkontraktor PT. Murti Cahaya Wirasaba untuk melaksanakan pekerjaan Lintasan Atletik dengan kontrak harga satuan. Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan rangkaian mekanisme kegiatan atau pekerjaan yang rumit, berlapis-lapis dan saling tergantung satu sama lain. Selain itu, sifat pekerjaannya sangat terurai, tebagi-bagi dan terpisah-pisah sesuai karakteristik dan profesi pekerjaanya. Sehingga untuk mewujudkan keterpaduan dan integritas keseluruhan kegiatan hingga menghasilkan suatu bangunan, mutlak diperlukan upaya-upaya koordinasi dan pengendalian secara sistematis.

Salah satu tujuan dari perusahaan konstruksi adalah mendapatkan hasil keuntungan yang maksimal dari pelaksanaan pembangunan proyek dengan cara membuat rencana anggaran. Rencana anggaran ada 2 macam yaitu Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP). Rencana anggaran harus dibuat seefisien mungkin dan dapat dipertanggungjawabkan. Merencanakan sebuah RAB (estimasi biaya) dan RAP yang baik, diperlukan pemahaman yang pasti dan jelas tentang harga satuan pekerjaan untuk setiap jenis

pekerjaan yang ada pada proyek tersebut, upah, dan volume pekerjaan.

Untuk mendapatkan efisiensi biaya pada pembangunan suatu konstruksi dan terpenuhinya target Biaya, Mutu dan Waktu (BMW) maka diperlukan penelitian menyeluruh tentang penyusunan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RABP) yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Hal ini sebagai salah satu langkah awal perencanaan proyek yang sangat mutlak dibutuhkan agar proyek yang akan dibangun tidak boros dan sesuai dengan dana yang tersedia. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan yang dibutuhkan untuk suatu bangunan yang identik tidak selalu sama untuk tempat dan waktu yang berbeda.

2. Metodologi

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah Penelitian Evaluasi, yaitu jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan.

Dalam konteks pembelajaran terdapat istilah evaluasi dan penelitian evaluasi. Kata evaluasi (penilaian) merupakan suatu program biasanya dilakukan pada suatu waktu tertentu atau pada suatu tahap tertentu dengan membandingkan keadaan yang nyata dengan keadaan yang diharapkan dalam program tersebut. Evaluasi merupakan proses membuat penilaian tentang manfaat, nilai, atau keseimbangan program pendidikan. Kegiatan evaluasi biasanya dimulai dengan kebutuhan seseorang untuk mengambil keputusan mengenai kebijakan, manajemen, atau strategi politik.

Penelitian evaluatif pada dasarnya merupakan bagian dari penelitian terapan. Arti evaluatif mmengarah pada sifat dari suatu kegiatan. Dalam hal ini, bagian yang penting dalam suatu evaluasi adalah adanya suatu tujuan atau keadaan yang diharapkan,

dan kemudian tujuan tersebut dinilai dengan melakukan evaluasi. Penilaian dalam evaluasi ini tidak saja menyangkut perubahan yang direncanakan, akan tetapi juga perubahan-perubahan yang tidak direncanakan. Oleh karena itu evaluasi akan dapat dilaksanakan dengan baik apabila dalam program dicantumkan tujuan yang jelas, sehingga mampu mendefinisikan hasil yang diharapkan untuk dicapai melalui kerangka konseptual metodologi pada penelitian evaluasi.

McMillan dan Schumacher (2010) menjelaskan bahwa evaluasi merupakan salah satu penerapan dari penelitian yang digunakan untuk menentukan berhasil atau tidaknya atau apakah ada manfaat/nilai dari suatu program atau kebijakan dalam pendidikan. Penjelasan lainnya menurut Sukmadinata (2009) bahwa evaluasi merupakan kegiatan untuk mengumpulkan informasi tentang bekerjanya sesuatu, yang selanjutnya informasi tersebut digunakan untuk menentukan alternatif yang tepat dalam mengambil keputusan. Fokus evaluasi pada bagian ini adalah program untuk berbagai fenomena, metode, material, organisasi, perorangan, dll. Fungsi utama evaluasi dalam hal ini adalah menyediakan informasi-informasi yang berguna bagi pihak *decision maker* untuk menentukan kebijakan yang akan diambil berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan

Penelitian evaluatif adalah kegiatan penelitian yang sifatnya mengevaluasi suatu kegiatan/program yang bertujuan untuk mengukur keberhasilan suatu kegiatan/program dan menentukan keberhasilan suatu program dan apakah telah sesuai dengan yang diharapkan. Penelitian ini juga diarahkan untuk menilai keberhasilan manfaat, kegunaan, sumbangan dan kelayakan suatu program kegiatan dari suatu unit/lembaga tertentu. Penelitian ini mengacu pada prosedur ilmiah yang

sistematis yang dilakukan untuk mengukur hasil program atau proyek (efektifitas suatu program) sesuai dengan tujuan yang direncanakan atau tidak, dengan cara mengumpulkan, menganalisis dan mengkaji pelaksanaan program yang dilakukan secara objektif. Kemudian merumuskan dan menentukan kebijakan dengan terlebih dahulu mempertimbangkan nilai-nilai positif dan keuntungan suatu program.

2.2 Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

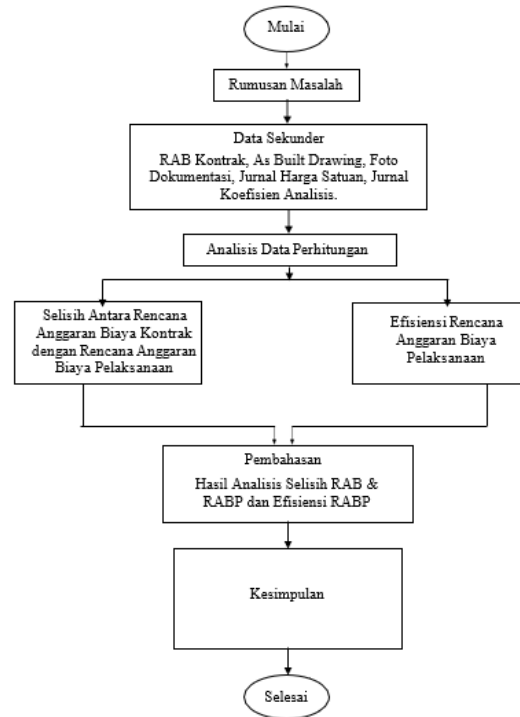
Proses penelitian dimulai dengan kajian terhadap masalah yang akan diteliti, selanjutnya yaitu dengan melakukan pencarian proyek yang akan dijadikan media penerapan masalah. Data yang diperlukan didapat langsung dari dokumen proyek. Setelah itu semua data yang diperlukan diperoleh, maka proses berikutnya adalah mengolah data. Hasil dari pengolahan data analisis dan dibahas untuk kemudian disimpulkan.

Tahapan penyusunan atau kerangka pemikiran ini merupakan rangkaian kegiatan dari awal sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data hingga akhir yaitu berupa kesimpulan dan saran. Tahapan penyusunan meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- a. Tahapan pertama Mulai, yaitu mulai melakukan penelitian di proyek renovasi lintasan atletik stadion Gelora Bung Karno. Dari tahap paling awal yaitu mengajukan permohonan penelitian hingga survey ke lokasi penelitian.
- b. Tahapan kedua Rumusan Masalah, pada tahap ini peneliti menyimpulkan Rumusan Masalah berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di proyek tersebut yang telah di bahas secara detail dan menyeluruh.
- c. Tahapan ketiga data penelitian, yaitu mengumpulkan data penelitian yang

- merupakan sekunder, Yaitu data yang di dptkan dari pihak lain dalam hal ini adalah dari subkontraktor pelaksana PT. Murti Cahaya Wirasaba berupa RAB Kontrak, Gambar *As Built Drawing*, Foto-foto masa pelaksanaan pekerjaan, dan data data lainnya. Selain itu peneliti juga mendapatkan data sekunder dari sumber lain misalnya jurnal harga satuan tahun 2016, Peraturan Menteri PUPR Nomor 28 Tahun 2016 dan semua lampirannya, dan data valid lainnya
- d. Tahapan keempat analisis data, pada tahap ini peneliti menganalisis data-data sekunder diatas yang telah dikumpulkan dengan menggunakan metode analisis data perhitungan sehingga di dapatkan hasil analisis.
 - e. Tahapan kelima Pembahasan, yaitu suatu proses pembahasan hasil analisis secara jelas dan detail dengan menggunakan suatu metode yang telah di siapkan sebelumnya.
 - f. Tahapan Keenam Kesimpulan, Yaitu suatu tahapan akhir dari penelitian ini yang menghasilkan kesimpulan dari pembahasan hasil analisis data penelitian.
 - g. Tahapan Ketujuh, Selesai. Persiapan diatas harus dilakukan secara cermat dan tepat untuk menghindari pekerjaan yang berulang-ulang sehingga tahap penyusunan penelitian menjadi efektif dan efisien.

Kerangka pemikiran penelitian ini dapat digambarkan dengan bagan alir sebagai berikut:



2.3 Metode Penelitian

Metode Penelitian adalah suatu rangkaian atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas suatu permasalahan yang diuraikan menurut suatu tahapan yang berurutan dan sistematis.

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian, data yang dikumpulkan akan digunakan untuk memecahkan masalah yang ada sehingga data tersebut harus benar-benar dapat dipercaya dan akurat. Dalam suatu penelitian ilmiah, metode pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat, dan terpercaya.

Metode pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan cara Metode Pengumpulan Dokumen, yaitu pengambilan data dalam bentuk dokumen tertulis atau elektronik dari

pihak sub kontraktor pelaksana atau pihak pemilik data lainnya.

Data dalam penelitian ini adalah Data Sekunder yaitu Data yang diperoleh dari pihak lain atau data yang sudah ada pada objek penelitian dan peneliti tinggal meminta kepada pihak bersangkutan untuk mendapatkan data tersebut, misalnya:

- a. Data Kontrak
- b. Gambar Kerja (*Shop Drawing*),
- c. RAB Kontrak
- d. Jurnal Harga Satuan
- e. Data statistik, data hasil laboratorium/tes/uji dan lain-lain.

2.3.2 Metode Analisis Data

Dari data-data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan metode analisis data jenis Analisis Perhitungan, yaitu suatu teknik analisis untuk melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan teori dan rumus, Perhitungan dalam bentuk angka/persentase/koefisien. Analisis tersebut digunakan untuk mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan, beberapa analisis data tersebut adalah sebagai berikut:

a. Analisis Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Untuk mulai tahap perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan, maka harus di ketahui terlebih dahulu detail dan rincian dari Rencana Anggaran Biaya Kontrak.

Rencana Anggaran Biaya Kontrak adalah rincian item pekerjaan, Volume, Satuan, harga satuan dan jumlah harga yang tercantum di dalam dokumen kontrak antara PT. Murti Cahaya Wirasaba selaku siubkontraktor dengan PT. Adhi karya selaku kontraktor utama.

Didalam kontrak hanya terdapat harga satuan saja, dan tidak ditemukan adanya Analisis Harga Satuan Pekerjaan. Maka perlu dilakukan Analisis Item pekerjaan yang menguraikan tentang Koefisien Bahan, Upah dan alat dari setiap item pekerjaan yang ada di dalam kontrak yang bersumber dari Analisis Harga Satuan Pekerjaan sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Hal ini dilakukan agar memudahkan ketika memasukan harga bahan, upah, dan alat yang bersumber dari Jurnal Harga Bahan Bangunan edisi Tahun 2017.

b. Analisis Perhitungan Efisiensi Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Analisis ini adalah perhitungan efisiensi yang dapat dilakukan adalah untuk mengoptimalkan dan

meningkatkan keuntungan perusahaan. Efisiensi dilakukan secara menyeluruh baik secara bahan, upah tenaga kerja dan sewa alat.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Pembahasan hasil analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembahasan Selisih Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Kontrak dengan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja dan alat berdasarkan perhitungan analisis-analisis diatas. Harga bahan, upah tenaga kerja dan sewa alat di dapat dari Jurnal Harga Bahan Bangunan edisi Tahun 2017, kemudian dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Pekerjaan.

Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu bangunan/proyek, harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja dipasaran dan lokasi pekerjaan dalam hal ini adalah Propinsi DKI Jakarta. Setelah semua analisis diatas diselesaikan, maka akan di dapatkan daftar harga satuan baru yaitu harga satuan pekerjaan yang sesuai dengan harga pasar di Propinsi DKI Jakarta.

2. Pembahasan Efisiensi Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Dalam perhitungan analisis rencana anggaran biaya pelaksanaan diatas sudah di dapatkan hasil akhir berupa selisih keuntungan/kerugian perusahaan. Langkah yang dapat dilakukan adalah mencari sumber lain dari sumber yang bisa mengirim bahan yang dibutuhkan, sumber penyewaan alat berat maupun kecil, dan sumber mandor untuk upah tenaga kerja.

Setelah di dapatkan beberapa sumber lain yang lebih murah maka akan di masukan kedalam harga bahan, upah dan alat yang telah ada untuk mendapatkan tabel baru berupa Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan yang lebih efisien dari sebelumnya.

3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Data Penilitan

Membangun sebuah sarana olahraga lintasan atletik membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Untuk itu diperlukan perhitungan-perhitungan yang teliti, baik dalam desain sesuai peraturan yang berlaku, jumlah biaya, volume pekerjaan pelaksanaan, maupun harga bahan material, dan upah pekerjaan. Semua itu bertujuan untuk menekan biaya sehingga lebih efisien dan terukur tetapi tetap dalam rambu-rambu peraturan dari federasi atletik dunia.

Setiap stadion seyogyanya memiliki desain serta fungsi bangunan sendiri, ada yang *Field of Play* nya lapangan sepak bola saja ada juga yang di keliling oleh lintasan atletik. hal ini akan mempengaruhi beberapa aspek seperti lokasi pekerjaan, volume

pekerjaan, upah tenaga kerja, harga material, dan lain-lain. Untuk Stadion Utama Gelora Bung Karno, desain Lapangan Bola dikelilingi oleh lintasan atletik. Data yang dikumpulkan dari proyek ini terbatas pada lintasan atletiknya saja.

3.1.1 Rencana Anggaran Biaya Kontrak

Tabel 4.1. Rencana Anggaran Biaya Kontrak

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH (Rp.)
I	PEKERJAAN TANAH				
a	Pembongkaran Gravel & Sub Base Eksisting	M ³	3.447,00	69.179	238.458.951
b	Buang Sisa Bongkaran	M ³	3.447,00	30.304	104.456.902
II	PEKERJAAN STRUKTUR LINTASAN				
A	Area Lintasan Lari dan Lintasan Lompat Jauh				
1	Pekerjaan Perapikan dan Perataan Tanah	M ²	7.187,00	15.506	111.444.933
2	Pemadatan Tanah (per 20 cm)	M ³	1.457,40	49.500	71.151.300
3	Lapisan Geogrid	M ²	4.913,00	55.000	270.215.000
4	Base Course Kelas A tebal 20 cm	M ³	982,60	486.000	477.543.600
5	Prime Coat	M ²	4.913,00	11.410	56.058.041
6	Aspal Lapisan Bawah t = 4 cm	M ²	4.913,00	101.757	499.931.084
7	Aspal Lapisan Atas t = 3 cm	M ²	4.913,00	89.747	440.924.796
B	Area Tembereng Sisi Utara				
1	Lapisan Geogrid	M ²	1.137,08	55.000	62.539.400
2	Base Course Kelas A tebal 20 cm	M ³	227,42	486.000	110.524.176
3	Prime Coat	M ²	1.137,08	11.410	12.974.247
4	Aspal Lapisan Bawah t = 4 cm	M ²	1.137,08	101.757	115.705.744
5	Aspal Lapisan Atas t = 3 cm	M ²	1.137,08	89.747	102.049.006
C	Area setengah lingkaran sisi selatan/tembereng				
1	Lapisan Geogrid	M ²	1.137,08	55.000	62.539.400
2	Base Course Kelas A tebal 20 cm	M ³	227,42	486.000	110.524.176
3	Prime Coat	M ²	1.137,08	11.410	12.974.247
4	Aspal Lapisan Bawah t = 4 cm	M ²	1.137,08	101.757	115.705.744
5	Aspal Lapisan Atas t = 3 cm	M ²	1.137,08	89.747	102.049.006
III	PEKERJAAN KANSTIN				
a	Galian Tanah	M ³	96,00	55.342	5.312.832
b	Pasir Urug	M ³	25,00	346.257	8.656.425
c	Lantai Kerja	M ²	25,00	776.911	19.422.775
d	Kanstin Precast	M ³	1.020,00	144.154	147.037.080
			JUMLAH		3.258.199.444
			PPN 10%		325.819.944
			TOTAL		3.584.019.389
			DIBULATKAN		3.584.010.000

Sumber: Dokumen Kontrak

3.1.2 Item Pekerjaan dan Volume Pekerjaan

Tabel 3.2. Item Pekerjaan & Volume Pekerjaan

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT	VOLUME
I	PEKERJAAN TANAH		
a	Pembongkaran Gravel & Sub Base Eksisting	M ³	3.447,00
b	Buang Sisa Bongkaran	M ³	3.447,00
II	PEKERJAAN STRUKTUR LINTASAN		
A	Area Lintasan Lari dan Lintasan Lompat Jauh		
1	Pekerjaan Perapikan dan Perataan Tanah	M ²	7.187,00
2	Pemadatan Tanah (per 20 cm)	M ³	1.437,40
3	Lapisan Geogrid	M ²	4.913,00
4	Base Course Kelas A tebal 20 cm	M ³	982,60
5	Prime Coat	M ²	4.913,00
6	Aspal Lapisan Bawah t = 4 cm	M ²	4.913,00
7	Aspal Lapisan Atas t = 3 cm	M ²	4.913,00
B	Area Tembereng Sisi Utara		
1	Lapisan Geogrid	M ²	1.137,08
2	Base Course Kelas A tebal 20 cm	M ³	227,42
3	Prime Coat	M ²	1.137,08
4	Aspal Lapisan Bawah t = 4 cm	M ²	1.137,08
5	Aspal Lapisan Atas t = 3 cm	M ²	1.137,08
C	Area setengah lingkaran sisi selatan/tembereng		
1	Lapisan Geogrid	M ²	1.137,08
2	Base Course Kelas A tebal 20 cm	M ³	227,42
3	Prime Coat	M ²	1.137,08
4	Aspal Lapisan Bawah t = 4 cm	M ²	1.137,08
5	Aspal Lapisan Atas t = 3 cm	M ²	1.137,08
III	PEKERJAAN KANSTIN		
a	Galian Tanah	M ³	96,00
b	Pasir Urug	M ³	25,00
c	Lantai Kerja	M ²	25,00
d	Kanstin Precast	M ³	1.020,00

3.1.3 Harga Satuan Upah, Bahan dan Sewa Alat

a. Harga Satuan Upah

NO	KETERANGAN	SAT	HARGA SATUAN
1	Pekerja	OH	130.200
2	Tukang Gali	OH	130.200
3	Kepala Tukang Batu	OH	164.052
4	Tukang Batu	OH	149.730
5	Kepala Tukang Kayu	OH	164.052
6	Tukang Kayu	OH	149.730
7	Kepala Tukang Besi	OH	164.052
8	Tukang Besi	OH	149.730
9	Kepala Tukang Cat	OH	164.052
10	Tukang Cat	OH	149.730
11	Tukang Aspal	OH	130.200
12	Mandor	OH	174.468

Sumber: Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Tahun 2017 (edisi 36)

b. Harga Satuan Bahan

No	Uraian	Harga Satuan	Satuan
A	Jenis Batu		
1	Batu pecah mesin 2/3 cm	277.700	M ³
2	Batu pecah mesin 1/2 cm	277.700	M ³
3	Sirtu	175.000	M ³
4	Abu Batu	266.300	M ³
5	Agregat Kelas A	300.000	M ³
B	Jenis Pasir		
1	Pasang/tras	214.000	M ³
2	Beton	251.000	M ³
3	Urug	210.000	M ³
C	Bata & Semen		
1	Batu bata : Klas 1	850	Bh
2	Semen PC (Tiga Roda): 50 kg	73.000	Zak
		1.460	Kg
D	Bahan Kayu		
1	Kayu Borneo Super: papan	4.340.000	M ³
	: Balok	3.561.000	M ³
2	Kayu Terentang: papan	3.228.000	M ³
	: Balok	3.005.000	M ³

No	Uraian	Harga Satuan	Satuan
3	Kayu Perancah	2.615.000	M ³
4	Dolken kayu 4m'	49.000	btg
5	Kayu penyangga	39.000	btg
6	Triplex 3mm	58.800	lbr
7	Triplex 4mm	69.100	lbr
8	Triplex 6mm	87.600	lbr
E	Besi		
1	Kawat Pengikat/Kawat beton	25.000	kg
2	Besi beton rata-rata	11.200	kg
3	Paku	25.000	kg
F	Bahan atap		
	Bahan atap Seng Gelombang BJLS 28 uk 180x90x0.03	59.000	lbr
	Asbes Gelombang (105 x 300 x 0,4)	119.600	lbr
G	Bahan Pipa		
	Pipa Galvanised 4" - 6 m	142.900	Ml
	Perforated Corrugated Pipe diameter 4"	47.000	m'
	Pipa PVC (AW) 4" - 4m	274.600	btg
H	Standar Ready-Mix		
1	Readymix Beton K.350,	930.000	/m ³
2	Readymix Beton K.300,	914.000	/m ³
3	Readymix Beton K.250,	888.000	m ³
4	Readymix Beton K.225,	851.000	m ³
I	Bahan Bakar dan Pelumas		
	Solar	7.200	litr
	Bensin	7.900	litr
	Oli pelumas	60.000	litr
	Elpiji	8.000	Kg
	Kawat las	99.000	dus
	Residu	28.700	litr
	Minyak Bakar	2.500	litr
	Kerosene	2.500	litr
J	Lain-Lain		
	Geotextille Non Woven 150 gr/m ²	11.500	m ²
	Geogrid	35.000	m ²
	Kanstin	110.000	M
	Aspal	8.350	kg

Sumber: Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Tahun 2017 (edisi 36)

3.2 Analisis Data

3.2.1 Analisis Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

a. Pekerjaan tanah

Pembongkaran gravel & sub base eksisting

Metode Pelaksanaan pekerjaan ini adalah dengan membongkar gravel existing menggunakan alat berat yaitu excavator

PC 200. Analisis untuk pekerjaan bongkaran gravel existing ini sama dengan pekerjaan galian tanah biasa <1m karena ketebalan lapisan yg di bongkar adalah sekitar 48cm. Analisisnya adalah sebagai berikut:

1 M³ Pekerjaan Menggali dengan Excavator dan material dimuat ke DT (TM.02.a)

Buang sisa bongkaran

Metode pelaksanaan pekerjaan ini adalah membuang hasil galian gravel existing ke lokasi yang sudah di tentukan atau sesuai petunjuk Main Kontraktor. Metode angkut menggunakan Kendaraan Dump Truck. Analisisnya adalah sebagai berikut:

1 M³ Pekerjaan Buang hasil galian menggunakan DT sejauh 10 KM (TM.02.b.1)

3.3 Pembahasan Hasil Analisis

3.3.1 Selisih Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Kontrak dengan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan.

Untuk mendapatkan selisih perhitungan harga antara RAB kontrak dengan RAB Pelaksanaan maka harus di hitung rincian biaya pelaksanaan masing-masing item pekerjaan menggunakan harga pasar sehingga dihasilkan biaya pelaksanaan yang tepat dan akurat. Rumus yang digunakan adalah:

Volume Pekerjaan x Harga Satuan = Jumlah Harga

Dimana:

Volume Pekerjaan = Sesuai RAB yang tertuang di dalam kontrak

Harga Satuan = Sesuai Analisis Bahan, Upah, dan Alat yang bersumber dari harga pasar atau jurnal harga tahun 2017

Jumlah Harga = Total harga pelaksanaan item pekerjaan

Setelah didapatkan nilai total harga pelaksanaan item pekerjaan, Langkah selanjutnya adalah menjumlahkan secara keseluruhan nilai total pelaksanaan semua item pekerjaan tersebut agar di dapatkan *Grand Total Nilai Pelaksanaan Pekerjaan*

Rumusnya sebagai berikut:
Total Nilai RAB Kontrak (*Exclude PPN*)-
Total Nilai RABP

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisis Perhitungan dan pembahasan yang telah di lakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan yang dibutuhkan oleh kontraktor Pekerjaan Renovasi Lintasan Atletik Stadion Utama Gelora Bung Karno adalah Rp. 2.637.779.664, atau sekitar 80,96% dari nilai Kontrak. Maka estimasi keuntungan kontraktor pelaksana adalah Rp. 620.419.780 atau sekitar 19,04%
- b. Efisiensi RABP yang dapat dilakukan dengan mencari sumber tenaga kerja dan vendor material *geogrid*, menghasilkan nilai RABP yang baru adalah Rp. 2.454.621.798 atau sekitar 93,06% dari nilai RABP awal. Estimasi biaya pelaksanaan yang dapat di efisienkan senilai Rp.183.157.866 atau sekitar 7,94%.

4.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dari hasil evaluasi yang telah dilakukan adalah dengan memperbanyak sumber tenaga kerja atau mandor baru dan sumber material baik material alam atau pun material jadi.

5. Daftar Pustaka

1. Ashworth, Allan, (1994). *Perencanaan Biaya Bangunan*. Jakarta:Gramedia Pustaka
2. Bachtiar Ibrahim, (2009). *Rencana dan estimate Real of Cost*. Jakarta:Bumi Aksara
3. Dipohusodo, Istimawan.(1996). *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Jogjakarta:Kanisius
4. Djoyowirono. (1994). *Manajemen Konstruksi*. Jakarta:Bumi Aksara
5. Indonesia. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/Prt/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan*. Jakarta:Author
6. Indonesia. Sekretariat Negara, (2010). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2010 Tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*. Jakarta:Author
7. Indonesia. Badan Pemeriksa Keuangan (2017). *Pengaturan, Kriteria Dan Persyaratan Dalam Pekerjaan Konstruksi Terintegrasi Rancang Dan Bangun (Design And Build)*. Jakarta:Author
8. John W. Niron (1992). *Pedoman Praktis Anggaran dan Borongan Rencana Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta:Asona
9. *Jurnal Harga satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior*. Edisi 36,(2017). Jakarta: Pandu Bangun Persada Nusantara
10. Kantun, S. (2017). *Penelitian Evaluatif Sebagai Salah Satu Model Penelitian Dalam Bidang Pendidikan*. Jember
11. *Metode Pelaksanaan Pekerjaan Lintasan Atletik (2017)*. Jakarta:PT. Murti Cahaya Wirasaba
12. Mukomoko, I. J. (1982). *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta:Kurnia Es

REVIEW PELAKSANAAN PEKERJAAN KOLOM STRUKTUR BANGUNAN MEKANIK DITINJAU DARI EFISIENSI BIAYA DAN EFEKTIVITAS WAKTU PADA PROYEK *WORKSHOP* CILEUNGSI JAWA BARAT

Jujuk Kusumawati

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

Abstract

The Cileungsi – West Java Road and Workshop Building Construction Project has an area of 22,003 m² with several buildings located on Jl. Narogong Block A-3, Cileungsi Kidul, Bogor Regency - West Java. This development project will build parking access roads for heavy equipment and several buildings, one of which is a mechanical building which has 3 different types of columns in the column structure. The column structure in this project uses the cast method in place which consists of several stages of work, namely, iron work, fc'25 concrete work, formwork work to concrete curing work.

In calculating time, starting from production capacity, productivity, duration and scheduling of each job, this is done using the PERT (Program Evaluation and/or Review Technique) method.

Based on the results of the analysis, it is obtained that the implementation cost budget plan for the structural column work in this project is Rp. 42,876,384 (Forty Two Million Eight Hundred Seventy Six Thousand Three Hundred Eighty Four Rupiah). With the results of the analysis of the duration of the work on the structural column for 18 days.

Keywords: *review, column, structure, cost, time,*

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi, perkembangan dunia konstruksi semakin pesat, baik dalam segi teknologi, kapasitas proyek, maupun dana yang diperlukan dan diserap untuk proyek-proyek tersebut. Perkembangan jasa konstruksi di Indonesia ditandai dengan banyaknya proyek berskala besar yang dibangun oleh pemerintah maupun swasta. Fakta ini merupakan peluang dan tantangan bagi masyarakat dunia usaha, khususnya usaha jasa konstruksi

Pada pembangunan sebuah gedung, rencana anggaran biaya dihitung sebelum pelaksanaan konstruksi bangunan dimulai. Hal tersebut terkait dalam pemilihan desain dan bahan yang digunakan dalam perencanaan konstruksi bangunan gedung itu sendiri. Rencana anggaran biaya proyek bangunan gedung disusun seoptimal dan seefisien mungkin dengan mutu dan kualitas yang tetap terjamin sesuai dengan standar yang berlaku. Konstruksi bangunan gedung itu sendiri terdiri atas beberapa item pekerjaan penting yang memiliki fungsi yang berbeda, bahkan beberapa

di antaranya memiliki fungsi yang saling berkaitan dengan item pekerjaan lain. Dimana salah satu bagian terpenting pada bangunan tersebut adalah kolom struktur, yang fungsinya sangat berpengaruh terhadap item pekerjaan lainnya. Kolom struktur merupakan batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari struktur balok lalu dilanjutkan ke pondasi.

Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom juga termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Dilihat dari fungsi yang sangat penting tersebut, maka pembuatannya harus sangat optimal dan efisien, dan diperlukan analisis rancangan anggaran biaya yang tepat dan sesuai agar bangunan kokoh tahan lama.

Untuk mendapatkan efisiensi biaya pada pembangunan suatu konstruksi, maka diperlukannya evaluasi tentang analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB). Perencanaan anggaran

biaya proyek sebagai salah satu langkah awal perencanaan proyek sangat mutlak dibutuhkan agar proyek yang akan dibangun tidak boros dan sesuai dengan dana yang tersedia. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk suatu bangunan yang identik tidaklah persis untuk tempat dan waktu yang berbeda

2. Metodologi

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian *review*. Dimana penelitian *review* itu bertujuan untuk mengetahui nilai *variable* mandiri, baik satu *variable* atau lebih (*independent*) tanpa membuat perbandingan dengan *variable* yang lain. Jenis penelitian ini digunakan karena pada pekerjaan struktur kolom dilakukan secara sistematis, terstruktur dan terperinci. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini fokus pada penggunaan angka, rumus dan tabel yang digunakan untuk menampilkan hasil data baik pada RAB yang dibutuhkan maupun durasi waktu yang diperlukan sampai dengan pekerjaan selesai.

Setelah mengetahui jenis penelitian ini, maka metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metodologi kuantitatif dengan melakukan analisis biaya dan waktu dalam pekerjaan kolom struktur.

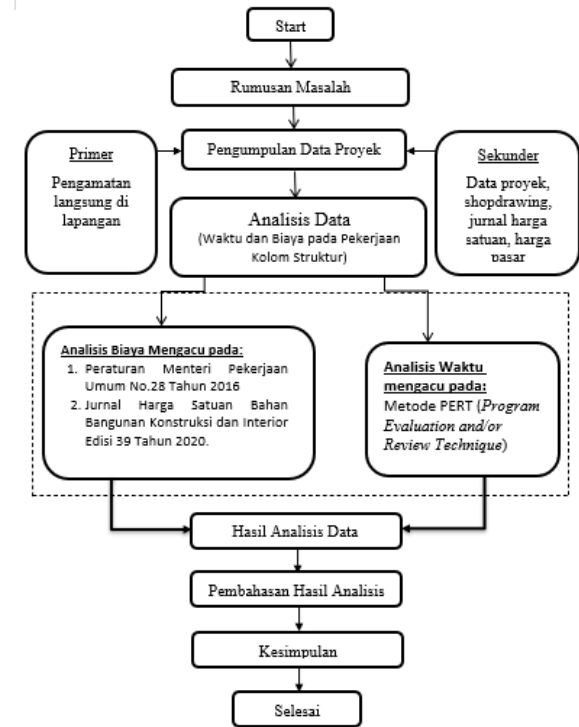
2.2 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan suatu konsep yang menjelaskan secara garis besar mengenai suatu penelitian. Dalam sebuah penelitian diperlukan adanya kerangka pemikiran untuk mempermudah penyusunan penelitian. Dalam kerangka pemikiran terdapat variabel yang merupakan objek dari penelitian.

Secara garis besar kerangka pemikiran pada penelitian ini dimulai dari rumusan masalah, setelah itu dilakukan pengumpulan data. Setelah data didapat dilanjut dengan melakukan analisis terhadap data tersebut. Selanjutnya hasil analisis data tersebut dilakukan pembahasan, sampai

didapat kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan analisis data.

Secara garis besar digambarkan pada diagram alir dibawah ini:



(Sumber: Data Penelitian, 2021)

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan Data Pada tahap ini, akan dilakukan pengumpulan data pelaksanaan yang dibutuhkan selama proses penelitian. Berdasarkan sumbernya, data penelitian dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder, adalah sebagai berikut:

- a. Data Primer
Data yang diperoleh/dibuat oleh Peneliti itu sendiri dan digunakan atau untuk dianalisis dan juga dalam pembahasan. Sebagai contoh: Data observasi

lapangan, data wawancara, data riset/test Laboratorium, perhitungan-perhitungan struktur, dll. Data primer dalam penelitian ini, teknik yang dapat digunakan peneliti adalah melakukan pengamatan langsung dilapangan mengenai pelaksanaan dari pekerjaan struktur kolom.

b. Data Sekunder

Data yang diperoleh/dibuat bukan oleh Peneliti itu sendiri melainkan oleh pihak lain yang digunakan atau untuk dianalisis dan juga dalam pembahasan.

Sebagai contoh: Data Penyelidikan Tanah/Soil Test, Data Curah Hujan, Data Amdal, Data sekunder dalam penelitian ini, seperti *Shop Drawing*, *Bar Chart Time Schedule*, Data Proyek, Jurnal harga satuan, harga pasar, Dokumentasi dll.

2.3.2 Metode Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu analisis terhadap rencana anggaran biaya yang diperlukan serta analisis data terhadap waktu yang dibutuhkan dalam pekerjaan kolom struktur bangunan mekanik, dengan menggunakan metode sebagai berikut:

a. Metode Analisis Biaya

Dalam Analisis perhitungan biaya, untuk mengetahui harga – harga material, upah pekerja, serta penyewaan alat berat, penelitian ini mengacu pada Jurnal Harga Satuan Bahan Dan Upah Edisi Tahun 2020 sesuai dengan daerah proyek yang diteliti. Setelah menghitung koefisien pada masing – masing pekerjaan kolom maka langkah selanjutnya yaitu menentukan harga bahan, upah, dan alat yang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.28 Tahun 2016.

b. Metode Analisis Waktu

Dalam analisis perhitungan waktu, penelitian ini menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and/or Review Technique*). PERT merupakan

suatu model jaringan yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan sebuah proyek atau pekerjaan melalui pemetaan waktu penyelesaian kegiatan yang acak. PERT juga merupakan sebuah metode manajemen waktu yang akurat atas setiap aktivitas dalam proyek.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Setelah melakukan analisis data maka langkah selanjutnya adalah penyajian hasil analisis yang sudah dibahas, dengan maksud untuk memecahkan permasalahan, yang akan dibahas dalam bentuk uraian dan tabel.

Metode pembahasan hasil analisis data terhadap biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan kolom struktur, akan dibuat uraian dan tabel hitungan. Begitupun dengan metode pembahasan analisis terhadap waktu, juga berupa uraian, tabel dan diagram dengan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and/or Review Technique*).

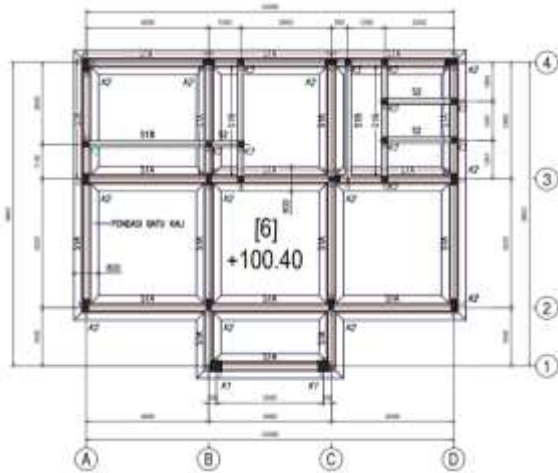
3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Data Penelitian

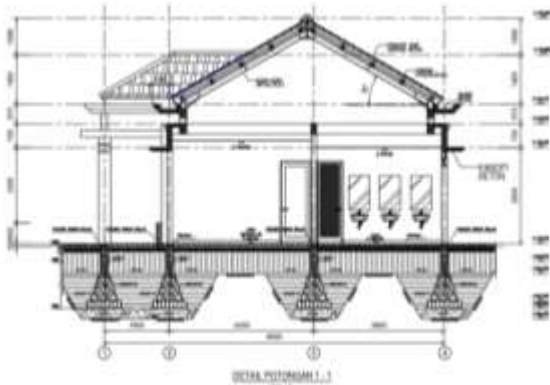
Data Penelitian pada pembahasan ini menggunakan data primer dan data sekunder yang diperoleh langsung dari kontraktor Proyek Pembangunan Jalan dan Gedung *Workshop* Cileungsi-Jawa Barat.

Data primer dalam penelitian ini berupa pengamatan langsung dilapangan mengenai pelaksanaan dari pekerjaan struktur kolom. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini, seperti *Shop Drawing*, *Bar Chart Time Schedule*, Data Proyek, Jurnal harga satuan, harga pasar, Dokumentasi dll.

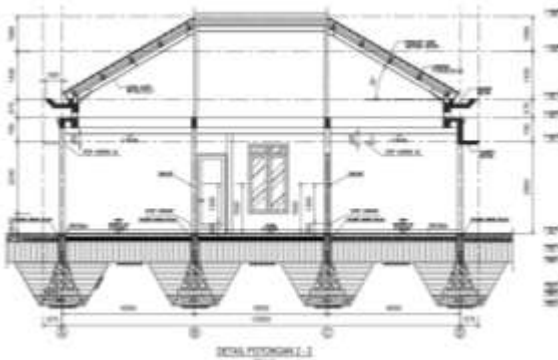
3.1.1 Gambar Rencana Kolom Struktur



Gambar 3.1. Denah Kolom Struktur Bangunan Mekanik



Gambar 3.2. Detail Potongan Kolom 1-1



Gambar 3.3. Detail Potongan Kolom 2-2

3.1.2 Item Pekerjaan Kolom Struktur

TIPE	K1	K2	K3
Penampang			
BDO	Ø 200/200	Ø 150/150	Ø 200/200
Tulangan Utama	12D13	8D13	4D13
Sengkang	Ø8-100	Ø8-75	Ø8-100

Gambar 3.4. Detail Penulangan Kolom

Pada pekerjaan kolom struktur bangunan mekanik, terdapat 3 (tiga) jenis kolom dengan ukuran yang berbeda. Dengan volume masing – masing kolom berbeda juga. Adapun *item* pekerjaan yang ditinjau pada pekerjaan kolom mekanik bangunan struktur meliputi:

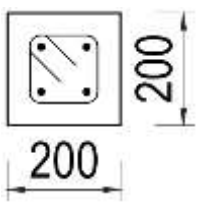
- a. Pekerjaan Kolom Beton
 - Pekerjaan Pembesian
 - Pekerjaan Beton Fc'25 Mpa
 - Bekisting (Pemasangan dan Pembongkaran)
 - Curing Beton
- b. Penyewaan Alat
 - Sewa *vibrator* beton
 - Sewa *concrete pump*

3.1.3 Perhitungan Volume Pekerjaan Kolom Struktur

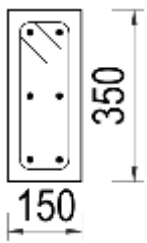
1. Volume Pekerjaan Pembesian Kolom

TIPE	KOLOM BETON
Penampang	
Dimensi	Ø350x350
Tulangan Utama	12D13
Sengkang	Ø8-100
Mutu Beton	Fc' 25 MPA

Gambar 3.5. Detail Penulangan Kolom Tipe 1
(Sumber: Data Penelitian, 2021)

TIPE	KOLOM BETON
Penampang	
Dimensi	Ø200x200
Tulangan Utama	4D13
Sengkang	Ø8-100
Mutu Beton	Fc' 25 MPA


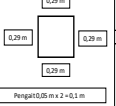
Gambar 4.6. Detail Penulangan Kolom Tipe 2
(Sumber: Data Penelitian, 2021)

TIPE	KOLOM BETON
Penampang	
Dimensi	Ø150x350
Tulangan Utama	6D13
Sengkang	Ø8-75
Mutu Beton	Fc' 25 MPA

Gambar 4.7. Detail Penulangan Kolom Tipe 3
(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Detail kolom seperti gambar diatas dengan 3 (tiga) tipe yang berbeda, tentunya akan menghasilkan volume yang berbeda. Berikut perhitungan pembesian kolom beton dapat dilihat pada tabel dibawah ini:


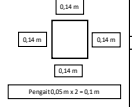
Tabel 3.1. Perhitungan kebutuhan besi kolom tipe 1 (K1)

TU (Tulangan Utama)	12D13		Paranjang /kolom	Paranjang /kolom	Berat Besi per meter	Berat Per Kolom	Jumlah Kolom	Berat Keseluruhan	Total Berat TU-TS
			m	m	kg	kg	Bh	kg	kg
			4.62	55.44	1.04	57.75	2	115.5	158.30
TS (Tulangan Sengkang)	Ø8-100		Paranjang Tbh Sengkang	Jumlah Sengkang kolom	Paranjang besi sengkang /kolom	Berat Besi per meter	Berat Per kolom	Berat Keseluruhan	
			m	tbh	m	kg	kg	kg	
			1.26	43	0.40	21.40	42.80		

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada perhitungan kebutuhan besi kolom tipe 1 (Tabel 3.1) diatas, dapat dilihat kebutuhan tulangan utama untuk panjang 1 tulangan 4.62 m, pada 1 kolom dibutuhkan 12 buah tulangan utama D13 mm. Maka panjang total tulangan 4.88 m dikalikan 12 buah hasilnya 55.44 m. Untuk menghitung berat tulangan 55.44 m dikalikan dengan berat jenis besi D13 mm 1,04 kg/m maka hasilnya adalah 57.75 kg untuk berat 1 kolom, pada bangunan mekanik memiliki 2 buah tiang kolom tipe 1 (K1), maka 57.75 kg dikalikan dengan 2 kolom dan ditemukan hasil 115.5 kg untuk tulangan utama. Demikian juga dengan tulangan sengkang untuk kolom dengan tinggi 4.12 m dibutuhkan 43 buah sengkang, panjang 1 sengkang adalah 1.26 m, maka panjang total sengkang dalam 1 kolom adalah 43 buah dikalikan 1.26 m yang hasilnya 54.18 m, kemudian dikalikan dengan berat besi polos diameter 8 yaitu 0,40 kg/m dan hasilnya 21.40 kg berat sengkang per kolom, jumlah kolom tipe 1 (K1) bangunan mekanik yakni 2 buah tiang kolom maka dikalikan dengan berat besi sengkang 21.40 kg, maka hasilnya 42.80 kg, setelah itu didapat kebutuhan berat tulangan utama dan tulangan sengkang dengan menghitung 115.5 kg ditambah dengan 42.80 kg maka hasilnya adalah 158.30 kg untuk pekerjaan pembesian kolom beton tipe 1 (K1) pada bangunan mekanik


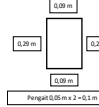
Tabel 3.2. Perhitungan kebutuhan besi kolom tipe 2 (K2)

Tabel Perhitungan Pembesian Kolom Beton 2									
TU (Tulangan Utama)	4D13		Parang	Parang /kolom	Berat Besi per m	Berat Per Kolom	Jumlah Kolom	Berat Keseluruhan	Total Berat TU+TS
			m	m	kg	kg	Bh	kg	
			4.88	19.52	1.04	20.33	12	244	384.78
TS (Tulangan Senggang)	Ø8-100		Parang tsh Senggang	Jumlah Senggang /kolom	Parang besi sengkang /kolom	Berat Besi per meter	Berat Per kolom	Berat Keseluruhan	
			m	bh	m	kg	kg	kg	
			0.66	45	29.7	0.40	11.73	140.78	

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada perhitungan kebutuhan besi kolom tipe 2 (Tabel 3.2) diatas, dapat dilihat kebutuhan tulangan utama untuk panjang 1 tulangan 4.88 m, pada 1 kolom dibutuhkan 4 buah tulangan utama D13 mm. Maka panjang total tulangan 4.88 m dikalikan 4 buah hasilnya 19.52 m. Untuk menghitung berat tulangan 19.52 m dikalikan dengan berat jenis besi D13 mm 1,04 kg/m maka hasilnya adalah 20.33 kg untuk berat 1 kolom, pada bangunan mekanik memiliki 12 buah tiang kolom tipe 2 (K2), maka 20.33 kg dikalikan dengan 12 kolom dan ditemukan hasil 244 kg untuk tulangan utama. Demikian juga dengan tulangan sengkang untuk kolom dengan tinggi 4.32 m dibutuhkan 45 buah sengkang, panjang 1 sengkang adalah 0.66 m, maka panjang total sengkang dalam 1 kolom adalah 45 buah dikalikan 0.66 m yang hasilnya 29.7 m, kemudian dikalikan dengan berat besi polos diameter 8 yaitu 0,40 kg/m dan hasilnya 11.73 kg berat sengkang per kolom, jumlah kolom tipe 2 (K2) bangunan mekanik yakni 12 buah tiang kolom maka dikalikan dengan berat besi sengkang 11.73 kg, maka hasilnya 140.78 kg, setelah itu didapat kebutuhan berat tulangan utama dan tulangan sengkang dengan menghitung 244 kg ditambah dengan 140.78 kg maka hasilnya adalah 384.78 kg untuk pekerjaan pembesian kolom beton tipe 2 (K2) pada bangunan mekanik.

Tabel 3.3. Perhitungan kebutuhan besi kolom tipe 3 (K3)

Tabel Perhitungan Pembesian Kolom Beton Tipe 3									
TU (Tulangan Utama)	6D13		Parang	Parang /kolom	Berat Besi per m	Berat Per Kolom	Jumlah Kolom	Berat Keseluruhan	Total Berat TU+TS
			m	m	kg	kg	Bh	kg	
			1.34	8.04	1.04	8.38	12	100.50	169.80
TS (Tulangan Senggang)	Ø8-75		Parang tsh Senggang	Jumlah Senggang /kolom	Parang besi sengkang /kolom	Berat Besi per meter	Berat Per kolom	Berat Keseluruhan	
			m	bh	m	kg	kg	kg	
			0.86	17	14.62	0.40	5.77	69.30	

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada perhitungan kebutuhan besi kolom tipe 3 (Tabel 3.3) diatas, dapat dilihat kebutuhan tulangan utama untuk panjang 1 tulangan 1.34 m, pada 1 kolom dibutuhkan 6 buah tulangan utama D13 mm. Maka panjang total tulangan 1.34 m dikalikan 6 buah hasilnya 8.04 m. Untuk menghitung berat tulangan 8.04 m dikalikan dengan berat jenis besi D13 mm 1,04 kg/m maka hasilnya adalah 8.38 kg untuk berat 1 kolom, pada bangunan mekanik memiliki 12 buah tiang kolom tipe 3 (K3), maka 8.38 kg dikalikan dengan 12 kolom dan ditemukan hasil 100.50 kg untuk tulangan utama. Demikian juga dengan tulangan sengkang untuk kolom dengan tinggi 1.14 m dibutuhkan 17 buah sengkang, panjang 1 sengkang adalah 0.86 m, maka panjang total sengkang dalam 1 kolom adalah 17 buah dikalikan 0.86 m yang hasilnya 14.62 m, kemudian dikalikan dengan berat besi polos diameter 8 yaitu 0,40 kg/m dan hasilnya 5.77 kg berat sengkang per kolom, jumlah kolom tipe 3 (K3) bangunan mekanik yakni 12 buah tiang kolom maka dikalikan dengan berat besi sengkang 5.77 kg, maka hasilnya 69.30 kg, setelah itu didapat kebutuhan berat tulangan utama dan tulangan sengkang dengan menghitung 100.50 kg ditambah dengan 69.30 kg maka hasilnya adalah 169.80 kg untuk pekerjaan pembesian kolom beton tipe 3 (K3) pada bangunan mekanik.

Tabel 3.4. Total Perhitungan Kebutuhan Besi Tulangan Kolom

	K1	K2	K3
Tulangan Utama	115.5	244	100.50
Tulangan Senggang	42.80	140.78	69.30
Total Kebutuhan Besi	158.30	384.78	169.80
Total Keseluruhan	712.88		

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.4) diatas dapat dilihat kebutuhan besi tulangan untuk pekejaan pembesian kolom struktur pada bangunan mekanik adalah 712.88 kg.

2. Volume Pekerjaan Kolom Beton Fc' 25 Mpa

Tabel 3.5. Perhitungan Kebutuhan Beton K1

Volume Beton Fc' 25 Mpa (Kolom Tipe 1 / K1)						
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Jumlah kolom (bh)	Keseluruhan Kolom (m ³)
0.35	0.35	4.12	0.1225	0.5047	2	1.01

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.5) dapat dilihat dimensi pada kolom tipe 1 (K1) yakni 0.35 m x 0.35 m dengan ketinggian 4.12 m, maka dari itu dapat dihitung dengan rumus ($Vol = P \times L \times T$) atau volume beton ($0.35 \text{ m} \times 0.35 \text{ m} \times 4.12 \text{ m} = 0.5047 \text{ m}^3$) dalam 1 tiang kolom. Jika kolom tipe 1 (K1) terdapat 2 buah tiang kolom maka ($0.5047 \text{ m}^3 \times 2 = 1.01 \text{ m}^3$) maka volume beton Fc' 25 Mpa yang dibutuhkan kolom tipe 1 (K1) bangunan mekanik ialah 1.01 m^3

Tabel 3.6. Perhitungan Kebutuhan Beton K2

Volume Beton Fc' 25 Mpa (Kolom Tipe 2 / K2)						
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Jumlah kolom (bh)	Keseluruhan Kolom (m ³)
0.15	0.35	4.32	0.0525	0.2268	12	2.72

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.6) dapat dilihat dimensi pada kolom tipe 2 (K2) yakni 0.15 m x 0.35 m dengan ketinggian 4.32 m, maka dari itu dapat dihitung dengan rumus ($Vol = P \times L \times T$) atau volume beton ($0.15 \text{ m} \times 0.35 \text{ m} \times 4.32 \text{ m} =$

0.2268 m^3) dalam 1 tiang kolom. Jika kolom tipe 2 (K2) terdapat 12 buah tiang kolom maka ($0.2268 \text{ m}^3 \times 12 = 2.72 \text{ m}^3$) maka volume beton Fc' 25 Mpa yang dibutuhkan kolom tipe 2 (K2) bangunan mekanik ialah 2.72 m^3

Tabel 3.7. Perhitungan Kebutuhan Beton K3

Volume Beton Fc' 25 Mpa (Kolom Tipe 3 / K3)						
Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Jumlah kolom (bh)	Keseluruhan Kolom (m ³)
0.2	0.2	1.14	0.04	0.0456	12	0.55

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.7) dapat dilihat dimensi pada kolom tipe 3 (K3) yakni 0.20 m x 0.20 m dengan ketinggian 1.14 m, maka dari itu dapat dihitung dengan rumus ($Vol = P \times L \times T$) atau volume beton ($0.20 \text{ m} \times 0.20 \text{ m} \times 1.14 \text{ m} = 0.0456 \text{ m}^3$) dalam 1 tiang kolom. Jika kolom tipe 3 (K3) terdapat 12 buah tiang kolom maka ($0.0456 \text{ m}^3 \times 12 = 0.55 \text{ m}^3$) maka volume beton Fc' 25 Mpa yang dibutuhkan kolom tipe 3 (K3) bangunan mekanik ialah 0.55 m^3

Tabel 3.8. Total Perhitungan Kebutuhan Beton Kolom

	K1	K2	K3
Kebutuhan Beton	1.01	2.72	0.55
Total Keseluruhan	4.28		

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.8) diatas dapat dilihat kebutuhan beton untuk pekejaan pengecoran kolom struktur pada bangunan mekanik adalah 4.28 m^3

3. Volume Pekerjaan Bekisting Kolom Beton

Tabel 3.9. Perhitungan Volume Bekisting K1

Volume Bekisting Kolom K1								
Panjang (m)	Lebar (m)	Panjang x 2 sisi (m)	Lebar x 2 sisi (m)	Tinggi (m)	Volume perkolom (m ²)	Jumlah Kolom (bh)	Total keseluruhan (m ²)	3x Pakai (m ²)
0.35	0.35	0.7	0.7	4.12	5.768	2	11.536	3.85

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.9) diatas dapat dilihat menghitung volume bekisting kolom dengan dimensi panjang 0.35 m x 0.35 m dan tinggi 4.12 m, dengan menjumlah total sisi dan dikalikan dengan tinggi kolom, volume bekisting $(0.35\text{ m} + 0.35\text{ m} + 0.35\text{ m} + 0.35\text{ m}) \times 4.12\text{ m} = 5.76\text{ m}^2$ kemudian dikalikan 2 tiang kolom maka hasilnya 11.536 m^2 dengan asumsi bekisting tersebut dapat digunakan sebanyak 3 kali, maka pada kolom K1 memerlukan pemakaian bekisting sebesar 3.85 m^2

Tabel 3.10. Perhitungan Volume Bekisting K2

Volume Bekisting Kolom K2								
Parjang (m)	Lebar (m)	Parjang x2 sisi (m)	Lebar x2 sisi (m)	Tinggi (m)	Volume perkolom (m ²)	Jumlah Kolom (bh)	Total keseluruhan (m ²)	3x Pakai (m ²)
0.15	0.35	0.3	0.7	4.32	4.32	12	51.84	17.28

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 4.10) diatas dapat dilihat menghitung volume bekisting kolom dengan dimensi panjang 0.15 m x 0.35 m dan tinggi 4.32 m, dengan menjumlah total sisi dan dikalikan dengan tinggi kolom, volume bekisting $(0.15\text{ m} + 0.15\text{ m} + 0.35\text{ m} + 0.35\text{ m}) \times 4.32\text{ m} = 4.32\text{ m}^2$ kemudian dikalikan 2 tiang kolom maka hasilnya 51.84 m^2 dengan asumsi bekisting tersebut dapat digunakan sebanyak 3 kali, maka pada kolom K2 memerlukan pemakaian bekisting sebesar 17.28 m^2

Tabel 3.11. Perhitungan Volume Bekisting K3

Volume Bekisting Kolom K3								
Parjang (m)	Lebar (m)	Parjang x2 sisi (m)	Lebar x2 sisi (m)	Tinggi (m)	Volume perkolom (m ²)	Jumlah Kolom (bh)	Total keseluruhan (m ²)	3x Pakai (m ²)
0.2	0.2	0.4	0.4	1.14	0.912	12	10.944	3.65

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.11) diatas dapat dilihat menghitung volume bekisting kolom dengan dimensi panjang 0.20 m x 0.20 m dan tinggi 1.14 m, dengan menjumlah total sisi dan dikalikan dengan Pada (Tabel 4.11) diatas dapat dilihat menghitung volume bekisting kolom dengan dimensi panjang 0.20 m x 0.20 m dan tinggi 1.14 m, dengan menjumlah total sisi dan dikalikan dengan tinggi kolom, volume bekisting $(0.20\text{ m} + 0.20\text{ m} + 0.20\text{ m} + 0.20\text{ m}) \times 1.14\text{ m} = 0.912\text{ m}^2$ kemudian dikalikan 2 tiang kolom maka hasilnya 10.944 m^2

dengan asumsi bekisting tersebut dapat digunakan sebanyak 3 kali, maka pada kolom K3 memerlukan pemakaian bekisting sebesar 3.65 m^2

Tabel 4.12. Total Perhitungan Volume Bekisting

	K1	K2	K3
Kebutuhan Bekisting	3.85	17.28	3.65
Total Keseluruhan	24.77		

Pada (Tabel 4.12) dapat dilihat kebutuhan bekisting untuk pekejaan kolom struktur bangunan mekanik adalah 24.277 m^2

3.1.4 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Kolom Struktur

Tabel 4.14. Rekapitulasi Pekerjaan Kolom

Rekapitulasi Volume Pekerjaan Kolom		
Pekerjaan	Satuan	Volume
Besi Beton	Kg	712.88
Beton Fc' 25 Mpa	M3	4.28
Bekisting	M2	24.77
Sewa Alat		Satuan
Sewa Concrete Pump Standar dibawah 20 Meter	Unit	1
Sewa Vibrator Beton	Unit	2

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 3.14) dapat dilihat rekapitulasi volume pekerjaan kolom struktur pada bangunan mekanik, volume tersebut nantinya sebagai acuan dalam menghitung biaya pekerjaan pada masing – masing *item* pekerjaan.

3.2 Analisis Data

Setelah data-data diperoleh maka selanjutnya data tersebut dianalisis, dimulai dari menganalisis volume pekerjaan kolom struktur, item pekerjaan, rekapitulasi anggaran biaya yang dibutuhkan, sampai dengan durasi waktu yang diperlukan hingga pekerjaan selesai.

Analisis data terhadap biaya yang dibutuhkan dengan cara me-review item pekerjaan, perhitungan volume kembali dengan acuan gambar *shopdrawing*, serta menghitung biaya dengan harga satuan yang berlaku. Sedangkan analisis data terhadap waktu yang diperlukan dengan menggunakan metode PERT (*Program Evaluation and/or Review Technique*).

3.2.1 Analisis Perhitungan Biaya

1. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Kolom Beton

a. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pembesian

Tabel 4.18. Harga Satuan Pekerjaan Pembesian

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
Tenaga Kerja					
	Pekerja	OH	0,070	Rp. 162.643	Rp. 11.385
	Tukang Besi	OH	0,070	Rp. 171.729	Rp. 12.021
	Kepala Tukang	OH	0,007	Rp. 187.676	Rp. 1.314
	Mandor	OH	0,004	Rp. 199.274	Rp. 797
Bahan					
	Besi Beton (Pols/Ulin)	Kg	10.500	Rp. 20.700	Rp. 217.350
	Kawat Beton	Kg	0.150	Rp. 29.000	Rp. 4.350
Peralatan					
					Jumlah Harga Rp. 247.217
					Total Harga Satuan Pekerjaan Besi Per 1 Kg Rp. 24.722
					Overhead & Profit 10 % Rp. 2.472
					Total Harga Rp. 27.194

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Analisis harga satuan pekerjaan pembesian pada kolom struktur pada penelitian ini mengacu pada (Tabel 4.18), pada tabel di jelaskan satuan harga pekerjaan pembesian per 10 kg adalah Rp. 247.217, dan untuk menghitung pekerjaan pembesian perkilogram adalah Rp. 271.940 (sudah termasuk profit 10%) / 10 Kg = Rp. 27.194 perkilogram.

b. Analisis Harga Satuan Beton Readymix Fc'25 Mpa

Tabel 3.19. Harga Satuan Pekerjaan Beton *readymix*

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
Tenaga Kerja					
	Pekerja	OH	1,000	Rp. 162.643	Rp. 162.643
	Tukang Batu	OH	0,250	Rp. 171.729	Rp. 42.932
	Kepala Tukang	OH	0,025	Rp. 187.676	Rp. 4.692
	Mandor	OH	0,100	Rp. 199.274	Rp. 19.927
Bahan					
	Beton Readymixed	M3	1,020	Rp. 1.235.000	Rp. 1.259.700
Peralatan					
					Total Harga Satuan Pekerjaan Rp. 1.489.895
					Overhead & Profit 10 % Rp. 148.989
					Total Harga Rp. 1.638.884

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Analisis harga satuan pekerjaan beton *readymix fc' 25 Mpa* pada kolom struktur dalam penelitian ini mengacu pada (Tabel

4.19), pada tabel di jelaskan satuan harga pekerjaan beton *readymix* per 1 m³ adalah Rp. 1.638.884.

c. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Kolom

1. Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom

Tabel 3.20. Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
Tenaga Kerja					
	Pekerja	OH	0,660	Rp. 162.643	Rp. 107.344
	Tukang Kayu	OH	0,330	Rp. 171.729	Rp. 56.671
	Kepala Tukang	OH	0,033	Rp. 187.676	Rp. 6.193
	Mandor	OH	0,033	Rp. 199.274	Rp. 6.576
Bahan					
	Hollow 40mm x 40mm	Btg	0,167	Rp. 145.000	Rp. 24.215
	Hollow 50mm x 100mm	Btg	0,167	Rp. 255.000	Rp. 42.585
	Minyak Bekisting	Ltr	0,200	Rp. 56.000	Rp. 11.200
	Plywood 12 mm	Lbr	0,350	Rp. 169.000	Rp. 59.150
	Paku 5 cm - 12 cm	Kg	0,400	Rp. 43.000	Rp. 17.200
Peralatan					
					Total Harga Satuan Pekerjaan Rp. 331.134
					Overhead & Profit 10 % Rp. 33.113
					Total Harga Rp. 364.248

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Analisis harga satuan pekerjaan pemasangan bekisting kolom pada kolom struktur dalam penelitian ini mengacu pada (Tabel 3.20), pada tabel di jelaskan satuan harga pekerjaan pemasangan bekisting kolom per 1 m² adalah Rp. 364.248

2. Pekerjaan Pembongkaran Bekisting Kolom

Tabel 3.21. Harga Satuan Pekerjaan Pembongkaran Bekisting

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah Harga
Tenaga Kerja					
	Pekerja	OH	0,060	Rp. 162.643	Rp. 9.759
	Mandor	OH	0,006	Rp. 199.274	Rp. 1.196
Bahan					
Peralatan					
					Total Harga Satuan Pekerjaan Rp. 10.954
					Overhead & Profit 10 % Rp. 1.095
					Total Harga Rp. 12.050

Analisis harga satuan pekerjaan pembongkaran bekisting kolom pada kolom struktur dalam penelitian ini mengacu pada (Tabel 4.21), pada tabel di jelaskan satuan harga pekerjaan pembongkaran bekisting kolom per 1 m² adalah Rp. 12.050

3.3 Pembahasan Hasil Analisis

3.3.1 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Kolom Berdasarkan Penelitian

Tabel 3.21. Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Kolom

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Overhead & Profit 10%)	Total Harga
A Pekerjaan Kolom Struktur					
1	Pembesian	Kg	712,88	Rp. 27.194	Rp. 19.385.929
2	Beton Readymix Fc' 25 Mpa	M3	4,28	Rp. 1.638.884	Rp. 7.011.474
3	Bekisting 3x Pakai				
-	Pemasangan	M2	24,77	Rp. 364.248	Rp. 3.007.877
-	Pembongkaran	M2	24,77	Rp. 12.050	Rp. 298.510
4	Curing Beton	M2	24,77	Rp. 14.119	Rp. 349.773
B Penyewaan Alat					
1	Sewa Vibrator Beton	Unit	2,00	Rp. 825.000	Rp. 2.475.000
2	Sewa Concrete Pump Standar dibawah 20 Meter	Unit	1,00	Rp. 10.347.822	Rp. 10.347.822
				Jumlah Harga Pekerjaan	Rp. 42.876.384
				Dibulatkan	Rp. 42.876.384

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 4.26) dapat dijelaskan untuk menghitung besaran biaya pada setiap *item* pekerjaan kolom beton dengan mengkalikan volume *item* pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan atau (volume x harga satuan pekerjaan = biaya *item* pekerjaan). Dengan penjelasan perhitungan sebagai berikut:

1. Pekerjaan Kolom Beton

- a. Volume pekerjaan pembesian sebesar 712.88 Kg dikalikan dengan harga satuan pekerjaan pembesian sebesar Rp. 27.194 hasilnya didapat sebesar Rp. 19.385.929
- b. Volume pekerjaan beton readymix Fc'25 Mpa sebesar 4.28 m³ dikalikan dengan harga satuan pekerjaan beton sebesar Rp. 1.638.884 hasilnya didapat sebesar Rp. 7.011.474
- c. Volume pekerjaan pemasangan bekisting sebesar 24.77 m² dikalikan dengan harga satuan pekerjaan bekisting sebesar Rp. 364.248 hasilnya didapat sebesar Rp. 3.007.877
- d. Volume pekerjaan pembongkaran bekisting sebesar 24.77 m² dikalikan dengan harga satuan pekerjaan bekisting sebesar Rp. 12.050 hasilnya didapat sebesar Rp. 298.510
- e. Volume pekerjaan *curing* sebesar 24.77 m² dikalikan dengan harga satuan pekerjaan *curing* sebesar Rp. 14.119 hasilnya didapat sebesar Rp. 349.773

2. Penyewaan Alat

- a. Sewa 2 unit vibrator beton selama 3 hari Rp 2.475.000

- b. Sewa 1 unit concrete pump selama 3 hari Rp 10.347.822

Dari biaya pada masing – masing *item* pekerjaan kemudian dijumlahkan untuk mengetahui besaran total biaya pekerjaan kolom struktur. Setelah dilakukan total perhitungan besaran biaya pada kolom struktur berdasarkan hasil penelitian pada bangunan mekanik yaitu sebesar Rp. 42.876.384

3.3.2 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Kolom Berdasarkan Realisasi Lapangan

Tabel 3.22. Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Kolom (Realisasi)

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Overhead & Profit 10%)	Total Harga
A Pekerjaan Kolom Struktur					
1	Pembesian	Kg	712,88	Rp. 28.554	Rp. 20.355.225
2	Beton Readymix Fc' 25 Mpa	M3	4,28	Rp. 1.720.828	Rp. 7.362.047
3	Bekisting 3x Pakai				
-	Pemasangan	M2	24,77	Rp. 382.460	Rp. 9.474.812
-	Pembongkaran	M2	24,77	Rp. 12.652	Rp. 313.436
4	Curing Beton	M2	24,77	Rp. 14.825	Rp. 367.262
B Penyewaan Alat					
1	Sewa Vibrator Beton	Unit	2,00	Rp. 866.250	Rp. 4.331.250
2	Sewa Concrete Pump Standar dibawah 20 Meter	Unit	1,00	Rp. 3.983.911	Rp. 19.919.557
				Jumlah Harga Pekerjaan	Rp. 62.123.589
				Dibulatkan	Rp. 62.123.589

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada (Tabel 4.27) Berdasarkan data yang didapatkan dari realisasi di lapangan, besaran biaya pekerjaan kolom struktur pada bangunan rumah mekanik memiliki rincian biaya sebagai berikut:

1. Pekerjaan Kolom Beton

- a. Volume pekerjaan pembesian sebesar 712.88 Kg dikalikan dengan harga satuan pekerjaan pembesian sebesar Rp. 28.554 hasilnya didapat sebesar Rp. 20.355.225
- b. Volume pekerjaan beton readymix Fc'25 Mpa sebesar 4.28 m³ dikalikan dengan harga satuan pekerjaan beton sebesar Rp. 1.720.828 hasilnya didapat sebesar Rp. 7.382.047
- c. Volume pekerjaan pemasangan bekisting sebesar 24.77 m² dikalikan dengan harga satuan pekerjaan bekisting sebesar Rp. 382.460 hasilnya didapat sebesar Rp. 9.474.812
- d. Volume pekerjaan pembongkaran bekisting sebesar 24.77 m² dikalikan

dengan harga satuan pekerjaan bekisting sebesar Rp. 12.652 hasilnya didapat sebesar Rp. 313.435

- e. Volume pekerjaan *curing* sebesar 24.77 m² dikalikan dengan harga satuan pekerjaan *curing* sebesar Rp. 14.825 hasilnya didapat sebesar Rp. 367.262

2. Sewa Alat

- a. Sewa 2 unit vibrator beton selama 5 hari Rp 4.331.250
- b. Sewa 1 unit concrete pump selama 5 hari Rp 19.919.557

Dari biaya pada masing – masing *item* pekerjaan kemudian dijumlahkan untuk mengetahui besaran total biaya pekerjaan kolom struktur. Setelah dilakukan total perhitungan besaran biaya pada kolom struktur berdasarkan realisasi dilapangan pada bangunan mekanik yaitu sebesar Rp. 62.123.589

3.3.3 Perhitungan Selisih Biaya Pekerjaan Kolom

Tabel 3.23. Perhitungan Selisih Biaya Kolom

Perbandingan Biaya Pekerjaan			
Analisis Penelitian		Data Lapangan	
Rp	42.876.384	Rp	62.123.589
Selisih Biaya			
-Rp			19.247.205

(Sumber: Data Penelitian, 2021)

Pada tabel (3.23) dapat dilihat perhitungan biaya pekerjaan kolom struktur berdasarkan hasil penelitian adalah sebesar Rp.42.876.384, sedangkan perhitungan biaya terhadap realisasi di lapangan adalah sebesar Rp. 62.123.589, maka jika dibandingkan ditemukan selisih dari perhitungan biaya tersebut sebesar Rp.19.247.205. Jika dilihat dari selisih biaya tersebut, antara penelitian dengan pengamatan langsung dilapangan hasilnya masih signifikan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari analisis dan pembahaasan yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan yang diambil dari Hasil Pembahasan untuk menjawab Rumusan Masalah sebagai berikut:

- a. Rencana anggaran biaya pelaksanaan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan kolom struktur pada Proyek Pembangunan Jalan dan Gedung *Workshop* Cileungsi-Jawa Barat adalah sebesar Rp. 42.876.384 (Empat Puluh Dua Juta Delapan Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Tiga Ratus Delapan Puluh Empat Rupiah).
- b. Waktu pelaksanaan untuk pekerjaan kolom struktur pada Proyek Pembangunan Jalan dan Gedung *Workshop* Cileungsi-Jawa Barat adalah 18 hari kerja

4.2 Saran

- a. Untuk Penyedia Jasa (Kontraktor) dan Pengguna Jasa (*Owner*) pembuatan Rencana Anggaran Biaya sebaiknya dibuat dengan sedetail mungkin dengan data yang lengkap untuk menghindari kesalahan hitung.
- b. Pada durasi waktu pekerjaan kolom struktur, harus mempertimbangkan umur beton yang telah dicor agar kolom beton siap sebelum dilakukan *finishing*
- c. Kepada Civitas Akademika pada penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan harga satuan dengan koefisien yang digunakan pada proyek, agar hasil analisis menjadi lebih mendekati pada penerapan sebenarnya.
- d. Kelengkapan data mutlak dalam menghitung anggaran biaya pekerjaan kolom struktur pada Proyek Pembangunan Jalan dan Gedung *Workshop* Cileungsi-Jawa Barat, sehingga perhitungan lebih *actual*

5. Daftar Pustaka

1. Analisa BOW dan SNI dalam penyusunan RAB Konstruksi. Retrieved September 3, 2019 from <https://www.pengadaan.web.id/2019/09/analisa-bow-dan-sni.html>
2. Ashworth Allan, 1994, *Perencanaan Anggaran Biaya Bangunan*.
3. Aulady, M. F. N., Orleans, C. (2016): Perbandingan Durasi Waktu Proyek Konstruksi Antara metode *Critical path method (CPM)* Dengan Metode *Critical Chain Project Management* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Menara Rungkut). *Jurnal IPTEK* 20(1): 13-24. [Mei 2016]
4. Hermawan, Albert, P. (2015): Analisa Produktivitas Pemasangan Tangga Dengan Menggunakan Material M-Panel (Studi Kasus: Proyek Pembangunan “Villa Lot Breeze” Di Tanah Lot, Bali), Universitas Brawijaya, Malang.
5. Kareth, M., Tarore, H., Tjakra, J., Walangitan, D. R. O. (2012) : Analisis Optimalisasi Waktu Dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading). *Jurnal Sipil Statik*, 1(1): 53-59. [November 2012]
6. Meiriska, C. 2016. Analisis Perbandingan Biaya Pengecoran Pelat Lantai Menggunakan Metode Konvensional dan Metaldeck. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Mukomoko, J.A. 1980. Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan. Jakarta: Kurnia Esa.
8. Priyo, M., dan Aulia, M. R. U., 2015. Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada. Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia.
9. Priyanto, 2017, Universitas Muhammadiyah Surakarta
10. Putri Nerigia, Nia, 2014, *Perhitungan Rencana Anggaran Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Pembangunan Rusunawa Gunggung Blok-A Surabaya*, Skripsi, Institut Teknologi Sebelas November, Surabaya
11. Rani Hafnidar A., 2016, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Deepublish, Yogyakarta
12. Sastraatmadja A. Soedrajat, 1984 *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Penerbit Nova, Bandung.
13. Soedradjat, I.A. (1984). *ANALISA (cara modern) ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN*. Bandung
14. Soeharto Imam, 1995, *Manajemen Proyek dariKonseptual sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
15. Wijayanto, A. (2018): *Alternatif Review Design Pekerjaan Dinding Bata Ringan Menjadi Dinding Wall Block* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Universitas Trisakti DiSentul City), Universitas Mercu Buana, Jakarta
16. Wohon, F. Y., Mandagi, R. J., Pratahis, P. (2015): Analisa Pengaruh Percepatan Durasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Project 2013 (Studi Kasus: Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombasan). *Jurnal Sipil Statik*, 3(2): 141-150. [Februari 2015]

PERENCANAAN DESAIN SALURAN SAMPING (DRAINASE) DI DALAM AREA ROW PADA JALAN UTAMA CIBITUNG – CILINCING STA. -0+440 ~ 8+291 JAWA BARAT

Udien Yulianto

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

Abstract.

The Cibitung – Cilincing Sta -0+440 ~ 8+291 toll road development planning project is a toll road section that was built with the aim of developing Special Economic Zones. In this toll road project, a side channel is also designed which aims to drain water from the road to the outlet so that there is no puddle or even flooding at that location. This study discusses the design of the side channel on the main road Cibitung – Cilincing Sta -0+440 ~ 8+291.

In planning the dimensions of this side channel, secondary data is collected in the form of written or electronic documents from the planning consultant PT Mega Trustlink. The data is then analyzed so that the results of the analysis of the planned flood discharge (Q) and hydraulic flood discharge (Q_h) meet the requirements, namely the planned discharge must be greater than the hydraulic discharge ($Q > Q_h$), after the planned discharge is in accordance with the provisions, the dimensions of the side channel can be used.

Keywords: *design, channel, drainage, row area, Cibitung*

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang begitu cepat telah menyebabkan perubahan tata guna lahan. Banyak lahan-lahan yang semula berupa lahan terbuka dan/atau hutan berubah menjadi areal permukiman maupun industri. Hal ini tidak hanya di kawasan perkotaan, namun sudah merambah ke kawasan budidaya dan kawasan lindung, yang berfungsi sebagai daerah reasapan air. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Akibat selanjutnya adalah distribusi air yang timpang antara musim hujan dan musim kemarau, debit banjir meningkat dan ancaman kekeringan yang menjadi-jadi. Baik bencana banjir maupun kekeringan telah menimbulkan kerugian yang sangat besar. Bahkan tidak hanya kerugian harta benda (material), tetapi juga kerugian jiwa.

Peningkatan jumlah kepadatan penduduk, semakin menuntut adanya sistem drainase yakni sistem pembuangan debit banjir yang terjadi pada puncak musim hujan. Beberapa kondisi obyektif yang dialami dalam pembangunan dan

pengembangan suatu area kawasan untuk permukiman maupun industri adalah sebagai berikut :Peningkatan jumlah penduduk, sehingga semakin padatnya tempat tinggal di kawasan perumahan, hal ini mempercepat perubahan tata guna lahan, sehingga memperkecil daya serap dan reduksi lahan terhadap air hujan yang menjadi debit limpasan. Besaran nilai perubahan tata guna lahan menjadi suatu nilai koefisien yang dikenal dengan nama, koefisien limpasan area.

1. Peningkatan besaran debit limpasan dari waktu ke waktu, yang selain dipengaruhi oleh perubahan tata guna lahan, juga dipengaruhi oleh perubahan iklim secara global, yang mana hal ini akan berpengaruh langsung terhadap kenaikan elevasi muka air laut rata-rata. Sehingga pada daerah tertentu dengan elevasi yang rendah, yang hanya beberapa meter di atas permukaan air laut, atau bahkan dibawahnya, dibutuhkan penanganan yang lebih serius dan terintegrasi.
2. Semakin padatnya kawasan permukiman, terutama di daerah-daerah

perkotaan yang dalam masa pertumbuhan, menuntut adanya sistem drainase yang terintegrasi dan berkelanjutan.

3. Suatu sistem besar atau master plan sistem drainase suatu kawasan yang telah disusun, akan dijadikan sebagai pedoman dalam penyusunan dan perencanaan detail disain drainase. Dalam penyusunan master plan drainase, beberapa hal yang dijadikan sebagai referensi adalah masterplan drainase yang sudah ada dengan sekup wilayah lebih besar dan mencakupi suatu kawasan. Hal ini bertujuan untuk dapat menyesuaikan sistem dari kawasan dengan sistem yang lebih besar, yang mana di dalamnya terdapat elevasi muka air banjir dari beberapa sungai atau alur drainase yang besar, yang melalui kawasan tersebut

Master plan kota atau kabupaten, yang terdapat dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) kabupaten atau wilayah tertentu, dapat dijadikan sebagai perkiraan nilai koefisien limpasan dari perubahan tata guna lahan sesuai dengan yang terdapat di dalam RTRW tersebut.

2. Metodologi

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian perencanaan, pada perencanaan metode yang digunakan yaitu deskriptif-deduktif/induktif, karena perencanaan memiliki tahapan-tahapan yang dikerjakan bertahap dan tiap tahap memiliki uraian pekerjaan secara deduktif (pendekatan makro ke mikro) atau induktif (pendekatan dari mikro ke makro).

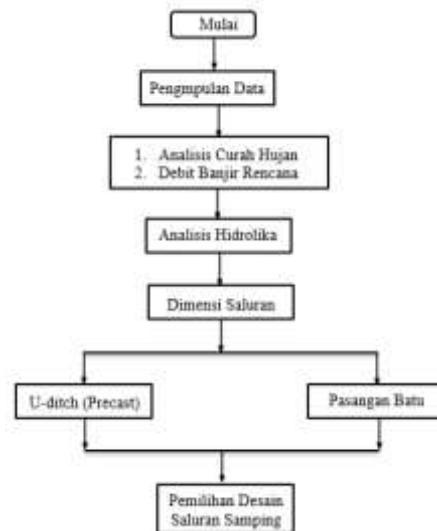
2.2 Kerangka Pemikiran

Tahap persiapan adalah rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan data dimulai. Dalam tahap ini disusun hal-hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan

Tahap persiapan ini meliputi:

1. Studi pustaka terhadap materi desain untuk menentukan garis besar proses perencanaan.
2. Menentukan kebutuhan data.
3. Mendata instansi dan institusi yang dijadikan nara sumber data.
4. Mengadakan syarat administrasi.
5. Pembuatan proposal skripsi.
6. Perencanaan jadwal penyusunan skripsi.

Persiapan diatas harus dilakukan secara cermat dan tepat untuk menghindari pekerjaan yang berulang-ulang sehingga tahap penyusunan Penelitian menjadi efisien dan optimal.



Gambar 2.1 Bagan Alir

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Pengumpulan Data

Untuk melaksanakan kegiatan dengan benar, pengumpulan data juga harus dilakukan dengan benar juga. Pada kegiatan ini metode pengumpulan data menggunakan metode pengumpulan data Dokumen

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

Data yang diperoleh:

1. Data Curah Hujan Tambun
2. Data Lapangan seperti: luas area,mab

3.2 Metode Analisis Data

Setelah data-data diperoleh kemudian data tersebut dianalisis yaitu dengan memproses data-data tersebut. Analisis data ini menggunakan metode analisis Analisa Data Kuantitatif, yaitu setelah data terkumpul maka dilakukan analisis data dengan kegiatan: mengelompokan data berdasarkan variabel responden, menstabilasi data berdasarkan variabel dari seluruh responden, menyajikan data tiap variabel yang diteliti, melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah dan melakukan perhitungan untuk menguji hipotesis.

3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Perencanaan dilakukan apabila hasil-hasil dari pengolahan dan analisis data sudah didapat, maka selanjutnya akan mendapatkan hasil analisis berupa:

- a. Curah hujan rencana
- b. Debit banjir rencana
- c. Hidrolika
- d. Dimensi saluran

4. Analisis dan Pembahasan

4.1 Data Penelitian

Data-data yang digunakan untuk menganalisis penelitian adalah sebagai berikut:

1. Peta Lokasi
2. Data Curah Hujan Tambun
3. Data Lapangan (luas lahan, mab)

4.2 Analisis Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan hujan yang terjadi pada satu titik saja. Untuk perhitungan hidrologi, dibutuhkan data hujan di kawasan yang ditinjau, sehingga memerlukan satu atau beberapa stasiun hujan.

4.2.1 Curah Hujan Rencana

Untuk perencanaan drainase jalan utama Cibitung-Cilincing, menggunakan satu stasiun hujan yaitu stasiun hujan Tambun.

Stasiun hujan Tambun menggunakan data curah hujan selama 15 tahun (2004-2018).

Data curah hujan dapat dilihat pada table 4.1

Tabel 4.1 Data curah hujan Tambun tahun 2004-2018

THN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2004	70	208	69	80	38	46	39	0	0	42	50	41
2005	97	59	208	42	52	62	48	19	12	29	42	20
2006	157	45	105	45	29	12	13	0	0	8	4	59
2007	87	107	24	60	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	47	0	45	105	9	26	17	39	4	0	0	0
2009	33	158	32	21	38	21	30	7	25	39	32	38
2010	79	28	74	67	10	150	45	37	30	67	31	17
2011	39	0	22	23	9	31	37	0	9	20	17	30
2012	26	16	39	147	31	22	1	0	4	30	37	29
2013	135	74	61	56	71	0	0	29	24	7	45	182
2014	184	97	96	82	13	23	37	35	23	11	26	72
2015	79	191	27	21	20	88	0	6	0	9	20	48
2016	78	187	54	16	49	113	45	28	21	54	15	31
2017	52	73	29	47	37	198	31	9	86	31	25	54
2018	98	84	21	109	30	7	0	7	8	20	77	51

Tabel 4.2 Contoh data curah hujan Tambun tahun 2018

Tahun 2018	Stasiun Tambun (mm)
Januari	58
Februari	84
Maret	21
April	103
Mei	30
Juni	7
Juli	0
Agustus	7
September	8
Oktober	20
November	77
Desember	51

Curah hujan rencana merupakan besaran curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit banjir untuk setiap periode rencana. Periode ulang rencana ini akan menunjukkan tingkat layanan dari sistem drainase yang direncanakan.

Analisis untuk menentukan besaran hujan harian rata-rata menggunakan cara metode Thiessen.

Contoh perhitungan curah hujan maksimum pada bulan April 2018 yaitu:

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$\bar{R} = \frac{AR}{A}$$

$$= \frac{A103}{A} = 103mm$$

Karena menggunakan satu stasiun yaitu Tambun jadi curah hujan harian maksimum pada tahun 2018 adalah 103 mm

Tabel 4.3 Rekapitulasi perhitungan hujan harian untuk stasiun Tambun

No	Tahun	CH max
1	2004	208
2	2005	208
3	2006	157
4	2007	107
5	2008	105
6	2009	158
7	2010	150
8	2011	39
9	2012	147
10	2013	182
11	2014	184
12	2015	191
13	2016	187
14	2017	198
15	2018	103

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum metoda *thiessen* diatas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum guna menentukan debit banjir rencana.

4.3.1 Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variable hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya (Sosrodarsono,1993), Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi, yakni melalui perhitungan parametik statistic untuk $(X_i - \bar{X})$, $(X_i - \bar{X})^2$, $(X_i - \bar{X})^3$, $(X_i - \bar{X})^4$ terlebih dahulu.

Di mana:

$\bar{X}_i (\bar{R})$ = Besarnya curah hujan daerah (mm)

X = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Perhitungan parametrik statistic dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Parameter Statistik Curah Hujan

No	Tahun	Xi	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2004	208	33,07	2816,07	149439,31	7920256,50
2	2005	209	33,07	2816,07	149439,31	7920256,50
3	2006	177	2,07	4,27	8,83	18,24
4	2007	107	-47,93	2297,60	-111131,84	5273996,18
5	2008	105	-49,93	2493,34	-124390,67	6216733,27
6	2009	138	-17,07	291,40	-28,81	88,49
7	2010	130	-25,07	628,34	-1570,07	792,33
8	2011	39	-113,93	12980,34	-1378206,35	189649013,78
9	2012	147	-17,93	321,44	-499,31	3981,16
10	2013	182	-17,07	291,40	-19829,16	336398,27
11	2014	184	-15,07	227,10	-2437,59	713807,39
12	2015	193	-6,07	36,84	-4893,68	1492082,20
13	2016	187	-12,07	145,67	-12973,23	1017341,48
14	2017	198	-1,07	1,14	-79877,37	3440052,22
15	2018	103	-51,93	2697,07	-140907,89	7274182,38
Jumlah		2324	0,00	32422,93	-140940,41	222723143,35
Rata-rata (X)		154,93				

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut:

1. Deviasi Standar (S)
Perhitungan deviasi standar digunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - X)^2}{n - 1}}$$

Di mana: S = Deviasi standar
n = Jumlah data

$$S = \sqrt{\frac{32422,93}{15 - 1}}$$

$$S = 48,12$$

2. Koefisien Skewness (Cs)

Perhitungan koefisien skewness digunakan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1997):

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - X)^3}{(n - 1)(n - 2)S^3}$$

Di mana: CS =

Koefisien Skewness

n =Jumlah data

$$Cs = \frac{15(-1430456,41)}{(15 - 1)(15 - 2)48,12^3}$$

$$Cs = -1,06$$

3. Koefisien Kurtosis (Ck)
Perhitungan kurtosis menggunakan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1997):

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4}{S^4}$$

Di mana: Ck = Koefisien Kurtosis
n =Jumlah data

$$Ck = \frac{\frac{1}{15} \times (222723143,35)}{48,12^4}$$

$$Ck = 2,77$$

4. Koefisien Variasi (Cv)
Perhitungan koefisien variasi menggunakan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1997):

$$Cv = \frac{S}{X}$$

Di mana: Cv =Koefisien Variasi
S =Standar deviasi
X =Rata-rata hujan rencana

$$Cv = \frac{48,12}{154,93}$$

$$Cv = 0,31$$

Tabel 4.5 Distribusi Frekuensi Metode Log Person Tipe III (Soewarno, 1995)

Tahun	No	Log No	Log No-Log X	(Log No-Log X) ²	Log No-Log X ²	(Log No-Log X) ³
2004	208	2,318	0,178	0,0318	0,00591	0,000621
2007	208	2,318	0,178	0,0318	0,00591	0,000621
2008	117	2,066	0,096	0,0092	0,00092	0,000092
2007	107	2,029	-0,131	0,0171	-0,00224	0,000293
2008	105	2,021	-0,138	0,0189	-0,00268	0,000373
2009	178	2,249	0,018	0,0003	0,00008	0,000002
2010	178	2,249	0,018	0,0003	0,00008	0,000002
2011	39	1,591	-0,789	0,6224	-0,49433	0,390421
2012	147	2,167	0,007	0,0000	0,00000	0,000000
2013	182	2,258	0,100	0,0100	0,00100	0,000100
2014	194	2,287	0,129	0,0166	0,00213	0,000270
2011	195	2,291	0,133	0,0176	0,00231	0,000293
2018	187	2,272	0,112	0,0125	0,00159	0,000215
2017	198	2,297	0,136	0,0186	0,00234	0,000297
2018	103	2,013	-0,147	0,0217	-0,00328	0,000472
Jumlah	2224	21,403	0,000	0,202	-0,177	0,108
Rata-rata (X)	214,93	2,109				

Tabel 4.6 Distribusi Sebaran Metode Log Pearson Tipe III (Soewarno, 1995)

No	Periode	Peluang	S Log X	Log X	Cu	k	Y = Log X	X
1	2	50	0,189	2,160	-1,161	0,130	2,222	166,867
2	5	20	0,189	2,160	-1,161	0,732	2,162	201,596
3	10	10	0,189	2,160	-1,161	0,844	2,130	208,697
4	25	4	0,189	2,160	-1,161	0,888	2,128	212,732
5	50	2	0,189	2,160	-1,161	0,900	2,110	213,842
6	100	1	0,189	2,160	-1,161	0,901	2,111	214,311

Tabel 4.7 Distribusi Sebaran Metode Log Normal 3 Parameter (Soewarno, 1995)

No	Periode	Peluang	X	S	Cu	k	X
1	2	50	154,93	48,12	-1,06	0,1495	162,124
2	5	20	154,93	48,12	-1,06	-0,7449	119,085
3	10	10	154,93	48,12	-1,06	-1,3156	91,623
4	25	4	154,93	48,12	-1,06	-1,8501	65,903
5	50	2	154,93	48,12	-1,06	-2,5294	33,215
6	100	1	154,93	48,12	-1,06	-3,3033	-4,026

Tabel 4.8 Curah hujan rancangan pada stasiun Tambun

Periode (th)	Gumbel Tipe 1	Log Pearson Tipe III	Log Normal
2	148,032	166,867	166,315
5	201,471	200,596	125,365
10	236,846	208,697	95,083
25	281,557	212,732	63,906
50	314,722	213,845	20,468
100	347,641	214,311	-14,433

Tabel 4.10 Syarat pemilihan jenis distribusi (Soewarno, 1995)

No	Jenis	Syarat	Hasil Hitungan	Keterangan
1	Log Normal	Cu=0	Cu=-2,161	Tidak memenuhi
		Ck=3Cu+Cu ³	Ck=5,643	Tidak memenuhi
2	Gumbel	Cv<1,1396	Cv=-1,06	Memenuhi
		Ck<4,002	Ck=2,77	Memenuhi
3	Log Pearson III	Cu=0	Cu=-2,161	Tidak memenuhi
		Ck=21,2	Ck=5,643	Tidak memenuhi

Dari pengujian di atas jenis sebaran yang memenuhi syarat adalah sebaran Gumbel tipe I.

dari jenis sebaran yang telah memenuhi syarat tersebut perlu kita uji kecocokan sebaran dengan beberapa metode. Hasil uji kecocokan sebaran menunjukkan distribusinya dapat diterima atau tidak.

4.4 Analisis Waktu Konsentrasi

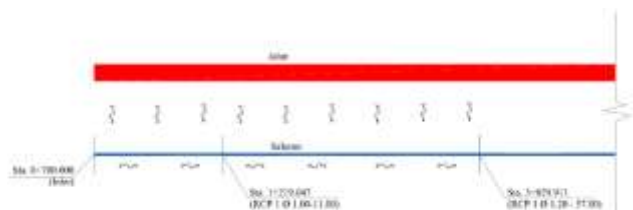
Waktu konsentrasi DAS adalah waktu yang diperlukan oleh butiran air untuk bergerak dari titik jauh pada daerah pengaliran ke titik tinjauan.

4.4.1 Waktu Konsentrasi untuk Saluran Drainase Tepi Jalan

Sta	Jenis Sal	Waktu Pengaliran Tanah				Waktu Pengaliran di Saluran				Σ				
		L ₁ (m)	S	V ₁ (m/s)	T ₁ (menit)	L ₂ (m)	S	V ₂ (m/s)	T ₂ (menit)					
0+700 - 0+219.047	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	21,260	0,02	5,187	5,187	10,374	0	0,011	11,848
	Taman	0,018	17,80	0,018000	5,213									
0+219.047 - 0+028.913	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	1803,880	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	17,81	0,018078	5,275									
0+028.913 - 0+003.407	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187		875,198	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	17,41	0,018013	5,781	5,781								
0+003.407 - 0+017.288	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	400,880	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,42	0,018081	5,846									
0+017.288 - 0+044.891	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187		287,778	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,18	0,018067	5,781	5,781								
0+044.891 - 0+027.913	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	202,830	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,07	0,018073	5,890									
0+027.913 - 0+022.040	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	160,248	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,81	0,018088	5,983									
0+022.040 - 0+073.833	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	140,170	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,18	0,018069	5,781									
0+073.833 - 0+074.800	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	300,082	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,71	0,018088	5,981									
0+074.800 - 0+023.342	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	112,347	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,07	0,018073	5,890									
0+023.342 - 0+010.800	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	402,838	0	0,011	11,848				
	Taman	0,018	18,49	0,018073	5,890									

Sta	Jenis Sal	Waktu Pengaliran Tanah				Waktu Pengaliran di Saluran				Σ			
		L ₁ (m)	S	V ₁ (m/s)	T ₁ (menit)	L ₂ (m)	S	V ₂ (m/s)	T ₂ (menit)				
0+010.800 - 0+048.572	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	308,572	0	0,011	11,848			
	Taman	0,018	18,28	0,018074	5,877								
0+048.572 - 0+003.112	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	284,348	0	0,011	11,848			
	Taman	0,018	18,11	0,018064	5,866								
0+003.112 - 0+001.800	Saluran	0,02	15,76	0,02	5,187	5,187	130,480	0	0,011	11,848			
	Taman	0,018	18,49	0,018073	5,890								

Penentuan kelas untuk sta di bagi atas inlet dan outlet saluran, misalnya pada Sta 0+700 ~ 1+219.047 masuknya air (inlet) di Sta.0+700 lalu air keluar (outlet) ke crossing drain yang ada di Sta 6+748.572.



4.5 Analisis Intensitas Curah Hujan pada Waktu Konsentrasi

Analisis intensitas curah hujan pada aktu konsentrasi menggunakan periode 50 tahun dengan rumus:

$$I = \frac{R_{10}}{24} \cdot \left[\frac{24}{tc} \right]^{(2/3)}$$

Tabel 4.11 Perhitungan Intesitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun untuk Saluran Drainase

STA	tc (jam)	R50 (mm)	Intensitas hujan (mm/jam)
0+700 ~ 1+219.047	11.848	314.722	21.043
1+219.047 ~ 3+029.911	33.378	314.722	10.513
3+029.911 ~ 3+903.467	18.320	314.722	15.714
3+903.467 ~ 4+307.268	9.927	314.722	23.691
4+307.268 ~ 4+594.995	10.591	314.722	22.686
4+594.995 ~ 4+827.915	7.079	314.722	29.715
4+827.915 ~ 5+131.163	8.251	314.722	26.816
5+131.163 ~ 5+471.933	8.877	314.722	25.534
5+471.933 ~ 5+774.995	8.248	314.722	26.823
5+774.995 ~ 5+927.142	5.733	314.722	34.225
5+927.142 ~ 6+350.000	10.245	314.722	23.196
6+350.000 ~ 6+748.572	9.840	314.722	23.831
6+748.572 ~ 6+993.112	7.273	314.722	29.182
6+993.112 ~ 8+285.803	24.545	314.722	12.918

4.6 Debit Rencana

1. Perhitungan C (koefisien pengaliran) Gabungan

Koefisien pengaliran dipengaruhi oleh factor luas tanah dan jalan. Rumus yang digunakan adalah:

$$C_{gabungan} = \frac{\sum Ci \cdot Ai}{\sum Ai}$$

Tabel 4.12 Perhitungan Cgabungan untuk Saluran Drainase

STA	Luas Lahan (km ²)		An	Ak	Cgabungan
	Tanah	Jalan			
	C = 0,5	C = 0,95			
0+700 ~ 1+219.047	0.009	0.008	0.017	0.017	0.712
1+219.047 ~ 3+029.911	0.044	0.028	0.073	0.090	0.546
3+029.911 ~ 3+903.467	0.020	0.014	0.034	0.124	0.187
3+903.467 ~ 4+307.268	0.008	0.006	0.014	0.138	0.071
4+307.268 ~ 4+594.995	0.006	0.005	0.011	0.149	0.049
4+594.995 ~ 4+827.915	0.005	0.004	0.009	0.158	0.039
4+827.915 ~ 5+131.163	0.007	0.005	0.011	0.169	0.046
5+131.163 ~ 5+471.933	0.008	0.005	0.013	0.182	0.049
5+471.933 ~ 5+774.995	0.007	0.005	0.012	0.194	0.041
5+774.995 ~ 5+927.142	0.004	0.003	0.006	0.200	0.020
5+927.142 ~ 6+350.000	0.014	0.007	0.021	0.220	0.061
6+350.000 ~ 6+748.572	0.011	0.006	0.017	0.238	0.049
6+748.572 ~ 6+993.112	0.005	0.004	0.009	0.247	0.026
6+993.112 ~ 8+285.803	0.034	0.020	0.055	0.302	0.121

2. Perhitungan Debit Rencana 50 Tahun

Menghitung debit rencana 50 tahun menggunakan rumus debit rasional sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

Tabel 4.13 Perhitungan debit rencana 50 tahun untuk saluran drainase

STA	I (mm/jam)	Cgabungan	A (km ²)	Q (m ³ /det)
0+700 ~ 1+219.047	21.043	0.712	0.017	0.072
1+219.047 ~ 3+029.911	10.513	0.546	0.090	0.144
3+029.911 ~ 3+903.467	15.714	0.187	0.124	0.102
3+903.467 ~ 4+307.268	23.691	0.071	0.138	0.064
4+307.268 ~ 4+594.995	22.686	0.049	0.149	0.046
4+594.995 ~ 4+827.915	29.715	0.039	0.158	0.051
4+827.915 ~ 5+131.163	26.816	0.046	0.169	0.058
5+131.163 ~ 5+471.933	25.534	0.049	0.182	0.063
5+471.933 ~ 5+774.995	26.823	0.041	0.194	0.059
5+774.995 ~ 5+927.142	34.225	0.020	0.200	0.038
5+927.142 ~ 6+350.000	23.196	0.061	0.220	0.086
6+350.000 ~ 6+748.572	23.831	0.049	0.238	0.077
6+748.572 ~ 6+993.112	29.182	0.026	0.247	0.051
6+993.112 ~ 8+285.803	12.918	0.121	0.302	0.131
Jumlah			2.428	

4.7 Proses Pemasangan Saluran U-ditch

1. Proses Pengukuran Area Galian,
Yang pertama dilakukan adalah proses pengukuran area kerja yang dilakukan dengan panjang pekerjaan lagi elevasi. Untu elevasi yang tercantum akan dijadikan shop drawing dan dipraktekkan di lapangan dengan patok tengah

bouwplank terhadap menaruh elevasinya.

2. Galian Tanah

Setelah pengukuran selanjutnya dilakukan penggalian tanah dengan memanfaatkan media alat berat seperti backhoe atau excavator. Disamping itu harus mengontrol galian tanah yang digali agar elevasi kemiringan u-ditch sempurna, hal ini bertujuan agar apabila u-ditch dialiri air, maka air dapat dengan lancar mengalir. Lakukan penandaan elevasi galian tanah tersebut dengan media patok, agar posisi galian tidak berubah.

3. Proses Pengurugan Dengan Agregat

Sehari sebelum proses pengurugan, agregat haruslah sudah siap dibagian sudut galiannya. Sedangkan untuk segmen seterusnya bagian agregat harus didatangkan secara bertahap sesuai dengan keperluan dari setiap segmen galian tersebut. Ketebalan urugan sekitar 250 mm.

4. Proses Pembuatan Lantai Kerja

Untuk rata-rata ketebalan lantai kerja secara umum hanya mencapai sampai 50 mm dengan kualitas mutu beton standar K-125. Fungsi untuk pemulaan lantai kerjanya adalah untuk bias mengontrol elevasi dengan permukaan saluran drainase yang bisa dipasangkan sehingga u-ditch precast yang diturunkan bagian elevasinya bisa diaplikasikan dengan baik.

5. Proses Pemasangan Beton Pracetak U-ditch

Jika betonnya sudah mencapai usia lebih dari 7 hari maka sejak dimulainya pabrikan dikirim ke area proyek dan akan disimpan sementara pada tempat pemasangannya. Proses pemindahan u-ditch yang berasal dari *stock yard* ke area pemasangan akan dibantu oleh forklift dengan kapasitas berat yang pas dengan materialnya. Selain itu, proses pemasangan u-ditch juga haruslah

memanfaatkan adanya crane yang bergantung untuk berat material yang akan diangkat.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Pada perencanaan desain saluran samping di dalam area row pada jalan utama Cibitung – Cilincing Sta -0+440 ~ 8+291 pada prinsipnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Hasil analisis curah hujan diketahui bahwa curah hujan rancangan dengan periode 50 tahunan yang terjadi di lokasi kajian sebesar 314,722 mm dengan intensitas curah hujan rancangan 109,120 mm/jam
- b. Berdasarkan hasil analisis curah hujan rancangan dan intensitas curah hujan tersebut diketahui bahwa debit banjir rancangan yang dianalisis dengan periode ulang 50 tahunan sebesar 0,144 m³/det (Sta. 1+219.047 ~ 3+029.911)

5.2 Saran

Saran penulis dalam pembahasan ini adalah:

- a. Menggunakan data curah hujan lebih dari 1 agar didapatkan hasil curah hujan maksimal yang lebih luas jangkauannya
- b. Menggunakan data curah hujan sampai tahun yang terbaru agar data terupdate.

6. Daftar Pustaka

1. Halim, H.A.H. (2012): *Drainasi Terapan*. Yogyakarta: UII Press Yogyakarta
2. Departemen Pekerjaan Umum. (2006): *Perencanaan Sistem Drainase Jalan*.
3. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2014): *Tata Cara Sistem Drainase Perkotaan*.
4. SNI 2415. (2016): *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*

5. Soemarto, C.D. (1987): *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional
6. Soewarno. (1995): *Hidrologi Jilid 1*. Bandung: NOVA
7. Sosrodarsono S. (2003): *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Pramita.
8. Suripin. (2004): *Sistem Drainase Perkotaan Yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi
9. Prameswari, P. (2017): *Perencanaan Drainase Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya Tahap 3 (Sta 4+000 Sampai Dengan Sta 11+502.94)*. Retrived Augst 11, 2020, from Institut Teknologi Sepuluh November, Educational Leadership and Research Website: <http://repository.its.ac.id/44151/>
10. Istionowidi, H. (2015): *Perencanaan Sistem Drainase Tempat Istirahat (Rest Area) pada On/Off Ramp Dupak Surabaya*.
11. Hamsar, H.A H. (2002) *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: UII Press
12. Asiacon. (2020). Harga U-ditch Precast & Harga Tutup U-ditch Beton. Retrieved August 1, 2020, from <https://asiacon.co.id/products/jual-u-ditch-dan-tutup-u-ditch>

PERENCANAAN DRAINASE *RUNWAY* BANDAR UDARA MANGGELUM KABUPATEN BOVEN DIGOEL PROVINSI PAPUA

Yudi Setiawan

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta
yudis3499@yahoo.com*

Abstract

Magelum Airport is an airport that serves flights in the city of Boven. Digoel is a developing city in Papua Province. As a developing city, this city seeks to increase development and economic development in Boven Digoel City, on this basis the author wants to conduct research on the facilities and infrastructure at Manggelum Airport, one of which is by planning airport drainage so that it aims to be able to determine the flood discharge capacity and dimensions of drainage channels required in the runway area. Drainage is a basic facility designed as a drainage channel for runoff to meet airport needs and is a component in airport planning (infrastructure planning in particular). Airfield/airport drainage The main function of drainage in the airside area is drying or draining water in the airfield area, especially on the runway, apron and taxiway so that flight activities, both take off, landing, and taxiing are not hampered. The steps for planning drainage channels in the runway area at Manggelum Airport use hydrological analysis and hydraulics analysis to calculate the planned flood discharge that will occur in the airport runway area. The planned flood discharge period uses a 50 year return period. The next step is to calculate the total catchment area to find out the watershed area of the channel. After that, the value of the Catchment area flow coefficient is determined. Then plan the channel dimensions according to the analysis. The calculation of the design flood discharge is 12.06 m³/second so that the channel is planned to use a square open channel type with a bottom width of 1.95 m and a height of 1.57 m and a closed channel with a bottom width of 1.3 m and a height of 2.1.

Keywords: *planning, drainage, run way, airport, magelum*

1. Pendahuluan

Kota Boven Digoel merupakan kota yang sedang berkembang di Provinsi Papua. Sebagai kota yang berkembang kota ini berupaya meningkatkan pembangunan dan perkembangan ekonomi kota Boven Digoel. Moda transportasi kota Boven Digoel ada 2, yaitu transportasi darat, dan transportasi udara. Transportasi darat masih memegang peranan penting dalam mobilitas barang dan manusia di Kota Boven Digoel.

Transportasi udara merupakan salah satu alternatif transportasi yang cepat sangat yang diharapkan oleh masyarakat dan pemerintah setempat. Namun kendala yang masih ada dan dihadapi untuk memperlancar arus transportasi penumpang, barang dari dan ke Boven Digoel masih menjadi penghalang kemajuan daerah. Bandar udara yang berada di Boven Digoel adalah Bandar udara Manggelum.

Bandar udara yang standar baik harus dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan

bandara salah satunya yaitu saluran drainase bandara. Drainase bandara mirip dengan

drainase jalan raya. Area bandara perlu penyerapan air yang cepat, sehingga membutuhkan saluran drainase yang terintegrasi. Air yang ada di permukaan harus segera mengalir ke saluran air agar tidak terjadi genangan di area *runway*.

Atas dasar tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang perencanaan drainase bandara. Drainase ini dibangun mempunyai maksud dan tujuan untuk meningkatkan keamanan serta keselamatan penerbangan pada area *runway* yang harus bebas dari genangan air

2. Metodologi

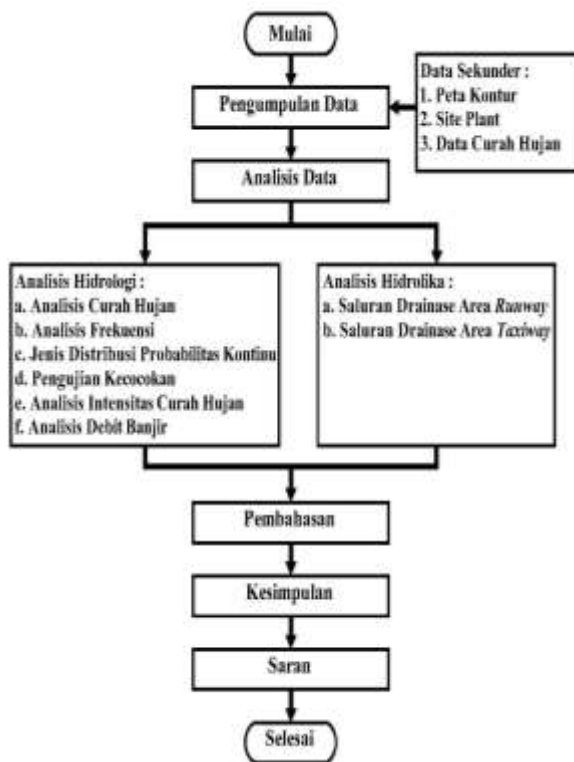
2.1 Jenis Penelitian

Dalam merencanakan saluran drainase sebuah bandara menerapkan jenis metode perencanaan

agar mendapatkan hasil yang maksimal dan optimal, Dengan menggunakan metode tersebut diharapkan dapat mempermudah proses perencanaan dari tahap ke tahap selanjutnya. Sedangkan metodologinya menggunakan deduktif secara garis besar dinyatakan dalam bentuk kerangka pemikiran.

2.2 Kerangka Pemikiran

Dalam perencanaan saluran drainase dilakukan dua tahap inti analisi yaitu analisi hidrologi dan analisis hidrolika yang akan dituangkan dalam bentuk kerangka pikiran sebagai berikut :



Gambar 2.1 Kerangka Pikiran Sumber: Hasil Analisis ,2021

2.3 Metode Penelitian

Secara umum metode dan tahap-tahap perencanaan yang digunakan dalam perencanaan saluran drainase Bandar Udara Manggelum adalah sebagai berikut:

2.3.1 Metode Pengumpulan data

Perencanaan drainase pada tugas akhir ini selanjutnya membutuhkan data- data perencanaan seperti data sekunder, data teknis dan data non-teknis. Adapun metode yang dilakukan untuk mendapatkan data-data tersebut adalah menghubungi dan meminta data dari pihak-pihak yang terkait dalam pengelolaan data perencanaan drainase, baik dari Bandar Udara Manggelum serta Stasiun Meteorologi Tanah Merah dan Stasiun Meteorologi Kelas III Wamena.

Data sekunder merupakan data yang telah tersedia tanpa melakukan survey atau pengamatan langsung. Adapun data yang digunakan sebagai berikut :

1. Data curah hujan harian 15 tahun dari Stasiun Meteorologi Kelas III Tanah Merah dan Stasiun Meteorologi Kelas III Wamena.
2. Data kontur dan denah situasi.
3. Layout Rencana Induk Bandar Udara Manggelum.

2.3.2 Metode Analisis Perencanaan

Metode analisis data merupakan metode yang diambil berdasarkan parameter dasar perencanaan untuk mengetahui langkah-langkah perencanaan drainase, data yang dibutuhkan menggunakan analisis hidrologi dan analisis hidrolika, serta rumus-rumus yang digunakan untuk perhitungan dan metode pengerjaannya, dapat disimpulkan bahwa metode analisis data yang akan digunakan ialah metode analisis data kuantitatif.

a. Analisis Hidrologi

Data yang diperlukan dalam menganalisis data hidrologi sebagai berikut:

- Analisis curah hujan.
- Analisis frekuensi.
- Jenis distribusi probabilitas kontinu.
- Pengujian kecocokan distribusi.
- Analisis intensitas curah hujan rancangan.

- Analisis debit banjir rancangan menggunakan metode rasional.

b. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas saluran terhadap debit banjir rancangan dengan kala ulang 50 tahun. saluran drainase menggunakan 2 jenis saluran yaitu saluran terbuka dengan bentuk saluran persegi dan saluran tertutup berbentuk *box culvert*.

Sebelah Barat : Berbatasan dengan Distrik Yaniruma.

Sebelah Timur : Berbatasan dengan Distrik Ambiatkwi.

Bandar udara Manggelum ini memiliki luas tanah sebesar 46,538 Ha dengan menyediakan sarana pelayanan 1 (satu) landasan pacu (*Runway*) yang berdimensi 1400 m x 30 m, dengan pergerakan pesawat 2 pergerakan /hari pada jam sibuk.

2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Tahapan terakhir ini menyajikan dari data-data yang sudah dikumpulkan, dengan proses perhitungan berdasarkan SNI dan pedoman pendukung lainnya, hasil akhir dari analisis data yaitu debit banjir rancangan (*Qt*) yang kemudian digunakan untuk penentuan dimensi saluran. Dalam analisis saluran dilakukan dengan cara *trial and error* atau asumsi yang kemudian di gunakan untuk mencari dimensi (*Qs*) yaitu saluran harus lebih besar dari debit rancangan sesuai dengan ketentuan tersebut maka dimensi saluran dapat digunakan.

3.1.2 Site Plan

Secara umum, kawasan Bandar Udara Manggelum memiliki kemiringan antara 0 – 5 %(datar), dengan ketinggian rata-rata adalah 47 meter diatas permukaan laut (MSL = *Mean Sea Level*). (Gambar site plan terlampir)

Berdasarkan jenis saluran drainase lingkat luar yang berada di area *runway* ini termasuk kedalam jenis saluran drainase terbuka sedangkan di area *taxiway* termasuk kedalam jenis saluran drainase tertutup.

3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Data Penelitian

Data-data penelitian yang dipergunakan untuk menganalisis adalah sekunder sebagai berikut :

3.1.3 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 15 tahun, yaitu dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2019, yang didapat dari Stasiun Tanah Merah dengan data pembanding Stasiun Meteorologi Kelas III Wamena (Tabel 3.1 dan Tabel 3.2).

3.1.1 Peta Kontur

Gambar 3.1 Peta Topografi - Sumber: Data Konsultan,2019

Bandar udara Manggelum Secara letak geografis pada 5° 24' 59.64'' LS dan 140° 26' 10.56'' BT, dengan batas wilayah:

Tabel 4.1 Data curah hujan stasiun Tanah Merah



Sebelah Utara : Berbatasan dengan Kabupaten Pegunungan Bintang.

Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Distrik Arimop dan Firiwage.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Juli	Agust	Sept	Okta	Nov	Des
2005	75,00	72,00	87,00	80,00	78,00	88,00	88,00	88,00	8,00	72,00	70,00	82,00
2006	72,00	285,00	70,00	77,00	178,00	77,00	37,00	13,00	13,00	185,00	5,00	87,00
2007	70,00	54,00	71,00	81,00	87,00	108,00	8,00	102,00	128,00	74,00	234,00	0,00
2008	88,00	0,00	282,00	84,00	128,00	48,00	181,00	84,00	178,00	82,00	128,00	102,00
2009	118,00	172,00	148,00	181,00	48,00	142,00	18,00	34,00	0,00	84,00	70,00	82,00
2010	49,00	0,00	88,00	0,00	102,00	80,00	0,00	80,00	128,00	0,00	100,00	82,00
2011	70,00	188,00	188,00	112,00	88,00	0,00	178,00	70,00	48,00	0,00	77,00	112,00
2012	148,00	87,00	188,00	177,00	101,00	58,00	0,00	148,00	142,00	118,00	48,00	102,00
2013	78,00	88,00	82,00	77,00	88,00	138,00	77,00	88,00	82,00	82,00	88,00	108,00
2014	0,00	47,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00	0,00	41,00	71,00	80,00
2015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
2016	88,70	0,00	160,80	187,20	119,10	72,20	112,00	78,00	81,10	80,10	88,10	80,10
2017	58,00	41,70	48,00	11,40	104,90	24,10	21,30	87,30	88,00	74,00	107,00	107,00
2018	80,00	81,70	18,40	11,10	80,10	88,70	42,80	81,70	77,80	78,10	104,10	41,10
2019	71,40	42,10	31,90	124,80	41,10	100,10	10,80	24,80	0,00	21,40	77,40	40,10

Sumber: <http://data.kemkominfo.go.id>

Tabel 3.2 Data curah hujan stasiun Kelas III Wamena

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Juli	Agust	Sept	Okta	Nov	Des
2005	40,20	38,20	61,10	41,40	38,10	38,10	16,70	17,60	28,30	43,80	31,80	23,10
2006	18,20	32,20	88,20	40,10	88,00	24,70	28,10	20,90	34,10	31,70	84,60	33,40
2007	11,10	34,80	37,20	24,80	28,00	17,00	39,00	37,40	32,10	31,70	41,70	41,20
2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	41,70	31,90	0,00	6,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00
2012	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,00	34,70	34,90	43,80	88,70	31,80
2013	14,80	34,40	27,70	31,40	28,40	27,80	48,60	16,20	12,80	28,10	31,10	24,00
2014	23,20	33,90	17,60	20,40	11,90	16,10	11,20	8,90	28,00	31,20	17,20	31,10
2015	26,70	19,00	20,10	21,80	41,10	21,90	4,80	36,40	0,00	28,40	31,10	41,10
2016	40,10	38,10	31,00	31,40	17,20	11,50	21,10	9,80	26,00	24,40	23,80	23,80
2017	21,80	24,50	22,10	16,70	14,00	14,70	27,10	23,80	37,00	39,00	16,70	18,90
2018	27,80	34,10	28,80	41,70	41,10	18,00	38,10	27,80	31,40	18,70	32,10	32,10
2019	41,20	40,00	40,00	31,20	23,40	18,80	20,50	15,00	37,00	21,20	10,40	27,80

Sumber: <http://data.kemkominfo.go.id>

3.2 Analisis Data

3.2.1 Analisis Hidrologi

Dalam melakukan perhitungan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan untuk berbagai beberapa periode ulang, terlebih dahulu harus melakukan analisis data curah hujan maksimum yang didapat dari stasiun curah hujan di sekitar lokasi perencanaan.

a. Analisis Curah Hujan Rancangan

Dalam analisis curah hujan rancangan tahapan pertama dilakukan penyortiran data curah hujan maksimum pertahun dari stasiun Tanah Merah dan stasiun Kelas III Wamena sebagai berikut:

Tabel 3.3 Curah hujan maksimum tahunan stasiun Tanah Merah

CURAH HUJAN MAKSIMUM TAHUNAN			
No.	Tahun	Stasiun	Keterangan
		Tanah Merah	
1	2005	98,00	Juni
2	2006	265,00	Februari
3	2007	234,00	November
4	2008	202,00	Maret
5	2009	183,00	April
6	2010	129,00	September
7	2011	176,00	Juli
8	2012	192,00	Desember
9	2013	116,60	Juni
10	2014	80,30	Desember
11	2015	1,20	Desember
12	2016	119,10	Mei
13	2017	107,80	November
14	2018	104,10	November
15	2019	114,90	April

Sumber: Hasil analisis, 2021

Tabel 3.4 Curah hujan maksimum tahunan stasiun Wamena

CURAH HUJAN MAKSIMUM TAHUNAN			
No.	Tahun	Stasiun	Keterangan
		Wamena	
1	2005	61,50	Maret
2	2006	84,60	November
3	2007	43,70	November
4	2008	0,00	-
5	2009	0,00	-
6	2010	41,70	April
7	2011	30,00	Oktober
8	2012	99,70	November
9	2013	54,40	Februari
10	2014	33,20	Oktober
11	2015	61,10	Desember
12	2016	40,30	Januari
13	2017	39,00	Oktober
14	2018	65,30	Mei
15	2019	93,20	Januari

Sumber: Hasil analisis, 2021

Setelah dilakukan penyortiran data curah hujan dilanjutkan menentukan analisis curah hujan maksimum menggunakan metode rata-rata aljabar.

Dengan contoh perhitungan curah hujan maksimum rata-rata pada tahun 2005 sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} R_1 + R_2$$

$$= \frac{98 + 61,5}{2} = 128,75$$

Sedangkan langkah perhitungan diatas untuk tahun 2006-2019 disajikan dalam bentuk tabel berikut:

Tabel 3.5 Perhitungan curah hujan maksimum tahunan rata-rata

No.	Tahun	Tanah Merah	Wamena K III	Rata-rata \bar{X} (mm)
		R1 (mm)	R2 (mm)	
1	2005	98,00	61,50	128,75
2	2006	265,00	84,60	307,30
3	2007	234,00	43,70	255,85
4	2008	202,00	0,00	202,00
5	2009	183,00	0,00	183,00
6	2010	129,00	41,70	149,85
7	2011	176,00	30,00	191,00
8	2012	192,00	99,70	241,85
9	2013	116,60	54,40	143,80
10	2014	80,30	33,20	96,90
11	2015	1,20	61,10	31,75
12	2016	119,10	40,30	139,25
13	2017	107,80	39,00	127,30
14	2018	104,10	65,30	136,75
15	2019	114,90	93,20	161,50

Sumber: Hasil analisis, 2021

b. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Dari hasil analisis curah hujan maksimum diatas dengan menggunakan metode rata-rata aljabar perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum guna menentukan debit banjir rencana dengan terlebih dahulu dilakukan sortir data dari terbesar menuju terkecil.

- Pengukuran Dispersi

Dalam analisis frekuensi curah hujan, dispersi adalah besarnya derajat atau besaran varian di sekitar nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau kecil dari nilai rata-ratanya. Melalui perhitungan parameter statistik untuk nilai $(X_i - \bar{X}), (X_i - \bar{X})^2, (X_i - \bar{X})^3, (X_i - \bar{X})^4$ terlebih dahulu, Dimana:

X_i = Besarnya curah hujan daerah (mm)

\bar{X} = Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Untuk perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Perhitungan parameter statistik curah hujan

No	X_i (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	307,30	140,84	19.836,84	2.793.887,31	393.500.401,48
2	255,85	89,39	7.991,17	714.357,15	63.858.766,71
3	241,85	75,39	5.684,13	428.547,17	32.309.614,78
4	202,00	35,54	1.263,13	44.902,91	1.595.999,01
5	183,00	16,54	602,38	14.784,30	562.855,89
6	183,00	16,54	273,68	4.527,81	74.901,77
7	161,50	-4,96	24,57	-121,78	603,81
8	149,85	-16,61	275,78	-4.579,81	76.055,37
9	143,80	-22,66	513,32	-11.630,22	263.502,09
10	139,25	-27,21	740,20	-20.138,45	547.900,65
11	136,75	-29,71	882,49	-26.215,72	778.781,62
12	128,75	-37,71	1.421,79	-53.611,66	2.021.494,51
13	127,30	-39,16	1.533,24	-60.036,73	2.350.838,83
14	96,90	-69,56	4.838,13	-336.524,19	23.407.500,71
15	31,75	-134,71	18.145,89	-2.444.571,82	329.275.180,34
ΣX	2496,85	0,00	64.026,97	1.043.776,84	850.422.396,79
\bar{X}	307,30				
X_{min}	31,75				
\bar{X}	166,46				

Sumber: Hasil analisis, 2021.

Setelah dilakukan perhitungan parameter statistik, dilanjutkan pengukuran dispersi antara lain meliputi:

1. Standar Deviasi (S_d)

Dalam perhitungan deviasi standar menggunakan persamaan sebagai berikut:

S_d = Standar Deviasi

X_i = Nilai varian ke i.

\bar{X} = Nilai rata-rata varian.

n = Jumlah data.

$$S_d = \left[\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S_d = \left[\frac{1}{15-1} \sum 64.026,97 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S_d = 67,62$$

2. Koefisien Skewness (C_s)

Dari perhitungan Koefisien Skewness menggunakan persamaan sebagai berikut:

C_s = Koefisien Skewness.

X_i = Nilai varian ke i.

\bar{X} = Nilai rata-rata varian.

S_d = Standar Deviasi.

n = Jumlah data.

$$C_g = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S_d^2} \times \sum (X_i - \bar{X})^3$$
$$C_g = \frac{15}{(15-1)(15-2) \cdot 67,62^2} \times (1.043.776,84)$$
$$C_g = 0,28$$

3. Koefisien *Kurtosis* (C_k)
Untuk perhitungan koefisien *Skewness* menggunakan persamaan sebagai berikut:

C_k = Koefisien *Kurtosis*.

X_i = Nilai varian ke i .

\bar{X} = Nilai rata-rata varian.

S_d = Standar Deviasi.

n = Jumlah data.

$$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S_d^4} \times \sum (X_i - \bar{X})^4$$
$$C_k = \frac{15}{(15-1)(15-2)(15-3) \cdot 67,62^4} \times 850.422.396,79$$
$$C_k = 0,01$$

4. Koefisien Varian (C_v)
Sedangkan perhitungan koefisien variasi menggunakan persamaan sebagai berikut:

C_v = Koefisien Varian.

\bar{X} = Nilai rata-rata varian.

S_d = Standar Deviasi.

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}}$$
$$C_v = \frac{67,62}{166,46}$$
$$C_v = 0,41$$

c. Analisis Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit banjir rencana dengan metode Rasional menggunakan data Intensitas curah hujan yang telah dianalisis sebelumnya, untuk perhitungan debit banjir rancangan sendiri dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \text{ C.I.A}$$

Dimana :

Q = debit banjir (m^3/det).

C = koefisien pengaliran. ($0 < C < 1$).

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm)

A = luas daerah aliran (km^2).

Dengan menggunakan data debit banjir rancangan dengan metode Rasional menggunakan data analisis metode gumbel dengan kala ulang 2 tahun diperoleh debit banjir rancangan sebesar $4,83 \text{ m}^3/det$ (lihat Tabel 4.16). Maka koefisien pengaliran C (lihat Tabel 2.10), untuk perhitungan debit banjir rancangan sebagai berikut :

Dimana :

C = 0,8

I = 54,35 mm/jam

A = 0,3998 km^2

Q = $0,278 \times 0,8 \times 54,35 \times 0,3998$
= 4,83 m^3/det

Selanjut perhitungan mengikuti langkah diatas dengan kala ulang yang disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3.7 Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Periode (th)	R _{th}	I	Q
	(mm)	(mm/jam)	(m ³ /det)
R 2	156,78	54,35	4,83
R 5	231,90	80,39	7,15
R 10	281,63	97,64	8,68
R 25	344,47	119,42	10,62
R 50	391,08	135,58	12,06
R 100	437,36	151,62	13,48

Sumber: hasil analisis, 2021

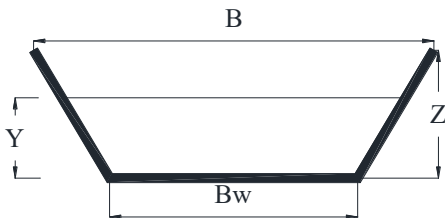
3.2.2 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika ini untuk menentukan dimensi saluran menggunakan jenis saluran terbuka pada area *runway*, sedangkan saluran tertutup pada area *taxiway*, untuk metode yang digunakan yaitu *trial and error* atau asumsi, sebagai berikut:

a. Saluran Drainase Area *Runway*

Sedangkan saluran drainase area *runway* menggunakan 2 alternatif bentuk saluran drainase antara lain:

- Alternatif 1 Bentuk Trapesium



Gambar 3.2 Bentuk Saluran Drainase Trapesium

Sumber: *Applied Hydrology*, Ven Te Chow

Elevasi hulu = 728

Elevasi hilir = 701

Panjang saluran = 1808,14 m

Dimana :

z = Tinggi saluran.

y = Tinggi debit air.

Bw = lebar bawah saluran.

S = Kemiringan saluran

B = lebar atas saluran.

n = Nilai koefisien *menning* $n = 0,014$.

(lihat tabel 2.12)

z = 3 m

Y = 2,6 m

Bw = 4 m

$$S = \frac{(\text{Elev hulu} - \text{Elev hilir})}{\text{Panjang saluran } L} = \frac{(728 - 701)}{1808,14} = 0,015$$

- Alternatif 2 Bentuk Persegi



Gambar 3.3 Bentuk Saluran Drainase Persegi

Sumber: *Applied Hydrology*, Ven Te Chow

Elevasi hulu = 728

Elevasi hilir = 701

Panjang saluran = 1808,14 m

Dimana :

y = Tinggi saluran.

Bw = lebar bawah saluran.

S = Kemiringan saluran

n = Nilai koefisien *menning*

$n = 0,014$

y = 1,57 m

Bw = 1,95 m

$$S = \frac{(\text{Elev hulu} - \text{Elev hilir})}{\text{Panjang saluran } L} = \frac{(728 - 701)}{1808,14} = 0,015$$

b. Saluran Drainase Area *Taxiway*

Untuk saluran drainase area *Taxiway* menggunakan tipe saluran *box culvert*,

dengan menggunakan metode *trial and error* atau asumsi dimensi sebagai berikut:

Elevasi hulu = 80

Elevasi hilir = 64

Panjang saluran = 25 m

Keterangan:

Y = Tinggi saluran.

Bw = lebar bawah saluran.

S = Kemiringan saluran

n = Nilai koefisien *menning*

Dimana:

bw = 1,3 m

Y = 2,1 m

n = 0,014

$$S = \frac{(\text{Elev hulu} - \text{Elev hilir})}{\text{Panjang saluran } L} = \frac{(80 - 64)}{25} = 0,64$$

3.3 Pembahasan Hasil Analisis

a. Data Curah Hujan

Berdasarkan data curah hujan rata-rata dari stasiun Tanah Merah dan stasiun Wamena kelas III dengan nilai rata-rata minimum (\bar{R} min) 307,30mm dan nilai rata-rata maksimum (\bar{R} max) 31,75mm.

b. Analisis Curah Hujan

Hasil curah hujan rancangan (Rth) dengan kala ulang 50 tahunan menggunakan metode gumbel didapat sebesar 391,08mm, sedangkan hasil intensitas curah hujan rancangan (Ith) dengan kala ulang 50 tahunan menggunakan metode gumbel sebesar 135,58mm/jam.

c. Analisis Banjir Rancangan (Qth)

Untuk hasil analisis banjir rancangan dengan (Qth) dengan kala ulang 50 tahunan didapatkan hasil sebesar 12,06 m³/det.

d. Analisis Hidrolika

1. Saluran drainase area *runway*

Berdasarkan dari hasil analisis saluran drainase area *runway* menggunakan saluran terbuka dapat disimpulkan bahwa saluran drainase yang lebih efektif menggunakan alternatif yang kedua yaitu saluran berbentuk persegi, dengan lebar penampang 1,95 m untuk kedalam saluran 1,57 m dengan debit sebesar 12,07 m³/det.

2. Saluran drainase area *taxiway*

Sedangkan dari hasil analisis saluran drainase area *taxiway* yang menggunakan saluran tertutup dapat disimpulkan bahwa saluran drainase yang digunakan yaitu saluran berbentuk *box culvert*, dengan lebar penampang 1,3 m untuk kedalam saluran 2,1 m dengan debit sebesar 12,81 m³/det.

Maka dapat disimpulkan dari hasil analisis perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar 12,07 m³/det dan 12,81 m³/det, sedangkan untuk debit banjir rancangan Q_t 50 tahun sebesar 12,06 m³/det. Maka dari kedua tipe $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 50 tahun dimensi tersebut dapat digunakan, yang ditetara pada tabel berikut:

Tabel 3.9 Hasil Perhitungan Analisis Hidrologi dan Hidrolika

Saluran Terbuka Area Runway	bw	y	w	Q ₁	Q _t 50	Keterangan
	(m)	(m)	(m)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	Q ₁ > Q _t 50
1. Tipe saluran trapesium	1	1	1,22	12,28	12,06	OK
2. Tipe saluran persegi	1,95	1,57	0,89	12,07	12,06	OK
Saluran Terbuka Area Taxiway						
3. Tipe saluran Box Culvert	1,3	2,1	1,02	12,81	12,06	OK

Sumber: hasil analisis, 2021

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah hasil analisis pada lokasi kegiatan di Bandar Udara Manggelum dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Perencanaan
 - a. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa debit banjir rancangan dari saluran samping *runway* dengan

menggunakan debit banjir Q_{50} th sebesar $12,06 \text{ m}^3/\text{det}$.

- b. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran dengan Q_{50} tahunan didapatkan dimensi saluran dengan dengan 2 jenis tipe saluran yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup antara lain:
 - Tipe saluran terbuka area *runway*
Berbentuk persegi dengan lebar saluran (bw) sebesar $1,95 \text{ m}$ sedangkan tinggi muka air maksimal (h) pada saat debit (Q_t) 50 tahun yaitu $1,57 \text{ m}$ dengan debit sebesar $12,07 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (V) sebesar $7,74 \text{ m}/\text{det}$, Sedangkan tinggi jagaan (*free board*) sebesar $1,05 \text{ m}$.
 - Tipe saluran terbuka area *Taxiway*
Berbentuk *box culvert* dengan lebar saluran (bw) sebesar $1,3 \text{ m}$ sedangkan tinggi muka air maksimal (h) pada saat debit (Q_t) 50 tahun yaitu $2,1 \text{ m}$ dengan debit sebesar $12,81 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (V) sebesar $4,7 \text{ m}/\text{det}$, Sedangkan tinggi jagaan (*free board*) sebesar $1,48 \text{ m}$.

Dari hasil analisis perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar $12,07 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $12,81 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka disimpulkan $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 50 tahun dimensi tersebut dapat digunakan.

4.2 Saran

- a. Disarankan drainase dari luar bandara tidak diizinkan masuk saluran bandara, karena drainase didesain hanya area kawasan bandar udara saja.
- b. Sebaiknya perencanaan drainase bandar udara Manggelum dengan memperhitungkan perkembangan kawasan sekitar *runway* dalam perencanaan debit banjir rancangan, karena akan mempengaruhi limpasan permukaan.
- c. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya agar memperhitungkan pengaruh debit sungai pada hilir saluran drainase yang

berpengaruh pada keluaran air dari drainase bandara, serta memperhitungkan sedimentasi atau endapan yang mempengaruhi laju pergerakan air.

5. Daftar Pustaka

1. Chow, V.T (1992): *Applied Hydrology*
2. Drainase Perkotaan . (1997), Penerbit : Gunadarma.
3. FAA (*Federal Aviation Administration*). Agustus 1970 *Airport Drainage*.
4. FAA (*Federal Aviation Administration*). Agustus 1965 *Drainage and Erosion Control-Surface Drainage Facilities for Airfields and Heliports*.
5. Hamsar, H.A H. (2011): *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: UII Press.
6. Limantara, L. M. (2010): *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung.
7. Keputusan Menteri Perhubungan. Tahun 2017 tentang *Rencana Induk Bandar Udara Manggelum Kabupaten Boven Digoel Provinsi Papua*.
8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. NO.233 tahun 1987: *Sistem Drainase Perkotaan*.
9. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. NO.12 tahun 2014 : *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*.
10. Perdana, M. (2020): *Perencanaan Crossing Box Culvert Proyek Jalan Tol Pangkalan – Bangkinang Pada Sta.49+638.72*
11. Wijaya, H.I.P. (2017) : *Perencanaan Sistem Drainase Pada Pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang*. Web site: http://repository.its.ac.id/2786/1/3114106_030_Undergraduate_Theses.pdf.
12. SNI 2415. (2016): *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*.
13. SNI 03-3424. (1994): *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*
14. Suripin. (2004): *Sistem Drainase Perkotaan Yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
15. Soemarto (1987): *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.

16. Soemarto (1999): *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
17. Soewarno. (1995): *Hidrologi Jilid 1*. Bandung: NOVA.
18. Soewarno. (1991): *Hidrologi Pengukuran dan pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung: NOVA.
19. Sofi, Fifi. (2006): *Modul Drainase*. Surabaya.
20. Data Bandar Udara – Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Web site: <http://hubud.dephub.go.id/website/BandaraDetail.php?id=156>.

ANALISA UNJUK KERJA *HEAT EXCHANGER* SEBAGAI PENDINGIN OLI DENGAN MEDIA AIR KAPASITAS 13 LITER/MENIT SKALA LABORATORIUM

Srihanto

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta
Srihantto58@gmail.com

Abstract

Heat Exchange (HE) is a device consisting of various components that function to transfer heat from one fluid to another. To determine how much energy is transferred it is necessary to do research. This research is a comparative/comparative research aimed at finding out how much energy can be transferred from oil fluid to water fluid with several temperature variables. The research methodology was carried out by testing the shell and tube type heat exchanger, with oil and water as the coolant. The test is to operate the HE by adjusting the T1 inlet oil temperature (40°C, 45°C, 50°C, 55°C and 60°C). Then observe and record thermometers T3, T4, T5 for water, and T6, T7 for air. From the results of the study, the lowest value in experiment 1: (inlet oil temperature 40°C) in shell and tube decreased to 38.6°C, LMTD 6.8°C, heat transfer rate in oil 999.12 J/s, and 18% effectiveness. Meanwhile, in the condenser the incoming water is 32.5°C, it decreases to 32°C, the LMTD is 2.2°C, the heat transfer rate in the water is 450.81 J/s, the heat transfer rate in the air is 175.57 J/s and the effectiveness is 29%. The highest value in experiment 4 (inlet oil temperature 55°C) in shell and tube decreased to 47.6°C, LMTD 16.6°C, heat transfer rate to oil 4519.87 J/s, heat transfer rate to water 710.19 J/s and 35% effectiveness. While the effectiveness of 32%. The effectiveness of the overall heat exchanger (shell and tube and condenser) was lowest in experiment 1 = 17%, and the highest in experiment 4 = 30%.

Keywords: *heat exchanger, research, shell and tube, condenser, temperature*

I Pendahuluan

1.1. Latar Belakang.

Heat exchanger (HE) merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa juga berfungsi sebagai pemanas atau pendingin. *Heat exchanger* yang banyak dipakai adalah tipe *shell and tube*. Tipe ini terdiri dari sejumlah *tube* yang terpasang sedemikian rupa didalam *shell* yang berbentuk silinder, dalam pemakaian HE digunakan untuk Hidrolik dan mesin industri.

1.2. Permasalahan

Bila oli pendingin Hidrolik tersebut tidak didinginkan maka suhu oli akan tinggi dan pada

akhirnya alat akan rusak. Mengingat begitu pentingnya HE untuk itu perlu alat HE sebagai peragaan pembelajaran pada perkuliahan maupun Perkktikum di laborattorium teknik mesin Insttitut Teknologi Buddi Utomo Jakarta.

1.3. Identifikasi Masalah

1. Bagaimana melakukan pengujian HE dengan suhu pelumas oli yang berbeda
2. Memperhitungkan berapa besar kalor pada oli yang diserap oleh fluida air pendingin pada alat uji *heat exchanger*.

1.4. Batasan Masalah

1. Pengujian alat uji *heat exchanger* yang ada di laboratorium ITBU.
2. Fluida yang didinginkan oli, fluida sebagai pendingin air dan

fluida pendingin air adalah udara.

- Analisa pengujian dengan variasi temperature oli yaitu 40°C, 45°C, 50°C, 55°C dan 60°C dengan laju aliran fluida tetap.

1.5. Rumusan Masalah

- Berapa besar laju perpindahan panas yang dilepas oli dari HE?
- Berapa besar kalor yang diserap oleh air pendingin pada HE?
- Berapa besar unjuk kerja dan efektivitas HE?

1.6. Tujuan dan Manfaat

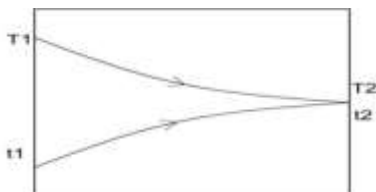
- Mampu memahami sistem kerja alat uji *heat exchanger* skala laborototium.
- Mampu menganalisa laju perpindahan panas dari alat uji
- Menentukan berapa besar kalor yang di serap oleh media pendingin di HE.

2. landasan teori .

2.1 . Prinsip Kerja Heat Exchange

a)Alat Penukar Kalor (APK) searah :

Yaitu temperatur fluida yang didinginkan dan media pendingin suhu rendah berasal dari satu arah.

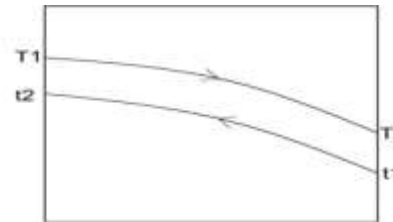


Gambar 2.1 Alat penukar kalor searah(Sitompul, T.M.,1993:4)^[1]

b). Alat Penukar Kalor (APK) berlawanan arah:

Yaitu temperatur fluida yang

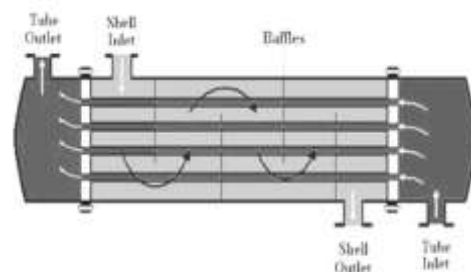
didinginkan dan media pendingin suhu rendah berasal dari berlawanan.



Gambar 2.5 APK berlawanan arah (Sitompul, T.M.,1993:4)^[1]

2.2. Heat Exchanger tipe Shell and Tube

Heat exchanger shell and tube dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 HE tipe *Shell and Tube* (Cengel, Y.A (2006 hal.670)^[5]

2.3. Menentukan Energi Kalor dari Fluida

- Laju aliran massa fluida dengan persamaan: (Cengel, 2006: 13)^[5]

$$m = \rho \cdot V \cdot A \quad \dots\dots(2.1)$$

- Laju kapasitas panas fluida panas dan fluida dingin.

$$C = mCp \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

- Laju perpindahan panas fluida panas dan fluida dingin pada temperatur fluida masuk dengan persamaan:

$$Qh = Ch \cdot (Th_{in} - Th_{out}) \quad \dots\dots(2.3)$$

Untuk fluida dingin (c):

$$Q_c = C_c \cdot (T_{c\ out} - T_{c\ in}) \dots\dots(2.4)$$

4. Menghitung Efektivitas laju perpindahan panas: (Cengel, 2006:690)^[5]

$$E = \frac{Q_{act}}{Q_{max}} \times 100 \% \dots\dots(2.5)$$

Dimana: E = Efektivitas *heat exchanger* (%), Q_{act} = Laju perpindahan panas actual (J/s), Q_{max} = Laju perpindahan panas maksimal (J/s)

2.4. Perbedaan Temperatur Logaritmic LMTD (Log Mean Temperature Differene)

Untuk menghitung LMTD (*Log Mean Temperature Differene*): (Sitompul:1993:179)^[1]

$$LMTD : \frac{\Delta T_{max} - \Delta T_{min}}{\ln \frac{T_{max}}{T_{min}}} \dots (2.6)$$

2.5. Menentukan Bilangan Reynolds

Berikut adalah jenis aliran yaitu: Aliran *laminar* yaitu jika $Re < 2300$, Aliran *turbulent* yaitu jika $Re > 4000$ (Holman:2010:210)^[2]

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} \dots\dots(2.7)$$

2.6. Menentukan Bilangan Nusselt

$$Nu = 0,332 \times Pr^{1/3} \times Re^{1/2} \dots(2.8)$$

2.8. Banyaknya Perpindahan Panas

Banyaknya perpindahan panas dapat dihitung dengan persamaan berikut: (Kakac, S., Liu, H.:2002:38)^[4]

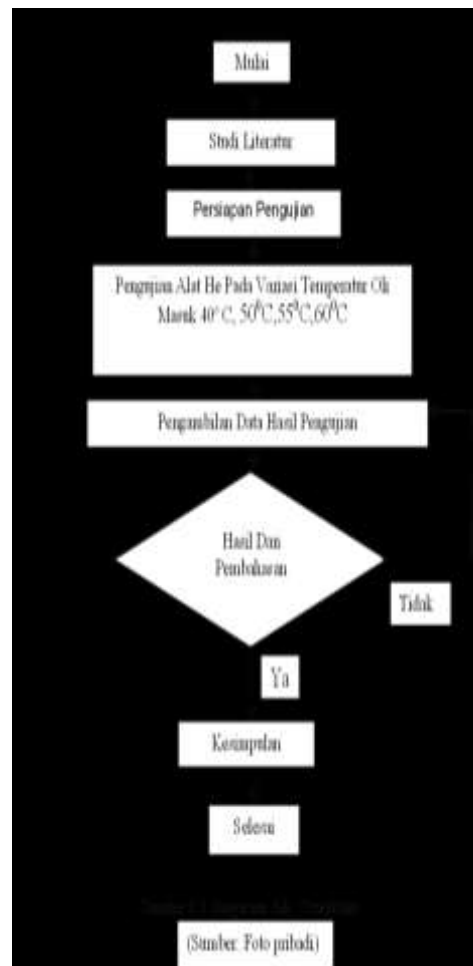
$$Q = U \times A \times \Delta T_{LMTD} \dots\dots(2.9)$$

2.9. Menghitung ΔT_{LMTD} pada percobaan 1 oli masuk 40°C :

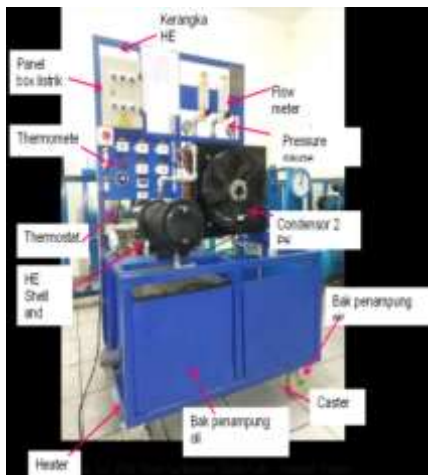
$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_{h2} - T_{c1}) - (T_{h1} - T_{c2})}{\ln \frac{(T_{h2} - T_{c1})}{(T_{h1} - T_{c2})}} \dots(2.10)$$

3. Metodologi Penelitian

3.1. Diagram alir penelitian HE.

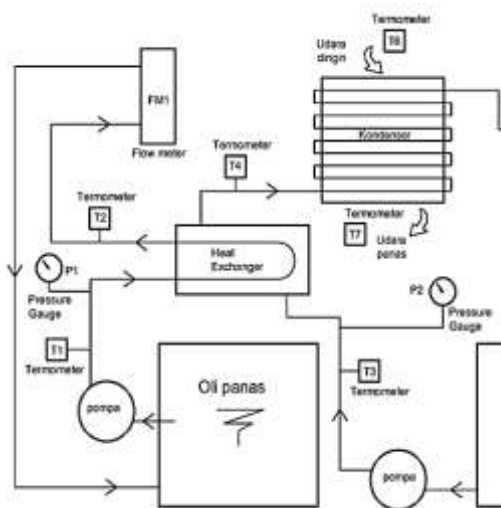


3.2. Alat dan Bahan Penelitian Heat Exchanger



Gambar 3.2. HE Shell & Tube skala laboratorium.

3.3. Dibawah ini di perlihatkan diagram skematik HE yang di lakukan peneliti



Gambar 2.2. Diagram skematik HE (Sumber Laboratorium Mesin ITBU)

Keterangan tabel adalah:

- T1 = Suhu pada oli masuk HE
- T2 = Suhu pada oli keluar HE
- T3 = Suhu pada air masuk HE
- T4 = Suhu pada air yang keluar
- T5 = Air keluar condensor.
- T6 = udara masuk kecondensor.
- T7 = Suhu pada udara yang keluar

4. Dat Peengujian & Pembahasan.

4.1. Data Hasil Pengujian Dan Pembahasan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Heat Exchanger Berdasarkan Variasi Suhu Oli Masuk

Nomor Percobaan	Suhu Oli (°C)		Suhu Air (°C)		Suhu Udara masuk ke Condensor (°C)	Suhu Udara keluar dari Condensor (°C)	Takan Aliran Air (psi)	Takan Aliran Oil (psi)	Debit Oil (l/min)	Debit Air (l/min)
	In	Out	In	Out						
1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P1	P2	Q1	Q2
2										
3										
4										
5										

4.2. Analisa Laju Aliran Fluida

4.2.1. Maka Laju Aliran Massa Oli :

$$m_{oli} = \rho_{oli} \times Q_{p_{oli}} = 0,37 \text{ kg/s}$$

$$m_{air} = \rho_{air} \cdot Q_{p_{air}} = 0,22 \text{ kg/s}$$

4.2.2. Maka Laju Kapasitas Panas :

$$C_{oli} = m_{oli} \times C_{p_{oli}} = 713,66 \text{ J/s}^\circ\text{C}$$

$$C_{air} = m_{air} \times C_{p_{air}} = 901,61 \text{ J/s}^\circ\text{C}$$

4.3. Perpindahan Panas Oli Dan Air Pada Suhu 40 °C.:

4.3.1. Pada Oli (Q_{oli}) suhu 40°C) :

$$Q_{oli} = C_{oli} (T1-T2) = 999,12 \text{ J/s}$$

4.3.2. Pada Air (Q_{air})(Oli Masuk40°C)

$$Q_{air} = C_{air} \cdot (T4-T3) = 90,16 \text{ J/s}$$

4.4. Menghitung Efektivitas pada suhu 40°C

$$E = \frac{Q_{actual}}{Q_{maximal}} \times 100 \%$$

$$Q_{max} = C_{min} (T1-T3) = 5423,81 \text{ J/s}$$

$$Q_{act} = C_{oli} (T1-T2) = 999,12 \text{ J/s}$$

$$E = \frac{999,12 \text{ J/s}}{5423,81 \text{ J/s}} \times 100\% = 18 \%$$

4.5. Menghitung ΔT_{LMTD} , suhu oli 40°C.

$$\Delta T_{LMTD} = 6,8^\circ\text{C}$$

Bila diameter dalam shell 0,121 m, panjang shell adalah 0,3 m,

$$A = \pi \times d \times L = 0,114 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka } V = Q/A = 0,0019 \text{ m/s}$$

4.6. Hasil Perhitungan didapat :

$$Re = 287,08$$

Dari hasil perhitungan nilai $Re < 2300$, maka disebut aliran laminer.

a. Menentukan bilangan *Nusselt*

$$Nu = 0,332 \times Re^{1/2} \times pr^{1/3} = 9,34$$

b. Koefisien perpindahan panas total (U)

$$U = \frac{Nu \times k}{d} = 42,92 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

4.7. Menentukan perpindahan pada dinding HE shell and tube pada percobaan 1 atau 40°C.

Bila D luar = 0,127 m, d dalam HE(d) = 0,121m, (L) = 0,3 m, Tebal tutup HE = 0,025m, Dtutup HE = 0,127 m

Luas penampang dinding HE :

$$A_d = 3,14 \times (D-d) \times L = 0,005 \text{ m}^2$$

a).Perpindahan Kalor pada dinding shell : $Q_d = U \times A \cdot (\Delta T)_{lmtd} = 1,4 \text{ Watt}$

b)Kalor yang dilepaskan pada tutup adalah:

$$Q_d = U \cdot A \cdot (\Delta T)_{lmtd} = 2,9 \text{ W}$$

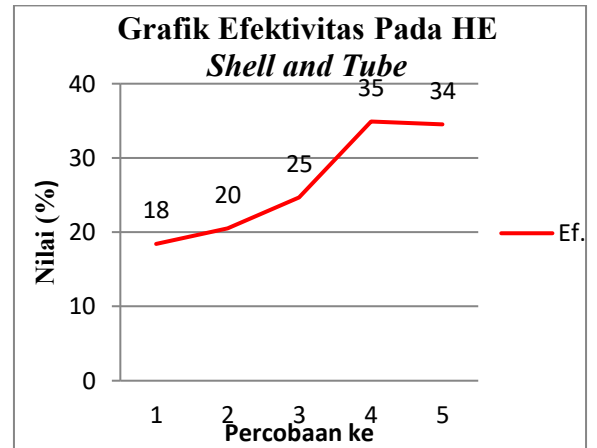
c) maka $Q_{total} = Q_d + Q_t = 4,3 \text{ Watt}$

4.8 Dari Hasil Analisa Percobaan 1 Sampai Dengan 5 Di Jelaskan Pada Tabel Di Bawah Ini :

m_{air} pada suhu T1 (kg/s)	m_{air} pada suhu T3 (kg/s)	C_{air} pada suhu T1 (J/s°C)	C_{air} pada suhu T3 (J/s°C)	Q_{air} pada suhu T1 (J/s)	Q_{air} pada suhu T3 (J/s)
$m \cdot \rho \times Q$	$m \cdot \rho \times Q$	$C = m \times cp$	$C = m \times cp$	$Q = C \times (T_{in} - T_{out})$	$Q = C \times (T_{in} - T_{in})$
Q_{max} pada suhu T1 (J/s)	Q_{air} pada suhu T1 (J/s)	Efektivitas (E)	ΔT_{LMTD} (°C)		
$Q_{max} = C_{min} \times (T_1 - T_3)$	$Q_{air} = C_{air} \times (T_1 - T_3)$	$E = \frac{Q_{act}}{Q_{max}} \times 100\%$	$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_2 - T_3) - (T_1 - T_4)}{\ln \frac{(T_2 - T_3)}{(T_1 - T_4)}}$		

Tabel 4.1 Data Pembilangan Kalor Yang Diperoleh Dengan Uji Shell and Tube

No. Percobaan	Q_o (Watt)	Q_a (Watt)	Q_{total} (Watt)
	$Q_o = U \times A_o \times \Delta T_{LMTD}$	$Q_a = U \times A_a \times \Delta T_{LMTD}$	$Q_{total} = Q_o + Q_a$
1	1,90	7,99	9,89
2	2,21	8,80	11,01
3	2,28	8,85	11,13
4	3,41	11,17	14,58
5	4,16	13,56	17,72



Gambar 4.3 Grafik Efektivitas Pada HE Shell and Tube

No. Percobaan	Q_{oli} pada suhu T_4 (J/s)	Q_{air} pada suhu T_4 (J/s)	Efektivitas (E)	ΔT_{LMTD}
	$Q_{oli} = C_{oli} \times (T_1 - T_2)$	$Q_{air} = C_{air} \times (T_1 - T_2)$	$E = \frac{Q_{air}}{Q_{oli}} \times 100\%$	$\frac{\Delta T_{LMTD} = (T_1 - T_2) - (T_3 - T_4)}{\ln \frac{T_1 - T_2}{T_3 - T_4}}$
1	999,12	90,16	29%	17,5
2	1108,98	110,98	30%	17,5
3	1118,98	111,98	30%	17,5
4	1458,98	142,98	30%	17,5
5	1772,98	173,98	30%	17,5

No. Percobaan	$T_{air, in}$ (°C)	$T_{air, out}$ (°C)	$T_{oli, in}$ (°C)	$T_{oli, out}$ (°C)	Efektivitas
	T_1	T_2	T_3	T_4	
1	55	35	55	35	29%
2	55	35	55	35	30%
3	55	35	55	35	30%
4	55	35	55	35	30%
5	55	35	55	35	30%

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan :

Dari hasil pembahasan pada pengujian alat uji penukar kalor (*heat exchanger*) dapat disimpulkan :

1. Laju perpindahan panas yang dilepaskan oli (Q_{oli}) adalah Q_{oli} terendah pada percobaan 1 yaitu sebesar 999,12 J/s dan yang paling tinggi pada percobaan 5 yaitu sebesar 5226,98 J/s.
2. Banyaknya kalor yang diserap oleh air pendingin (Q_{air}) adalah Q_{air} terendah pada percobaan 1 yaitu sebesar 90,16 J/s dan yang paling tinggi pada percobaan 5 sebesar 1108,98 J/s.
3. Nilai efektivitas terendah pada percobaan 1 yaitu sebesar 29% dan yang paling tinggi pada percobaan 5 sebesar 36%.
4. Nilai efektivitas keseluruhan dari alat uji *heat exchanger* skala laboratorium paling besar adalah pada percobaan 4 (temperatur oli masuk 55°C) yakni sebesar 30%.

5.1 Saran

1. Pipa out dari oli panas pada bak fluida panas diletakkan sejauh mungkin dari heater dan pipa in, hal ini dimaksudkan agar saat pemanasan oli temperatur lebih maksimal tidak mempengaruhi air pendingin.
2. Pengujian alat *heat exchanger* bisa dicoba pada temperatur oli yang lebih tinggi lagi atau dengan menggunakan fluida pendingin berupa *coolant*.

DAFTAR REFERENSI

1. Sitompul, T.M. (1993). Alat Penukar Kalor (*Heat Exchanger*). (Ed 1). Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
2. Holman, J.P. (2007). *Heat Transfer*. (2nd Ed). New York: McGraw-Hill.
3. Masyithah, Y., & Haryanto, B. (2006). Buku Ajar Perpindahan Panas. Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Medan: Departemen Teknik Kimia.
4. Kakac, S., Liu, H. (2002) *Heat Exchanger, Selection, Rating, and Thermal Design*. (2nd Ed). Florida: CRC Press.
5. Cengel, Y.A (2006). *Heat Transfer: A Practical Approach*. (2nd Ed). Ohio: McGraw-Hill Higher Education.

--h--

Pengaruh Kerapatan Arus Pada Proses Hardchrome Terhadap Ketebalan Lapisan dan Kekerasan Lapisan Pada Poros Baja ST37

Indra Widarmadi.

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

Abstract

*Electroplating process is one of methods to prevent corrosion and avoid scratch defect due to handling or weariness of surface steels. The electroplating protected the steel by putting the current electric and some material such as Chromium. The processes sometimes we called **hardchrom**.*

Hardchrom electroplating in this mention was about study and found it out how the differences parameters of time operation and temperatures were affected to hardness, thickness of layer surface to the sample material based on ST 37, low carbon steels. Variation of current density have done on surfacing treatment and other fluid concentrate were put in konstan condition.

Experiment results shown us in operation time 30 minutes and keeping temperatures in 50 C, the higher current density given, the hardness of steels ST 37 became lower.

Key word : *Electroplating, hardchrome, current density, hardness*

PENDAHULUAN

Dalam dunia teknologi sekarang ini pemanfaatan logam untuk berbagai keperluan industri maupun keperluan umum lainnya menimbulkan masalah tersebut antara lain sifat mekanik dari suatu logam tersebut dan mudahnya logam tersebut terkorosi. Mudahnya suatu logam terkorosi dapat mengakibatkan kerugian dan dalam kondisi tertentu dapat membahayakan. [1]

Faktor kerusakan karena korosi tersebut dikarenakan sifat mekanik logam yang tidak menguntungkan seperti logam mudah aus dan sifat kekerasannya tidak sesuai dengan kebutuhan. Telah banyak berbagai cara dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas. Salah satu cara untuk melindungi logam agar tidak mudah terkorosi adalah meningkatkan

kekerasan permukaan logam dengan melapisinya dengan suatu bahan logam lain.

Pelapisan khromium keras adalah suatu proses pengendapan suatu logam dengan cara elektrolisa. Biasanya elektrolisa dilakukan dalam suatu bejana yang disebut sel elektrolisa yang berisi cairan elektrolit. Cairan elektrolit yang digunakan adalah larutan asam khromat, dan sebagai katalisnya digunakan asam sulfat. [2]

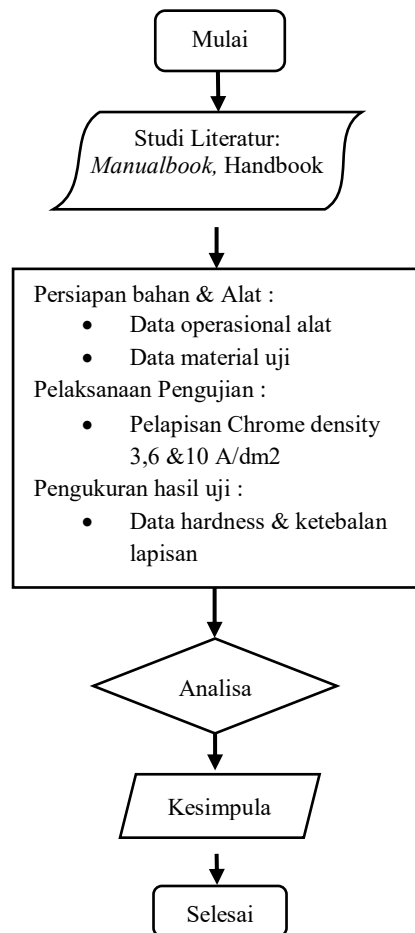
Pelapisan listrik khromium memiliki beberapa keistimewaan dibandingkan dengan pelapisan listrik lainnya, antara lain adalah kualitas permukaan dengan sifat-sifat tertentu, diantaranya :

1. Tahan korosi dan panas.
2. Kekerasan dan tahan gores yang tinggi (abrasi).
3. Koefisien gesek dan adhesi yang rendah.
4. Sifat *paramagnetic*.

5. Dan penampilan dekoratif yang baik (mengkilap atau tekstur tertentu)
6. Warna dan sebagainya.
7. Kekerasan lapisan yang dapat dicapai adalah antara 125 sampai 1250 VHN.

BAHAN DAN METODE

Metodologi Pengujian menggunakan laju aliran sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir pengujian.

Dalam pelaksanaannya terdiri dari beberapa tahapan berikut tahapannya :

Pertama yaitu proses pembersihan spesimen menggunakan larutan *degreasing* yaitu NaOH 10% selama 30

menit dengan cara di rendam atau disikat yang bertujuan untuk menghilangkan sisa minyak atau debu yang menempel pada spesimen. Setelah proses pembersihan dengan menggunakan larutan sabun lalu spesimen dibilas menggunakan air *rinsing* untuk menghilangkan bekas sabun. ^[3]

Kemudian masuk kedalam proses *pickling* yaitu pembersihan menggunakan larutan HCL, H₂SO₄ dan HF dengan cara di rendam selama 5 menit. Setelah proses *pickling* spesimen kembali dibilas dengan air *demin* untuk menghilangkan bekas larutan *pickling*. Setelah proses pencucian kemudian spesimen dimasukkan kedalam bak *electroplating* dengan larutan CrO₃ (asam kromat) 250 gr/ltr dan H₂SO₄ (asam sulfat) 2,5 gr/ltr dengan variasi waktu perendaman yang telah ditentukan yaitu 30 menit dengan arus 3, 6 dan 10 ampere dan suhu 50°C.

Setelah proses *electroplating* sudah mencapai batas waktu yang diinginkan, selanjutnya spesimen masuk kedalam bak pembilasan dengan menggunakan air *demin* water selama 10 menit dengan tujuan untuk menghilangkan bekas larutan *electroplating*. Proses pembilasan menggunakan air *demin* kemudian spesimen masuk kedalam proses pengeringan menggunakan *drye* selama 5 menit yang bertujuan untuk

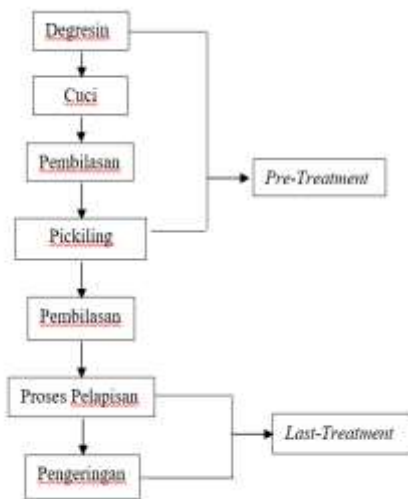
menghilangkan bekas air sehingga spesimen menjadi kering. Proses pengeringan menggunakan *dryer* yang bertujuan untuk mengeringkan spesimen.

Bahan spesimen yang digunakan adalah baja ST 37 terlihat pada gambar 2.

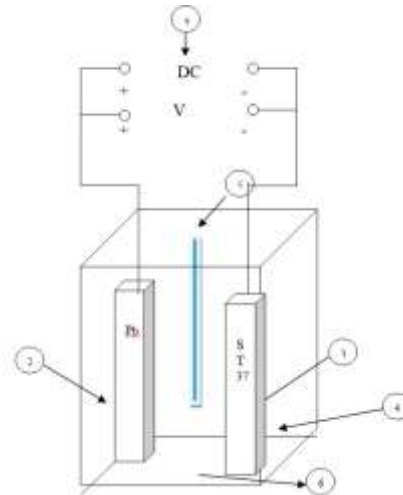


Gambar 2 Ukuran Spesimen Uji

Proses pembersihan benda uji yang akan di hardchrome dapat di gambarkan pada diagram alir urutan proses berikut :



Gambar 3. Urutan Proses pembersihan



Gambar 4. Sketsa proses elektroplating. ^[4]

Keterangan Gambar :

1. Sumber arus DC . 2. Anoda. 3. Katoda.
4. Bakreaksi. 5. Thermometer. 6. Larutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan dan pengujian hasil *elektroplating* meliputi pemeriksaan dan pengujian ketebalan dan kekerasan yang dilakukan di Pengujian Laboratorium Pelapisan (Lab.Fisika), gedung PUSLABFOR PORLI.

Pada pengujian kekerasan *Vickers* menggunakan alat *Microvickers Hardness Tester* dengan merk *Future Tech* tipe FM800 Uji kekerasan vickers menggunakan indenter piramida intan, besar sudut antar permukaan piramida intan yang saling berhadapan adalah 136 derajat. Ada dua rentang kekuatan yang berbeda, yaitu micro (10g – 1000g) dan macro (1kg – 100kg). ^[5]

Gambar 5. Alat uji kekerasan Vickers.

Hasil pengujian kekerasan Vickers dapat di lihat pada tabel berikut :

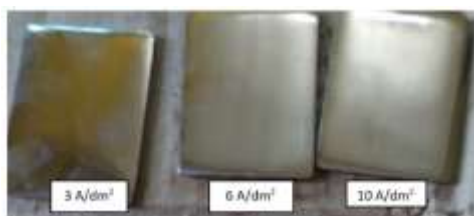
Tabel 1. Hasil uji kekerasan sample uji

Data di dapat dari batasan parameter sebagai berikut :

Tabel 2. Konversi arus ke kerapatan arus

No	Arus	Luas Permukaan	Kerapatan Arus
1	0,45	0,5 dm x 0,3 dm	3 A/dm ²
2	0,90	0,5 dm x 0,3 dm	6 A/dm ²
3	1,5	0,5 dm x 0,3 dm	10 A/dm ²

Dan hasil pelapisan dapat di lihat pada photo berikut :



Gambar 6. Photo sample uji sudah jadi

Tabel 3. parameter setting pelapisan

Waktu	Temperatur	Rapat Arus (A/dm ²)	Hasil Ketebalan Permukaan (µm)
30 Menit	50 °C	3	5.5
		6	6.1
		10	6.4



Kode Sampel	Beban	Diagonal 1 (µm)	Diagonal 2 (µm)	Nilai Kekerasan Vickers (HV)
S ₃	0,5 Kg	65,56	65,88	214,7
S ₆		69,17	65,79	203,6
S ₁₀		68,74	69,41	194,3

Gambar 7. Grafik perbandingan ketebalan terhadap arus



Gambar 8. Grafik perbandingan kekerasan terhadap arus

KESIMPULAN

Dari beberapa data, parameter, dan tabel hasil serta grafik beberapa simple yang di uji, maka dapat di ambil dua kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan variasi rapat arus 3, 6, dan 10 A/dm² dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi rapat arus maka semakin meningkat ketebalannya.
2. Pengaruh rapat arus terhadap kekerasan logam uji bahwa semakin tinggi rapat arus yang diberikan akan menyebabkan nilai kekerasannya semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Infometrik. (2007). Teori Electroplating (online) ; www.infometrik.com
2. Setiawan, D. (2007). Poros Propeller Pada Industri Textile. (online) ; www.wordpress.com

3. Rahayu, S.D dkk. (1996). Petunjuk Praktikum Elektroplating. Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik Dirjen Pendidikan Tinggi Depdikbud. Bandung.
4. Rofik, Husnu. (2004). Pengaruh Rapat Arus Dan Konsentrasi Larutan Elektrolit Terhadap Adhesive Logam Pelapis Hasil Pelapisan Hardchrome. (online) ; www.electroplatingunsu.edu
5. Juniarsah, Yan. (2003). Pengaruh Kerapatan Arus Pada Proses Hardchrome Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Pada Poros Baja Karbon. PUSLABFOR POLRI

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK TABLET PADA MESIN *COATING* XC750 DENGAN METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)

Sahidul Anam

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
syahidul.anam@patria.co.id

Abstract.

PT. K & F is a company engaged in the pharmaceutical industry. In the last ten months production process (last order), quality control, one of which is the number of defective products on the XC750 coating machine. The analysis methodology used to overcome failures using Fault Tree Analysis (FTA) and to be processed using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results of the research on product defects in the XC750 coating machine are caused by three factors, namely, machine factors, methods and materials, the FMEA and FTA methods can analyze the causes of product defects, where with FTA the classification of the problem is carried out to the discovery of the cause then the FMEA method gets a solution, resulting in a decrease in the number of defects from 2.0% to 0.34%. Proposals for improvement in this study are to add spare exhaust filters and solution hoses, run exhaust filter maintenance schedules consistently, make hose replacement schedules, and supervise the XC750 coating process.

Keywords: *XC750, coating machine, Fault Tree Analysis, Failure Mode, Effect Analysis*

PENDAHULUAN

PT. K & F adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang farmasi, saat ini PT. K & F memiliki masalah dalam proses produksi mereka sehingga menghambat jalannya proses produksi. Dari beberapa jenis produk yang dibuat, tablet merupakan salah satu produk yang banyak dipercaya masyarakat untuk menangani masalah kesehatan, namun tablet juga menjadi salah satu produk yang tidak lepas dari masalah dalam proses produksi, masalah yang mempengaruhi kurang terkontrolnya kualitas antara lain banyak kecacatan produk yang tidak memenuhi standar dari hasil produksi yang diproses di mesin *coating* XC750 yaitu, tablet geripis, tablet patah, tablet lengket, tablet *capping*, tablet *twinning*.

Banyaknya produk cacat hasil produksi menyebabkan kerugian bagi perusahaan sehingga butuh perhatian yang serius dan penanganan yang tepat sehingga masalah tersebut dapat berkurang bahkan hilang, maka peneliti memutuskan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) sebagai metode yang dianggap paling cocok untuk menangani kecacatan produk tersebut.

Berdasarkan latar belakang ini maka peneliti mengambil judul “Analisa Pengendalian Kualitas Produk Tablet Pada Mesin *Coating* XC750 Dengan Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA)” untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

LANDASAN TEORI

Kualitas merupakan salah satu kunci dalam memenangkan persaingan dengan pasar. Ketika perusahaan telah mampu menyediakan produk berkualitas maka telah membangun salah satu fondasi untuk menciptakan kepuasan pelanggan. Kualitas dapat diartikan sebagai “kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, sumber daya manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan”. Berdasarkan definisi ini, kualitas adalah hubungan antara produk dan pelayanan atau jasa yang diberikan kepada konsumen dapat memenuhi harapan dan kepuasan konsumen.

Kualitas tidak hanya menekankan pada hasil akhir, yaitu produk dan jasa tetapi menyangkut kualitas manusia, kualitas proses, dan kualitas lingkungan. Dalam menghasilkan suatu produk dan jasa yang berkualitas melalui manusia dan proses yang berkualitas^[1], sedangkan FMEA merupakan prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. FMEA merupakan suatu metode sistematis dalam melakukan identifikasi dan pencegahan terhadap produk dan proses sebelum masalah terjadi, dengan fokus mencegah kerusakan meningkatkan keamanan, dan mencapai kepuasan pelanggan^[2], sedangkan FTA merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*top event*)

kemudian merinci sebab-sebab suatu *top event* sampai pada suatu kegagalan dasar^[3].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode penelitian deskriptif digunakan untuk memecahkan sekaligus menjawab permasalahan yang terjadi pada masa sekarang. Metode penelitian deskriptif dilakukan dengan menempuh langkah-langkah pengumpulan, klasifikasi, analisis pengolahan data dan membuat kesimpulan dengan tujuan utama untuk membuat penggambaran tentang suatu keadaan secara objektif dalam suatu deskripsi, sedangkan yang dimaksud dengan pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang digunakan dalam penelitian dengan cara mengukur indikator-indikator variabel penelitian sehingga diperoleh gambaran diantara variabel-variabel tersebut.

Prosedur tahapan yang penulis lakukan dalam menyelesaikan permasalahan pada penelitian tentang analisis pengendalian kualitas produk tablet pada mesin *coating* XC750 dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) di PT. K & F.

Mesin *coating* XC750 terdiri dari beberapa alat diantaranya adalah *inlet filter*, *outlet filter*, pompa peristaltic dan tangki *mixing liquid*. Keempat alat ini merupakan satu kesatuan yang tidak bisa dipisahkan dalam proses *coating*. Berikut adalah tabel spesifikasi mesin *coating* XC750:

Tabel 1. Spesifikasi Mesin *Coating* XC750

XC750	
Power Supply	73 kw
Weight	3438 kg
Coater Dimensions	H 2400 × W 2050 × D 2414
Spray Guns	8
Working Volume	800 L
Compressed Air Consumption (@5bar from Coater)	21
Air Volume Range (m ³ /hr)	5000 – 12000
Main Heater Temperature Range (degC)	10 – 85
Main Heater Steam Consumption (kg/hr)	550

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan untuk digunakan dalam pengolahan data adalah data total produksi dan data *defect* yang sudah diproduksi di mesin *coating* XC750. Data tersebut diperoleh dari departemen produksi dan formulasi PT. K & F selama sepuluh bulan yaitu dari Bulan Januari 2020-Bulan Oktober 2020. Berikut adalah data yang telah dikumpulkan yang melingkupi data produksi dan data *defect* yang terjadi di mesin *coating* XC750 yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Data Jumlah Produksi dan Jumlah *Defect* Di Mesin *Coating* XC750 Bulan Januari 2020-Bulan Oktober 2020

No	Bulan	Jumlah Produksi (kg)	Jumlah Defect (kg)	Persen (%)
1	Jan	12.870	307	2,39
2	Feb	19.890	425	2,14
3	Mar	9.945	137	1,38
4	Apr	14.040	281	2,00
5	Mei	21.060	412	1,96
6	Jun	10.530	245	2,33
7	Jul	13.455	205	1,52
8	Agg	15.210	305	2,01
9	Sep	18.720	386	2,06
10	Okt	16.380	205	1,25
Total		152.100	2908	1,91

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)

Berdasarkan data jumlah produksi dan jumlah *defect* di mesin *coating* XC750 diatas kemudian dipisahkan berdasarkan data jenis *defect* sebagai berikut:

Tabel 3. Data Jenis *Defect* Di Mesin *Coating* XC750 Bulan Januari 2020-Bulan Oktober 2020

No	Jenis Defect	Jumlah Defect (kg)	Persen (%)	Akumulasi (%)
1	Tablet <i>Twinning</i>	1085	37,26	37,26
2	Tablet <i>Genipis</i>	295	10,13	47,39
3	Tablet <i>Patah</i>	1041	35,75	83,14
4	Tablet <i>Lengket</i>	382	13,12	96,26
5	Tablet <i>Capping</i>	109	3,74	100,00
Total		2912	100,00	

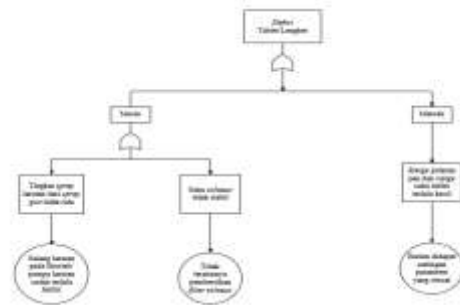
(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)

Dari data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan diagram pareto dengan tujuan untuk mengetahui *defect* tertinggi yang terdapat pada mesin *coating* XC750. Berdasarkan prinsip pareto chart yang dikenal dengan prinsip 80/20 yang artinya 80% akibat disebabkan oleh 20% penyebab. Maka, dari lima *defect* tersebut terdapat tiga jenis *defect* dengan total persentase kumulatif berada diangka 80% yaitu *defect* tablet *twinning* dengan bobot sebesar 37,26%, *defect* tablet patah dengan bobot sebesar 35,75% dan *defect* tablet lengket dengan bobot sebesar 13,12%, sehingga perbaikan utama difokuskan pada ketiga jenis *defect* tersebut.

Analisa *Fault Tree Analysis* (FTA)

Berikut adalah analisa dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) *defect* tablet *twinning*, tablet patah dan tablet lengket pada mesin *coating* XC750 dengan tujuan untuk dapat mengetahui faktor

apa saja yang menjadi penyebab terjadinya tiga jenis *defect* tersebut. Hal pertama yang dilakukan untuk menentukan kejadian paling atas/utama dalam sistem, karena akan mempengaruhi analisis sistem. Dibutuhkan pemahaman mengenai sistem serta jenis-jenis kerusakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan pada sistem, kemudian membuat pohon kesalahan. Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan, pembuatan pohon kesalahan menggunakan simbol-simbol boolean.



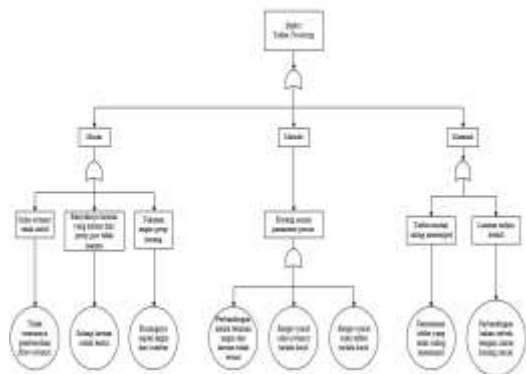
Gambar 3. Analisa *Fault Tree Analysis* (FTA) *Defect Tablet Lengket*

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)

Analisa *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA) yang telah dibuat sebelumnya, selanjutnya akan menjadi masukan dalam pembuatan tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang berfungsi untuk memberikan pembobotan pada nilai *Severity* merupakan tindakan mengestimasi seberapa serius dampak yang akan ditimbulkan jika kegagalan terjadi, *Occurrence* merupakan tindakan mengestimasi seberapa sering moda kegagalan mungkin muncul dan *Detection* dilihat dari bagaimana kegagalan atau efek dari kegagalan dapat terdeteksi. Pembobotan angka didapat dari hasil observasi dan wawancara atau diskusi dengan pihak-pihak terkait antara lain supervisor produksi, supervisor teknik dan R and D untuk mendapatkan nilai RPN yaitu nilai prioritas resiko. Nilai RPN didapat dari perkalian $severity \times occurrence \times detection$. Berikut adalah perbaikan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA):

Tabel 4. Analisa *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) *Defect Tablet Twinning* Pada Mesin *Coating XC750* Bulan Januari 2020- Bulan Oktober 2020



Gambar 1. Analisa *Fault Tree Analysis* (FTA) *Defect Tablet Twinning*

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)



Gambar 2. Analisa *Fault Tree Analysis* (FTA) *Defect Tablet Patah*

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)

Failure Mode	Effect of Failure Mode	Cause of Failure Mode	Severity Ranking	Occurrence Ranking	Detection Ranking	Risk Priority Number
Tablet Patah	Suhu ekstrusi tidak stabil	Tidak terangnya pemrosesan filer ekstrusi	8	8	2	144
	Pergerakan ekstrusi yang tidak stabil dari spray gun tidak sesuai	Selang tekanan tidak sesuai	7	8	2	112
Tablet Twinning Patah	Tekanan mesin spray kurang	Kapasitas mesin spray dari mesin	2	3	3	18
Mesin Coating XC750	Kurangnya mesin parameter proses	Perbandingan antara tekanan mesin dan larutan tidak sesuai	5	4	4	80
	Tablet mudah saling menempel	Kecepatan mesin ekstrusi terlalu kecil	5	6	2	60
		Kecepatan mesin ekstrusi terlalu besar	5	6	2	60
	Larutan terlalu kental	Perbandingan bahan kering dengan cair kurang sesuai	2	1	8	16

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)
Tabel 5. Analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Defect Tablet Patah Pada Mesin Coating XC750 Bulan Januari 2020- Bulan Oktober 2020

Failure Mode	Effect of Failure Mode	Cause of Failure Mode	Severity Ranking	Occurrence Ranking	Detection Ranking	Risk Priority Number
Tablet Patah	Kapasitas mesin terlalu besar	Aliran tablet di dalam pan mesin terlalu cepat dan tidak beraturan	8	3	2	48
	Spray larutan tidak stabil	Seberapa spray gun tidak mengeluarkan larutan	5	7	2	70
Mesin Coating XC750	Suhu mesin tidak stabil (tidak tetap)	Pemrosesan filer ekstrusi tidak sesuai	8	8	2	144
	Kurangnya parameter proses	Spray larutan ke tablet kurang	4	4	3	48
	Suhu ekstrusi tidak sesuai	Suhu ekstrusi terlalu cepat	3	3	3	27
Tablet Twinning	Suhu ekstrusi tidak stabil	Menggunakan parameter lain yang tidak sesuai spray	7	8	2	112

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)
Tabel 6. Analisa Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Defect Tablet Lengket Pada Mesin Coating XC750 Bulan Januari 2020- Bulan Oktober 2020

Failure Mode	Effect of Failure Mode	Cause of Failure Mode	Severity Ranking	Occurrence Ranking	Detection Ranking	Risk Priority Number
Tablet Lengket Patah	Tingkat spray larutan dari spray gun tidak rata	Selama larutan pada flow/sumbu larutan tidak terlalu lancar	5	6	2	60
	Suhu ekstrusi tidak stabil	Tidak terangnya pemrosesan filer ekstrusi	5	6	3	90
Mesin Coating XC750	Kecepatan pan dan spray pada tablet terlalu kecil	Belum dikalibrasi seluruh parameter yang sesuai	7	8	3	168

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)
Berdasarkan hasil RPN (Risk Priority Number) dari analisa FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) tersebut. Maka, dari hasil

nilai RPN (Risk Priority Number) terbesar tersebut kemudian dilakukan perbaikan dengan tujuan untuk mengurangi defect yang akan terjadi pada saat mesin coating XC750 digunakan untuk memproduksi.

Tabel 7. Analisa 5W + 1H Usulan Perbaikan Defect Tablet Twinning

What	Why	Where	When	Who	How	
Apakah rencana perbaikan?	Kemana perlu dilakukan perbaikan?	Dimana perbaikan tersebut dilakukan?	Kapan perbaikan tersebut dilakukan?	Bila yang menjadi PIC dalam perbaikan?	Bagaimana cara melakukan perbaikan tersebut?	
Tablet Twinning	Tidak terangnya pemrosesan filer ekstrusi	Apakah defekt tablet coating karena pemrosesan filer ekstrusi	Di area produksi	November 2020	Supervisor produksi dan operator produksi	Menggunakan mesin pemrosesan filer ekstrusi secara konsisten dan pemrosesan filer ekstrusi dengan suhu yang sesuai
Tablet Twinning	Selang tekanan tidak sesuai	Apakah defekt tablet coating karena selang tekanan yang tidak sesuai	Di area produksi	November 2020	Supervisor produksi	Supervisor produksi Melakukan validasi penggunaan selang tekanan dan operator produksi yang melakukan

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)
Tabel 8. Analisa 5W + 1H Usulan Perbaikan Defect Tablet Patah

What	Why	Where	When	Who	How	
Apakah rencana perbaikan?	Kemana perlu dilakukan perbaikan?	Dimana perbaikan tersebut dilakukan?	Kapan perbaikan tersebut dilakukan?	Bila yang menjadi PIC dalam perbaikan?	Bagaimana cara melakukan perbaikan tersebut?	
Tablet Patah	Tidak terangnya pemrosesan filer ekstrusi	Apakah defekt tablet coating karena pemrosesan filer ekstrusi	Di area produksi	November 2020	Supervisor produksi dan operator produksi	Menggunakan mesin pemrosesan filer ekstrusi secara konsisten dan pemrosesan filer ekstrusi dengan suhu yang sesuai
Tablet Patah	Menggunakan parameter lain yang tidak sesuai	Apakah defekt tablet coating karena menggunakan parameter yang tidak sesuai	Di area produksi	November 2020	Supervisor produksi dan operator produksi	R and D melakukan validasi penggunaan parameter dan operator produksi melakukan

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)
Tabel 9. Analisa 5W + 1H Usulan Perbaikan Defect Tablet Lengket

What	Why	Where	When	Who	How	
Apakah rencana perbaikan?	Kemana perlu dilakukan perbaikan?	Dimana perbaikan tersebut dilakukan?	Kapan perbaikan tersebut dilakukan?	Bila yang menjadi PIC dalam perbaikan?	Bagaimana cara melakukan perbaikan tersebut?	
Tablet Lengket	Belum dikalibrasi seluruh parameter yang sesuai	Apakah defekt tablet coating karena menggunakan parameter yang tidak sesuai	Di area produksi	November 2020	R and D, supervisor produksi dan operator produksi	R and D melakukan validasi penggunaan parameter dan operator produksi melakukan

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2020)

Hasil Perbaikan

Berdasarkan dari hasil pengamatan setelah perbaikan dengan menggunakan metode FTA dan FMEA didapatkan data penurunan *defect* produk *twinning*, lengket dan patah selama periode Bulan Nopember 2020-Bulan Januari 2021 adalah:

Tabel 10. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Defect Di Mesin *Coating* XC750 Bulan Nopember 2020-Bulan Januari 2021

No	Bulan	Jumlah Produksi (kg)	Jumlah Defect (kg)	Persen (%)
1	Nop	20475	70	0,34
2	Des	17550	45	0,26
3	Jan	18720	80	0,43
Total		56745	195	0,34

(Sumber: data diperoleh dari PT. K&F th 2021)

Perbaikan Yang Dilakukan

Melakukan pembersihan *filter exhaust* sesuai jadwal perawatan mesin yang dilakukan secara konsisten agar tidak timbul lagi masalah penyebab kecacatan produk tablet di mesin *coating* XC750, melakukan penggantian selang larutan yang sudah terlalu lentur sesuai dengan pengamatan visual dan berdasarkan jadwal penggantian selang yang telah dibuat oleh supervisor produksi agar *defect* tablet hasil *coating* menurun dan jumlah pemakaian selang lebih terkontrol, melakukan supervisi ulang untuk mendapatkan parameter tablet hasil cetak terbaik sehingga mengurangi tablet *defect* patah yang diproses di mesin *coating* XC750 dengan cara memperlebar syarat kekerasan tablet dari sebelumnya 11-21 Kp menjadi 11-24 Kp dan melakukan supervisi ulang untuk mendapatkan parameter tablet hasil *coating* terbaik sehingga

mengurangi tablet *defect* lengket yang diproses di mesin *coating* XC750 dengan cara memperlebar syarat suhu tablet, suhu *exhaust* dan menambah settingan *pan speed* di menit 15 sampai 30 saat proses *coating*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecacatan produk di mesin *coating* XC750 disebabkan dari tiga faktor yaitu, faktor mesin, metode dan material.
2. Metode FMEA dan FTA dapat menganalisa penyebab kecacatan produk, dimana dengan FTA dilakukan pengklasifikasian dari permasalahan hingga didapatkan penyebabnya kemudian dengan metode FMEA didapatkan penyelesaian masalahnya, dengan hasil penurunan jumlah *defect* dari 1,91% menjadi 0,34%.
3. Penanganan dari semua penyebab masalah kecacatan produk tersebut ialah dengan melakukan penambahan cadangan *filter exhaust* dan selang larutan, menjalankan jadwal pembersihan *filter exhaust* secara konsisten, pembuatan penjadwalan penggantian selang, serta melakukan supervisi pada proses *coating* XC750.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tjiptono, Fandy dan Gregorius Chandra, 2012, Pemasaran Strategik. Yogyakarta, ANDI. D.L, Goetsch & Davis S. 1994. Introduction to Total Quality: Quality, Productivity, Competitiveness. Prentice Hall International: Englewood Cliffs.

- [2] Rowe, & Raymond. (2009). Handbook of Pharmaceutical Excipients Sixth Edition. USA: Pharmaceutical Press.
- [3] Priyanta, Dwi. (2000). Keandalan dan Perawatan. Surabaya: Teknik Sistem Perkapalan. Institut Teknologi Sepuluh November.

PENGARUH PENCAMPURAN ETHANOL PADA BAHAN BAKAR PERTALITE TERHADAP DAYA MOTOR DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR X 150cc

Hariyanto

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

Abstract

At this time the motorbike has a very important role in everyday human life, especially in the field of transportation. Almost everyone enjoys the benefits generated by the combustion motor as a means of transportation. Apart from being a means of transportation, combustion engines are also widely used in other fields, especially in a very broad industrial field. One type of transportation that is very commonly used by the community is a two-wheeled type known as a motorcycle.

The machine works by converting chemical energy into heat energy then into motion energy, so that it can work properly, the engine needs fuel as an energy source. The better the quality of the fuel used, the better the combustion that occurs in the engine. The quality of the fuel can determine the performance and efficiency of the engine itself. Generally, the fuels used for motorbikes are pertamax, pertalite, and premium. Pertalite has an octane value of 90 so it can be used safely and well as a motorcycle fuel that has a high compression ratio.

Ethanol is an alternative fuel that has advantages over fuel. ethanol with an alcohol content of 70% has an octane number of 108 [1], while pertalite sold by Pertamina only has an octane number of 90.

The addition of ethanol has been shown to increase torque and power and reduce exhaust emissions.

Keywords : *Pertalite, Ethanol, increase torque, alternative fuel*

1. PENDAHULUAN

Ethanol atau alkohol memiliki beberapa fungsi sendiri antara lain sebagai octane booster, yang artinya etanol dapat menaikkan nilai oktan dengan dampak yang positif pada mesin dan efisiensi bahan bakarnya. Selain itu fungsi lain dari alkohol yaitu sebagai oxygenating agent, artinya alkohol mengandung oksigen sehingga dapat menyempurnakan pembakaran dalam mesin dan meminimalisir pencemaran udara[2] Untuk mendapatkan performa mesin yang optimal, maka dibutuhkan pula bahan bakar yang baik. Selain untuk menjadi sumber pembakaran dalam mesin, bahan bakar juga diharapkan dapat menunjang kinerja dari mesin sehingga didapatkan pembakaran yang sempurna dan performa mesin yang optimal.

Berdasarkan penjelasan diatas peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian pencampuran berupa etanol kedalam bahan bakar pertalite, untuk menguji performa mesin dan diharapkan

performa mesin motor menjadi lebih baik. Dimana judul penelitian yang akan dilakukan yaitu “Pengaruh pencampuran ethanol pada bahan bakar pertalite terhadap daya motor dan emisi gas buang pada motor x 150cc”.

2. METODOLOGI

Untuk menganalisa permasalahan ini, maka metodologi yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Observasi Lapangan
Merupakan langkah awal yang dilakukan penulis untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan objek pengujian.
2. Metode Literatur
Merupakan langkah penelusuran dan penelaah buku-buku referensi, untuk menambah wawasan teoritis yang lebih luas.
Tahap awal penelitian adalah mengumpulkan data-data untuk mencari rumusan masalah untuk di analisa.

Selanjutnya menyiapkan bahan yang digunakan untuk penelitian dilanjutkan dengan pengujian, untuk menemukan hasil dan pembahasan hasil penelitian sampai pada tahap akhir yaitu penyelesaian.

Bahan yang digunakan:

1. Bahan bakar jenis Pertalite dengan kadar oktan 90%
2. Ethanol dengan kadar 96%

Peralatan yang digunakan:

1. Tachometer untuk mengukur kecepatan
2. Dynamometer untuk mengukur nilai torsi dan daya motor
3. *Gas Analyzer* adalah alat suatu alat instrument yang bermanfaat untuk mengukur proporsi dan komposisi dari gabungan gas. Gas yang biasa diukur oleh perangkat ini ialah gas karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂), dan karbon monoksida (CO).
4. Stopwatch, adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan yang memiliki ketelitian sampai tingkat detik.
5. Blower berfungsi untuk menghisap atau mengurangi udara panas yang dihasilkan oleh mesin akibat putaran rpm yang bervariasi.

Data-data Motor yang digunakan:

1. Tipe : 4 langkah, 4valve SOHC, Berpendingin Cair
2. Jumlah/Posisi Silinder : Silinder Tunggal/Tegak
3. Diameter x Langkah: 57,0 x 58,7 mm
4. Perbandingan Kompresi: 10,4: 1
5. Daya Maks : 12,2 kW / 8.500 rpm
6. Torsi Maks : 14,5 Nm / 7.500 rpm
7. Sistem starter : Electric Starter
8. Sistem Pelumasan : Basah
9. Kapasitas Oli: Total = 1,15L; Berkala = 0,95L

10. Sistem Bahan Bakar : Fuel Injection System
11. Tipe Kopling : Basah, Kopling manual, Multiplat
12. Kapasitas bahan bakar: 12 Liter

Teknik Pengumpulan Data

1. Referensi
Kajian teori dalam buku sebagai penunjang dalam melaksanakan penelitian. Literatur yang digunakan adalah yang berhubungan dengan bahan bakar berupa pertalite dan *ethanol*.
2. Pengujian Kondisi Stasioner
Data yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu daya, torsi dan emisi gas buang dimasukkan kedalam tabel-tabel yang telah disediakan hal ini bertujuan untuk mengetahui hasil yang diperoleh selama pengujian berlangsung.

Identifikasi Variabel

A. Variabel Terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian, variabel terikat yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Variasi Perlakuan

Variasi perlakuan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian pada motor 150cc dengan komposisi bahan bakar P100%
2. Pengujian pada motor 150cc dengan komposisi bahan bakar E20%+P80%.
3. Pengujian pada motor 150cc dengan komposisi bahan bakar E30%+P70%

b) Putaran Mesin

Untuk mendapatkan data yang baik maka putaran mesin ditentukan bervariasi dari kecepatan 4000, 6000, 7500 dan 8.500 rpm.

Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan peneliti, tetapi besarnya tergantung pada

variabel terikatnya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil unjuk kerja maksimal dari mesin motor 150cc, dengan menganalisa data-data yang meliputi:

1. Daya (Hp)
2. Torsi (Nm)
3. Kadar emisi gas buang seperti CO, CO₂, HC, O₂ dan Lamda

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis perhitungan torsi dan daya pada pengujian ini didapat dengan menggunakan data yang diperoleh dari pengujian *dynotest*. Adapun tabel perhitungan torsi dan daya nya dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Torsi Dan Daya Berdasarkan Hasil Uji *Dyno*

Pertalite 100 %			
Rpm	Torsi (Nm)	Daya (Hp)	Daya (Kw)
4000	9,87	5,8	4,32
6000	9,86	8,27	6,11
7500	10,8	11,75	8,4
8500	9,81	11,79	8,72

Berdasarkan tabel 3.1 hasil torsi dan daya yang di dapat pada pertalite 100% nilai torsi tertinggi terdapat pada rpm 7500 dengan nilai torsi 10,8 Nm dan torsi terendah terdapat pada rpm 8500 nilai torsi 9,81 Nm. Sedangkan untuk daya tertinggi terdapat pada rpm 8500 dengan nilai daya 11,79 Hp dan daya terendah terdapat pada rpm 4000 nilai daya 5,8 Hp.

Tabel 3.2 Data Torsi Dan Daya Berdasarkan Hasil Uji *Dyno*

Pertalite 80% + Ethanol 20%			
Rpm	Torsi (Nm)	Daya (Hp)	Daya (Kw)
4000	9,8	5,6	4,17
6000	10,3	8,7	6,48
7500	11,57	11,9	8,9
8500	10,2	12,46	9,2

Berdasarkan tabel 3.2 hasil perhitungan torsi dan daya yang di dapat pada pertalite 80%+E 20% dengan menggunakan *dynotest* pada pengujian ini nilai torsi tertinggi terdapat pada rpm 7500 dengan nilai torsi 11,57 Nm dan torsi terendah terdapat pada rpm 4000 dengan nilai torsi 9,8 Nm. Sedangkan untuk daya tertinggi terdapat pada rpm 8500 dengan nilai daya 12,46 Hp dan daya terendah terdapat pada rpm 4000 dengan nilai daya 5,6 Hp.

Tabel 3.3 Data Torsi Dan Daya Berdasarkan Hasil Uji *Dyno*

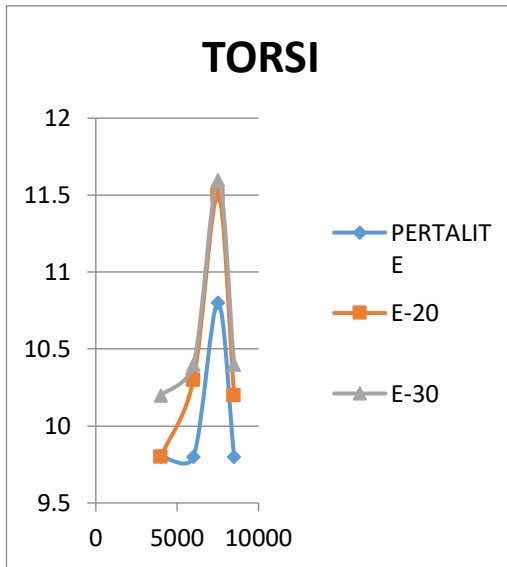
Pertalite 70% + Ethanol 30%			
Rpm	Torsi (Nm)	Daya (Hp)	Daya (Kw)
4000	10,2	5,7	4,25
6000	10,4	8,7	6,48
7500	11,6	12,2	9,09
8500	10,4	12,7	9,2

Berdasarkan tabel 3.3 hasil perhitungan torsi dan daya yang di dapat pada pertalite 70%+E 30% dengan menggunakan *dynotest* pada pengujian ini nilai torsi tertinggi terdapat pada rpm 7500 dengan nilai torsi 11,6 Nm dan torsi terendah terdapat pada rpm 4000 dengan nilai torsi 10,2 Nm. Sedangkan untuk daya tertinggi terdapat pada rpm 8500 dengan nilai daya 12,7 Hp dan daya terendah terdapat pada rpm 4000 dengan nilai daya 5,7 Hp

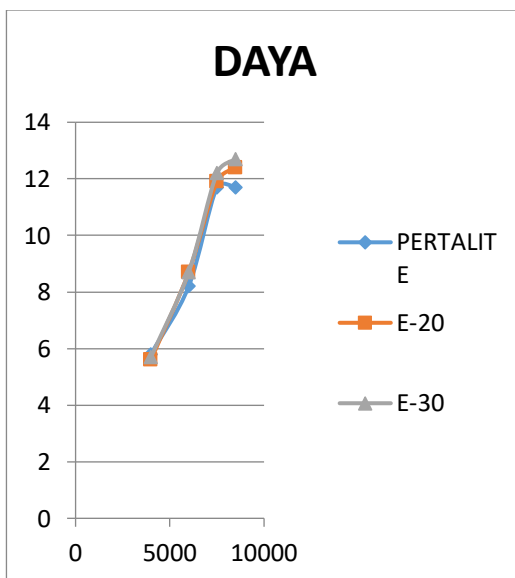
Grafik Hasil Perhitungan Torsi Dan Daya Dengan Menggunakan Dynotest

Berdasarkan pada grafik torsi, hasil uji *dyno* dengan menggunakan bahan bakar pertalite 100%, pertalite 80%+ E20% dan pertalite 70%+ E30% dapat dilihat pada grafik yang menunjukkan torsi tertinggi dari ketiga pengujian di dapat pada pengujian P70%+E30% pada rpm 7500 dengan nilai torsi 11,6 Nm dan torsi terendah pada pengujian P100% rpm 4000 dengan nilai torsi 9,8 Nm.

Adapun grafik torsi terlihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Grafik Torsi hasil dynotest



Gambar 3.2 Grafik Daya Hasil Dynotest

Berdasarkan pada grafik daya, hasil uji *dyno* dengan menggunakan bahan bakar pertalite 100%, pertalite 80%+ E20% dan pertalite 70%+ E30% dapat dilihat pada grafik yang menunjukkan daya tertinggi dari ketiga pengujian di dapat pada pengujian P70%+E30% pada rpm 8500 dengan nilai daya 12,7 Hp dan daya terendah pada pengujian P80%+E20% pada rpm 4000 dengan nilai daya 5,6 Hp

Dari Tabel perbandingan di atas dapat dilihat bahwa peningkatan daya terbesar ditunjukkan pada rpm 8500 menggunakan bahan bakar P70+E30, sedangkan torsi terbesar didapatkan pada rpm 7500 menggunakan bahan bakar P70+E30. Bahan bakar P70+E30 merupakan bahan bakar yang menghasilkan daya dan torsi terbesar dibandingkan bahan bakar lainnya dikarenakan kandungan yang terdapat pada bahan bakar merupakan komposisi yang pas.

Ethanol yang terkandung akan menambah nilai oktan pada pertalite menjadi lebih tinggi sehingga terjadinya detonasi (pembakaran tidak sempurna) pada mesin dapat dihindarkan dan pembakaran di dalam mesin menjadi sempurna.

Nilai oktan yang terkandung pada bahan bakar juga mempengaruhi performa dari mesin karena jika nilai oktan suatu bahan bakar tinggi maka kemungkinan terjadinya bahan bakar terbakar dengan sendirinya yang menyebabkan ketukan dan dapat menurunkan daya pada mesin dapat dihindari. Ketukan pada mesin terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna Berdasarkan uraian perbedaan daya dan torsi yang menggunakan bahan bakar pertalite murni dan dua campuran bahan bakar yang berbeda persentase kandungannya menunjukkan bahwa mesin menggunakan bahan bakar P70+E30 daya dan torsi rata-rata nya lebih besar dibandingkan yang menggunakan bahan bakar P100 dan P80+E20 Semakin tinggi putaran mesin maka daya yang dihasilkan akan meningkat, berbanding terbalik semakin tinggi putaran mesin maka torsi yang dihasilkan akan menurun.

Analisa Uji Emisi Gas Buang

Secara garis besar dapat dikatakan bahwa ketika *ethanol* digunakan sebagai campuran bahan bakar pertalite dengan presentase dibawah 50% akan menurunkan tingkat konsumsi bahan bakar. Hal ini dikarenakan etanol memiliki 35% kandungan oksigen sedang

pertalite hanya mengandung 0-2% oksigen.. Dengan kandungan oksigen ini menyebabkan pembakaran yang terjadi diruang bakar akan menjadi sempurna, sehingga meskipun jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar sedikit, akan menghasilkan power yang cukup besar untuk menggerakkan mekanisme motor.

Hasil uji emisi pada keadaan stasioner (idle) diberikan pada Tabel 4.10. Berdasar tabel tersebut diketahui bahwa penambahan etanol dalam pertalite akan memperbesar nilai lamda yang berarti kondisi campuran semakin miskin. Hal ini menunjukkan kemampuan etanol dalam beroperasi pada kondisi campuran miskin. Kandungan O₂ naik 25% pada campuran P80+E20 dan naik 52% pada campuran P70+E30 sehingga membuat pembakaran menjadi lebih sempurna dan irit bahan bakar.

Emisi CO naik pada campuran P80+E20 dengan penambahan etanol dan turun secara signifikan pada campuran P70+E30 yang berarti semakin besar penambahan ethanol akan semakin mengurangi kadar CO.

Emisi HC memberikan kecenderungan semakin besar dengan bertambahnya etanol, penambahan 20% ethanol akan menaikkan emisi HC sekitar 16% dan penambahan ethanol 30% akan menaikkan emisi HC sekitar 56% pada kondisi idle. Tetapi hal ini dapat dengan mudah dicarikan solusi dengan memanfaatkan kemampuannya dalam beroperasi pada kondisi campuran miskin antara lain dengan peningkatan kompresi, memperbesar turbulensi, atau meningkatkan energi penyalaan dari busi. Tabel 3.4 Emisi gas buang pada kondisi idle untuk berbagai campuran bahan bakar

RPM	Komposisi	P100%	P80+20%	P70+30%
1200	CO(%)	3,78	3,96	3,74
1200	CO ₂ (%)	11,6	11,4	11,4
1200	O ₂ (%)	0,73	0,91	1,11
1200	HC(ppm)	270	314	422
1200	Lambda	0,912	0,912	0,923

Analisa Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar yang digunakan yaitu konsumsi mesin berapa lama waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bensin sebanyak 10 ml = 0,01 ltr. Spesifik *fuel consumption* menyatakan jumlah pemakaian bahan bakar yang dikonsumsi. Jika diketahui ρ bensin adalah 0,00075 kg/cm = 0,75 kg/ltr, dan waktu yang ditempuh adalah 6 menit, maka konsumsi bahan bakar spesifik dapat ditentukan dengan. Maka untuk mencari berapa konsumsi bahan bakar spesifiknya tentukan terlebih dahulu laju bahan bakarnya (*mf*)

$$Mf : v \times \rho \rightarrow 0,01 \times 0,75 = 0,0075 \text{ kg}$$

Berdasarkan perhitungan secara teoritis analisa konsumsi bahan bakar spesifik terhadap busi standar dan iridium tidak terlalu terlihat perbedaan yang signifikan terhadap hasil dari uji *dyno* pada kedua spesimen tersebut. Tabel 3.5 menunjukkan data dari hasil perhitungan teoritis.

Analisa Perhitungan Teoritis KBBS

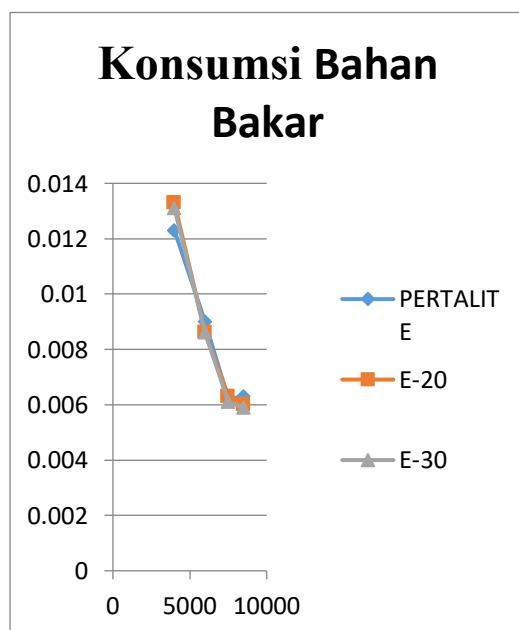
1. Daya yang dihasilkan diketahui untuk RPM 4000 adalah 5,8 Hp dengan waktu 6 menit, maka $5,8 \times \left(\frac{6}{60}\right) = 0,58$ Hp, maka konsumsi bahan bakarnya adalah
KBBS : $mf/Hp \rightarrow 0.0075/0.58 = 0.0123 \text{ kg/hp.Jam}$
2. Daya yang dihasilkan diketahui untuk RPM 6000 adalah 8,27 Hp dengan waktu 6 menit, maka $8,27 \times \left(\frac{6}{60}\right) = 0,827$ Hp, maka konsumsi bahan bakarnya adalah
KBBS : $mf/hp \rightarrow 0.0075/0.827 = 0.0090 \text{ kg/hp.Jam}$
3. Daya yang dihasilkan diketahui untuk RPM 7500 adalah 11,75 Hp dengan waktu 6 menit, maka $11,75 \times \left(\frac{6}{60}\right) = 1,2$ Hp, maka konsumsi bahan bakarnya adalah
KBBS : $mf/hp \rightarrow 0.0075/1.2 = 0.0062 \text{ kg/hp.Jam}$

4. Daya yang dihasilkan diketahui untuk RPM 8500 adalah 11,8 Hp dengan waktu 6 menit, maka $11,8 \times \left(\frac{6}{60}\right) = 1,179$ Hp, maka konsumsi bahan bakarnya adalah
 KBBS : mf/hp $\rightarrow 0,0075/1,18 = 0,0063$ kg/hp.Jam

Dengan metode yang sama kita hitung KBBS untuk Campuran Peralite – Ethanol 80+20% dan 70+30%. Dari hasil perhitungan kita peroleh data sbb:

Tabel 3.5 Konsumsi Bahan Bakar dengan campuran P100,P80+E20 dan P70+E30 Dengan Hitungan Teoritis

Konsumsi Bahan Bakar				
RPM	4000	6000	7500	8500
PERTALITE	0,0123	0,0090	0,0062	0,0063
E-20	0,0133	0,0086	0,0063	0,0060
E-30	0,0131	0,0086	0,0061	0,0059



Gambar 3.3 Grafik Konsumsi Bahan Bakar

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan data-data hasil penelitian, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa:

1. Campuran terbaik dari sample uji adalah Peralite 70% dan Ethanol 30%
2. Dari campuran tersebut didapat nilai Torsi tertinggi 11,6 Nm pada putaran 7500 rpm dan daya tertinggi mencapai 12,7 Hp pada putaran 8500 rpm.
3. Konsumsi bahan bakar terendah mencapai 0,0061 Kg/Hp.h pada putaran 7500 rpm.

Kesimpulan dari pengujian ini bahwa campuran 70% Peralite dan 30% Ethanol mampu meningkatkan Torsi dan Daya motor serta membuat BBM menjadi lebih irit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agrariksa, Fintas Afan, B. Susilo, dan W. A. Nugroho. 2013. Uji Performasi Motor Bakar Bensin (On Chassis) Menggunakan Campuran Premium dan Etanol. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem. Vol. 1. No. 3. Hal 194-203.
2. Sunyoto. 2008. *Teknik Mesin Industri jilid II* untuk sekolah menengah kejuruan Jakarta, departemen pendidikan
3. Handayani, Sri Utami. 2007. Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin. Gema Teknologi. Vol. 15. No. 2. Hal 99-102.
4. Arends. BPM dan Berenschot. H, Motor Bensin, Erlangga. Jakarta, 1980.
5. Surbhakty, 1978. *Motor Bakar*. Diktat Pendidikan Menengah Teknologi: Jakarta
6. Winarno, Joko. 2011. *Studi ekperimental pengaruh penambahan bioetanol pada bahan*

bakar pertamax terhadap unjuk kerja motor bensin. Jurnal Teknik. Vol, No :33-39.

7. Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik.* Jakarta : Rineka Cipta
8. <https://www.pertaminafuels.com/gasoline/pertalite>
9. Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak.* Penerbit ITB : Bandung
10. Spesifikasi Pertamax <http://refiners->

notes.blogspot.co.id/2014/02/spesifikasi-bahan-bakar-minyak-jenis.html

PROSES PEMBELAJARAN DENGAN METODE *ROUTING DISTANCE* MENGGUNAKAN *WIRELESS*

Bambang Agus Hidayat

Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
bagush.57@gmail.com.

Abstract

The learning process during a pandemic like now is very important in using internet access, this access generally uses services and facilities from telecommunication providers directly so that the basis and routes depend on several providers included in the internet cloud. On the other hand, there is another technology, namely wireless access which was built by itself for the teaching and learning process with smaller groups, especially during a pandemic like this, one of which is avoiding direct gatherings (face to face).

Routing is very important for sending data from the source node to the receiving node. In the routing process has several methods including Distance Vector and Link State. These routing settings can determine and improve the performance of a network.

In this research, which will also be implemented in Community Service, a comparison simulation of 2 routing methods has been made, namely the Distance Vector method and the Link State method on a packet network using Network Simulator 2 (NS 2). Both routing methods will be tested using homogeneous and heterogeneous packet techniques. Homogeneous packet testing techniques are used on networks with varying number of routers, namely 2 routers, 3 routers, 4 routers and 5 routers, but using the same type of packet and type of application. As for the heterogeneous packet testing technique, it is used on networks with the same number of routers or not varying, but using various types of packets and different types of applications. This test is used to get the value of QoS (Quality of Service) and a more stable teaching system, where the QoS parameters include delay, packet loss, jitter and throughput.

From these aspects, it will be analyzed which routing method and teaching system are more suitable and which method can improve the performance of the network and teaching system by using appropriate applications.

Keywords: *process, method, routing, distance, wireless*

PENDAHULUAN

Routing adalah sebuah proses untuk menemukan rute dari sumber ke tujuan yang digunakan oleh teknologi *wireless* sebuah protokol yang menemukan jalur terbaik dalam jaringan data komunikasi *network* yang dituju, akan menjadi *route* terbaik. Rute terbaik adalah rute yang memiliki jarak terpendek dan biaya yang minimum. [1]

Pada penelitian ini. *Routing* merupakan metode ke sebuah *network remote* dengan menilai jarak. *Route* dengan jarak *hop* yang paling sedikit Dalam hal ini penentuan metode routing sangat diperlukan dalam suatu jaringan komunikasi data. Terutama yang bisa meningkatkan kinerja dan performa dari jaringan. Untuk mendapatkan metode mana yang paling tepat untuk digunakan pada jaringan, maka metode tersebut akan dibandingkan berdasarkan penggunaan akses *wireless network* dengan suatu

ukuran QoS nya. QoS ini meliputi *packet loss, delay, jitter* dan *throughput*. [1]

Metode routing adalah merupakan sebuah mekanisme pengiriman paket data yang ditransmisikan dari satu network ke network yang lain. Pada sebuah router, biasanya mempunyai sebuah tabel routing atau lebih yang menyimpan informasi jalur routing yang akan digunakan ketika ada pengiriman data yang melewati router. Teknologi *wireless* adalah teknologi yang menghubungkan dua perangkat atau lebih tanpa menggunakan kabel. Pada umumnya para pengguna juga menyebutnya dengan istilah teknologi *nirkabel*. Teknologi *wireless* ini umumnya dipakai untuk pemindahan data. Jika pada saat itu harus menggunakan media kabel, sekarang tidak lagi. Teknologi *wireless* membuat proses transfer data menjadi lebih praktis. [2]

1.2 Pengertian Pembelajaran

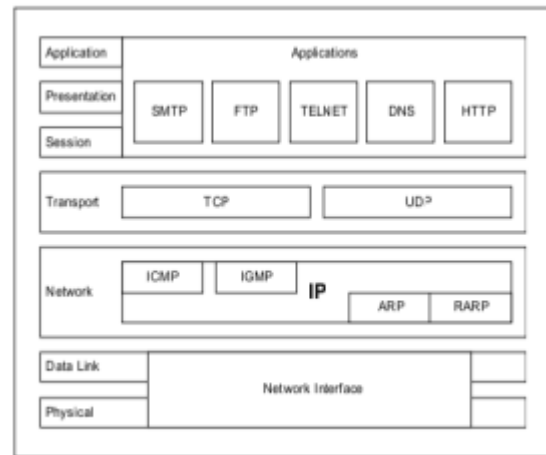
Proses pembelajaran adalah merupakan proses yang sadar tujuan, yaitu untuk meningkatkan aspek kognitif psikomotorik maupun afektif para siswa/mahasiswa. Pelaksanaan proses pembelajaran ini diterapkan terhadap setiap proses dari produk yang terkait dalam pelaksanaan belajar dan perkuliahan.

Pengertian lain adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses pemerolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Dengan kata lain, pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik.^[3]

TEORI PENUNJANG

2.1 Protokol TCP/IP ^[4]

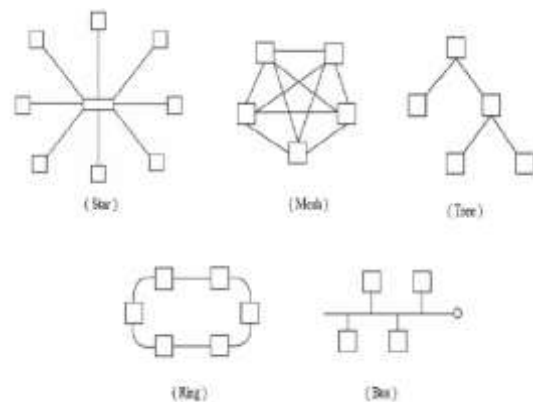
Komunikasi data adalah proses mengirim data dari satu perangkat akses ke perangkat akses lainnya. Adalah sekumpulan aturan untuk mengatur proses pengiriman data ini disebut protokol komunikasi data. TCP/IP adalah sekelompok protokol yang mengatur komunikasi data antar komputer, dimana masing-masing protokol tersebut bertanggung jawab atas bagian-bagian tertentu dari komunikasi data. TCP menyediakan kehandalan transmisi data antara *client* dan *server* apabila data hilang atau diacak, TCP memicu transmisi ulang sampai galat terkoreksi. IP menjalankan paket data dari simpul ke simpul, mengkode alamat dan rute data ke tujuan yang ditunjuk.



Gambar 2.1 Protokol TCP/IP

2.2 Network Topology ^[5]

Topologi suatu jaringan didasarkan pada cara penghubung sejumlah *node*/titik atau sentral/pusat data dalam membentuk suatu sistem jaringan.



Gambar 2.2 Jenis topologi jaringan

2.3 Protocol Routing

Fungsi utama dari *layer network* adalah pengalaman dan *routing*, *routing* merupakan fungsi yang bertanggung jawab membawa data melewati sekumpulan jaringan dengan cara memilih jalur terbaik untuk dilewati data.

Algoritma *routing* yang menentukan pilihan melalui jaringan itu, tergantung metode yang digunakan untuk membagi informasi *external*, dimana algoritma sebagai metode yang digunakan untuk memproses informasi *internal*.

2.3.1 Distance Vector

Sebuah *distance vector protocol* menginformasikan banyaknya *hop* ke jaringan tujuan (*the distance*) dan arahnya dimana sebuah paket dapat mencapai jaringan tujuan (*the vector*). Algoritma *distance vector*, juga dikenal sebagai *algoritma Bellman-Ford*, router mampu untuk melewati *updates route* ke tetangganya pada interval rutin terjadwal. Setiap tetangga kemudian menerima nilai tujuannya sendiri dan menyalurkan informasi routing ke tetangga terdekat. Hasil dari proses ini sebuah table yang berisi kumpulan semua *distance/tujuan* ke semua jaringan tujuan. beberapa rotokol yang menggunakan algoritma ini adalah :

a. RIP (*Routing Information Protocol*)

Merupakan *routing* protokol dengan algoritma *distance vector*, yang menghitung jumlah *hop (count hop)* sebagai *routing metric*. Jumlah maksimum dari hop yang diperbolehkan adalah 15 hop. Tiap RIP router saling tukar informasi *routing* tiap 30 detik, melalui UDP (*User Data Protocol*) port 520.

b. BGP (*Border Gateway Protocol*)

Merupakan protokol routing eksterior dengan algoritma *distance vector* yang bekerja dengan cara memetakan sebuah tabel IP network yang menunjuk ke jaringan yg dapat dicapai antar *Autonomous System (AS)*.

2.3.2 **Link State**

Routing ini menggunakan teknik *link state*, dimana artinya tiap *router* akan mengumpulkan informasi tentang *interface, bandwidth, roundtrip* dan sebagainya. Kemudian antar *router* akan saling menukar informasi, nilai yang paling efisien yang akan diambil sebagai jalur dan dimasukkan ke dalam *table routing*. Dengan menggunakan algoritma pengambilan keputusan *Shortest Path First (SPF)*, informasi LSA (*Latent Semantic Analysis*) tersebut akan diatur sedemikian rupa hingga membentuk suatu jalur routing. Protokol yang menggunakan algoritma ini adalah OSPF (*Open Shortest Path First*) merupakan *routing* protocol berbasis *link state*, termasuk dalam *Interior Gateway*

Protocol (IGP). Menggunakan algoritma *Dijkstra*. Algoritme *Dijkstra*, (sesuai penemunya Edsger Dijkstra), adalah sebuah algoritma yang dipakai dalam memecahkan permasalahan jarak terpendek SPP (*Shortest Path Problem*) untuk sebuah graf berarah (*directed graph*). untuk menghitung *Shortest Path First (SPF)*. Menggunakan *cost* sebagai *routing metric*. Setelah antar *router* bertukar informasi maka akan terbentuk *database link state* pada masing-masing *router*.

2.4 **Parameter QoS (Quality of Service)** [6]

2.4.1 **Delay**

Delay adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket data terhitung dari saat pengiriman yang dilakukan oleh *transmitter* sampai saat diterima oleh *receiver*.^[4]

$$\text{Waktu tunda } t = (T_r - T_s) \text{ detik} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

T_r = Waktu penerimaan paket (detik)

T_s = Waktu pengiriman paket (detik)

T = Waktu simulasi (detik)

t = Waktu pengambilan sampel (detik)

$$0 \leq t \leq T$$

2.4.2 **Packet Loss**

Packet loss adalah banyaknya paket yang hilang selama proses transmisi ke tujuan. Paket hilang terjadi ketika satu atau lebih paket data yang melewati suatu jaringan gagal mencapai tujuannya.

$$\text{Paket Loss} = \left(\frac{P_d}{P_s} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

P_d = Paket yang mengalami drop (paket)

P_s = Paket yang dikirim (paket)

T = Waktu simulasi (detik)

t = Waktu pengambilan sampel (detik)

$$0 \leq t \leq T$$

2.4.3 **Jitter**

Jitter adalah variasi *delay*, yaitu perbedaan selang waktu kedatangan antar paket di terminal tujuan. *Jitter* dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan

antar paket (*congestion*) yang ada dalam jaringan. Semakin besar beban trafik di dalam jaringan akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya *congestion* dengan demikian nilai *jitter*-nya akan semakin besar

2.4.3 Throughput

Troughput adalah jumlah bit atau paket dari suatu unit data yang diterima dengan benar oleh *receiver*.

$$\text{Throughput} : \frac{Pr}{\text{Lama pengiriman paket}} \quad (2.3)$$

Dimana :

Pr = Paket yang diterima (paket)

T = Waktu simulasi (detik)

t = Waktu pengambilan sampel (detik)

2.5 Data Proses Pembelajaran

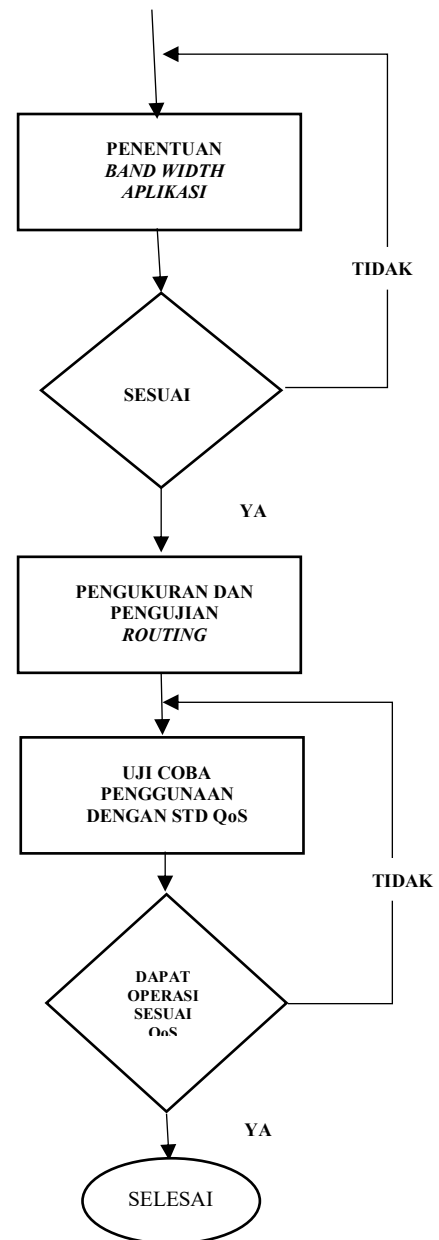
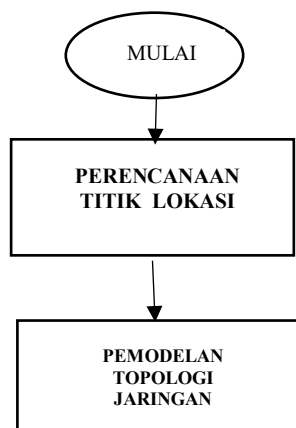
Data proses pembelajaran yang dikirimkan adalah aplikasi GS (*Google Scholar*) dengan besaran data yang mencukupi hal tersebut adalah sebesar 1.024 kbps atau 1 GB. Dengan berbagai variasi terutama untuk gambar (PDF) dan PPT serta *Word*.

Sehingga dengan demikian dalam perjalanan paket data tersebut tentunya terdapat berbagai hal yang mengganggu seperti *Delay*, *Jitter*, *Packet loss*.

Untuk itu diperlukan routing yang benar dan efisien untuk mengurangi hal tersebut dan mendapatkan *Troughput* yang sesuai atau paling tidak mendekati 100 %.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini dapat digambarkan seperti pada flow chart sbb :



3.1 Metode pengiriman data pembelajaran

Perangkat Server ditempatkan di Hosting dan terhubung pada beberapa lokasi akses internet masih dirasa kurang memadai serta jaringan seluler tidak terjangkau oleh data yg cukup (belum terjangkau 3/4 G), maka disolusikan menggunakan akses internet yang di routingkan dari layanan di suatu lokasi tertentu yang sudah dilayani dengan *Troughput* yang besar sehingga Ketika di

share ke beberapa node akan dapat terlayani.

Tahapan implementasi simulasi sistim pembelajaran melalui jaringan ini adalah sebagai berikut:

- Inisialisasi simulasi dibuat dengan cara menuliskan *script Tcl* dan simulasi implementasi aplikasi yg akan digunakan
- Survey lokasi yg akan dilakukan simulasi dengan cluster dan kelompok-kelompok
- Pemodelan Topologi Jaringan diawali dengan pembuatan node kemudian membuat simulasi *link* antar node.
- Sending data Proses sending data pada NS dilakukan dengan membuat *transport agent*.
- Trafik yang dibangkitkan akan sangat menentukan, dengan jenis trafiknya.
- Penentuan *protocol routing*.
- Pembebanan *link* dilakukan dengan memberikan *failure (down)* pada suatu *link* atau *node*.
- Menjalankan simulasi dan melakukan pengukuran.

3.2 Metode akses

Metode akses bagi node yang akan di share dapat dilakukan tidak secara terus menerus namun diseting dari pusat data sehingga bisa secara simultan dapat dlayani oleh tutor (guru/dosen) dengan waktu / jadwal yang telah ditentukan.

3.3 Metode pengirim / penerima pembelajaran

Metode pengiriman / fasilitator / guru menggunakan Laptop dan penerima menggunakan LCD secara berkelompok pada setiap kelompok kecil

Hasil dan Pembahasan

Untuk melakukan analisis dan pembahasan tahap awal adalah melakukan simulasi *ploting* data peta penempatan node dan melakukan pengujian beberapa cara dan kegunaannya antara lain :

4.1 Ploting data peta

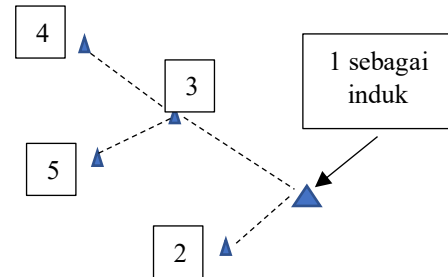
Pada *ploting* data peta dilakukan dengan menggunakan peta Google, dimana

simulasi node akan ditempatkan (dimana kelompok siswa / klister berada)

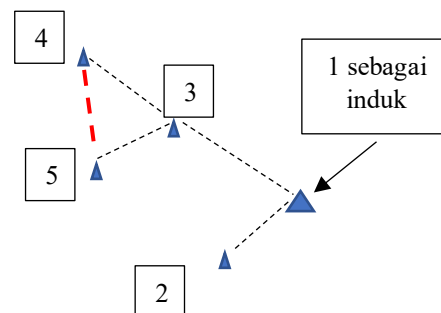


Gambar 4.1 Peta Dusun Arjasari, Cikujang, Kec. Serangpanjang Subang

Pada analisis konfigurasi jaringan menggunakan kombinasi Star namun jika dikehendaki nantinya akan menggunakan kombinasi Ring. Konfigurasi jaringan tergambaran seperti dibawah ini :



Gambar 4.2 Konfigurasi Jaringan Star



Gambar 4.3 Konfigurasi Jaringan Kombinasi Star dan Ring

4.2 Cara Pengujian

1. Untuk pengujian paket Homogen

a. Pengujian *delay*

Tabel 4.1 Nilai Rata-Rata *Delay* Saat Paket Data yang digunakan adalah 512 kb

Jumlah Router (Unit)	Nilai Rata-Rata Delay (detik)	
	Distance Vector	Link State
2	0,004146	0,004180
3	0,004143	0,004174
4	0,004141	0,004168
5	0,004141	0,004162

Tabel 4.2 Nilai Rata-Rata *Delay* Saat Paket Data 1.024 kb

Jumlah Router (Unit)	Nilai Rata-Rata Delay (detik)	
	Distance Vector	Link State
2	0,043672	0,045645
3	0,031522	0,032558
4	0,025578	0,026082
5	0,022115	0,022016

b. Analisis hasil uji *delay*

Pada metode *routing Distance Vector*, tiap penambahan *router* untuk pengiriman paket data 512 kb dan 1.024 kb, nilai rata-rata *delay* relatif kecil dan mengalami penurunan. Begitu juga pada metode *routing Link State*, nilai rata-rata *delay* semua trafik relatif kecil dan stabil. Namun nilai *delay* rata-rata metode *routing Distance Vector* lebih kecil daripada *Link State*, hal ini karena metode *routing Link State* menghitung jarak yang terpendek berdasarkan nilai *cost* untuk mendapatkan *routing* yang maksimal dan *Distance Vector* menghitung berdasarkan *hop count* sedangkan simulasi jaringan ini menggunakan nilai saluran *cost default* yaitu 1, sehingga metode *routing Distance Vector* yang lebih dapat dilaksanakan secara optimal dalam memilih rute.

c. Pengujian *Jitter*

Tabel 4.3 Nilai Rata-Rata *Jitter* Saat Paket Data yang digunakan adalah 512 kb

Jumlah Router (Unit)	Nilai Rata-Rata Jitter (detik)	
	Distance Vector	Link State
2	0,000002	0,000001
3	0,000004	0,000002
4	0,000005	0,000003
5	0,000007	0,000003

Tabel 4.4 Nilai Rata-Rata *Jitter* Saat paket Data yang digunakan adalah 1.024 kb

Jumlah Router (Unit)	Nilai Rata-Rata Jitter (detik)	
	Distance Vector	Link State
2	0,000130	0,000131
3	0,000125	0,000125
4	0,000118	0,000121
5	0,000114	0,000122

d. Analisis hasil uji *Jitter*

Pada metode *routing Distance Vector*, tiap penambahan *router* untuk paket data 512 kb dan 1.024 kb, nilai rata-rata *jitter* relatif kecil dan mengalami penurunan, karena metode *routing Distance Vector* dapat memilih rute yang optimal. Begitu juga metode *routing Link State*, setiap penambahan *router* untuk paket data 512 kb dan 1.024 kb, nilai rata-rata *jitter* relatif kecil dan mengalami penurunan.

e. Pengujian *Throughput*

Pengujian *Throughput* dengan data sbb :

Tabel 4.5 Nilai Rata-Rata *Throughput* Saat Paket Data yang digunakan 512 kb

Metode Routing	Jumlah Router	Nilai Rata-Rata <i>Throughput</i> (bps)
Distance Vector	2	717,590
	3	717,875
	4	717,215
	5	717,600
Metode Routing	Jumlah Router	Nilai Rata-Rata <i>Throughput</i> (bps)
Link State	2	717,375
	3	717,265

	4	717,160
	5	717,095

Tabel 4.6 Nilai Rata-Rata *Throughput* Saat Paket Data yang digunakan 1.024 kb

Metode Routing	Jumlah Router	Nilai Rata-Rata <i>Throughput</i> (bps)
Distance Vector	2	867,300
	3	866,815
	4	867,080
	5	867,675
Link State	2	868,045
	3	867,740
	4	867,205
	5	865,585

d. Analisis hasil uji *Throughput*

Pada metode routing *Distance Vector*, saat penambahan router untuk paket data 512 kb dan 1.024 kb, nilai rata-rata throughput mengalami kenaikan dan maksimal. namun untuk metode routing *Link State*, saat penambahan router kedua paket data, nilai rata-rata throughput mengalami penurunan, terlihat nilai rata-rata throughput *Distance*

Vector lebih besar daripada metode routing *Link State*, hal ini terjadi karena metode routing *Distance Vector* lebih bisa beradaptasi dengan kegagalan fungsi saluran yang terjadi, seperti saat terjadi *down link*.

e. Pengujian *Packet Loss*

Pengujian *Packet Loss* tercantum pada Tabel dibawah ini :

Tabel 4.6 Nilai Rata-Rata *Packet Loss* Saat Paket Data yang digunakan 512 kb

Jumlah Router (Unit)	Nilai Rata-Rata <i>Packet Loss</i> (%)	
	Distance Vector	Link State
2	0,0336	0.0364
3	0,0313	0.0349
4	0,0290	0.0330
5	0,0272	0.0308

Tabel 4.7 Nilai Rata-Rata *Packet Loss* Saat Paket Data yang digunakan 1.024 kb

Jumlah	Nilai Rata-Rata <i>Packet Loss</i> (%)	
	Distance Vector	Link State

Router (Unit)		
2	59,7428	63,9090
3	57,9529	62,7098
4	55,7628	60,8449
5	53,9644	58,0401

f. Analisis Pengujian *Packet Loss*

Nilai packet loss untuk metode routing *Distance Vector* lebih kecil daripada *Link State*. Sedangkan untuk tabel berikutnya, terlihat bahwa nilai *packet loss* untuk paket data 1.024 kb pada kedua metode routing relatif besar dan keduanya mengalami penurunan. Pada saat paket data 1.024 kb, nilai *packet loss* relatif besar, ini terjadi karena paket data-nya besar (*overload*), pada saat terjadi down link banyak paket data yang mengantri. Jumlah antrian memiliki batas, Ketika paket data melebihi batas antrian maka paket data yang tidak masuk antrian akan *loss* sehingga prosentase nilai packet loss menjadi besar.

4.3 Pengujian *Packet Heterogen*

Pengujian *Packet Heterogen* untuk mendapatkan nilai QoS dengan standar dan parameter-parameter yang diukur yaitu :

- Deley* rata-rata (detik)
- Jitter* rata-rata (detik)
- Throughput* rata-rata (bps)
- Packet Loss* rata-rata (%)

Dalam hal ini akan dibuatkan table pengujian dengan parameter tersebut diatas.

Tabel 4.8 Nilai Rata-Rata Parameter QoS *Packet Heterogen* untuk 512 kb

Parameter QoS	Protokol Routing	
	Distance Vector	Link State
Delay ratarata (detik)	0.008583	0,008980
Jitter ratarata (detik)	0.000687	0,000659
Throughput rata-rata (bps)	721,610000	720,830000

Packet Loss rata-rata (%)	0,341300	0,335100
---------------------------	----------	----------

Tabel 4.9 Nilai Rata-Rata Parameter QoS *Packet Heterogen* untuk 1.024 kb

Parameter QoS	Protokol Routing	
	Distance Vector	Link State
Delay rata-rata (detik)	0,041378	0,046878
Jitter rata-rata (detik)	0.000298	0.000225
Throughput rata-rata (bps)	870,430000	870.200000
Packet Loss rata-rata (%)	54,071400	61,106500

4.3.1 Hasil analisis Parameter QoS *Packet Heterogen*

Dari tabel terlihat nilai rata-rata *delay* untuk metode *routing Distance Vector* lebih kecil daripada *Link State* namun nilainya mendekati karena keduanya di implementasikan pada jaringan dengan topologi yang sama yaitu ring. Kemudian nilai rata-rata *jitter* untuk metode *routing Distance Vector* lebih besar daripada *Link State*, karena metode *routing Link State* mampu beradaptasi dengan kegagalan jaringan.

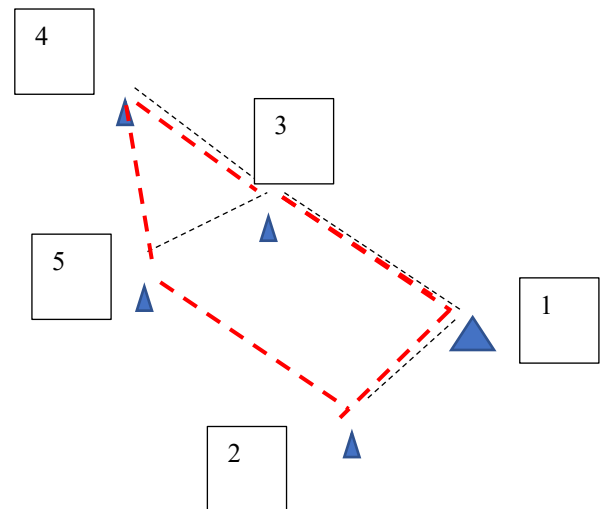
Nilai rata-rata *throughput* pada metode *routing Distance Vector* lebih besar daripada *Link State*, namun belum maksimal karena trafik pada jaringan ini sangat padat. Untuk nilai rata-rata *packet loss* pada jaringan dengan paket data 512 kb jauh lebih kecil daripada jaringan dengan paket data 1024 kb. Nilai rata-rata *packet loss* relatif besar, terjadi karena *packet data*-nya besar (*over load*), pada saat terjadi *down link* banyak paket data yang mengantri. Jumlah antrian memiliki batas, ketika paket data melebihi batas antrian maka paket data yang tidak masuk antrian akan *loss* sehingga prosentase nilai *packet loss* menjadi besar.

4.4 Analisis dan pengolahan data lain

Pada beberapa table diatas terlihat bahwa terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan analisis lanjutan yaitu :

4.4.1 Pemilihan rute dan konfigurasi jaringan

Dengan melihat hasil uji tadi yang lebih efisien adalah dengan menggunakan konfigurasi jaringan *Ring* sehingga dapat dilakukan menggunakan konfigurasi jaringan *Ring* satu dan lain hal, bahwa jika ada route yang terganggu, maka akan menggunakan rute yang lain untuk mencapai tujuan pengiriman dan komunikasi datanya.



Gambar 4.4 Konfigurasi Jaringan *Ring* yang digunakan

4.4.2 Penetapan konfigurasi jaringan

Dengan pemilihan konfigurasi jaringan tersebut maka jika terdapat waktu tunggu yang lama, tidak sesuai QoS, maka akan dilakukan *drop data*.

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada pengujian paket homogen untuk paket data 512 kb, metode *routing Distance Vector* lebih bagus daripada metode *routing Link State*, dengan nilai rata-rata *delay* 0,004143 detik, nilai rata-rata *jitter* 0,000004 detik, nilai rata-rata *throughput* 717,549000 bps dan nilai *packet loss* 0,031400 %.
2. Pada pengujian paket homogen untuk paket data 1.024 kb, metode *routing Distance Vector* lebih bagus daripada metode *routing Link State*, dengan nilai rata-rata *delay* 0,042241 detik, nilai rata-rata *jitter* 0,000123 detik, nilai rata-rata *throughput* 866,990000 bps dan nilai *packet loss* 58,062300 %.
3. Pada pengujian paket *heterogen* untuk paket data 512 kb, metode *routing Distance Vector* lebih bagus daripada metode *routing Link State*, dengan nilai rata-rata *delay* 0,008583 detik, nilai rata-rata *jitter* 0,000298 detik, nilai rata-rata *throughput* 721,610000 bps dan nilai *packet loss* 0,341300 %.
4. Pada pengujian paket *heterogen* untuk paket data 1.024 kb, metode *routing Distance Vector* lebih bagus daripada metode *routing Link State*, dengan nilai rata-rata *delay* 0,041378 detik, nilai rata-rata *jitter* 0,000687 detik, nilai rata-rata *throughput* 870,430000 bps dan nilai *packet loss* 54,071400 %.
5. Berdasarkan hasil Uji standar QoS, metode *routing Distance Vector* lebih cocok digunakan pada jaringan paket *homogen* dan *heterogeny* dengan paket data 512 kb dan 1.024 kb.
6. Proses Pembelajaran dengan Metode *Routing Distance* Menggunakan *Wireless* dengan aplikasi *Googel Clas Room* dapat dilaksanakan dengan model klister agar memperkecil / terhindar dari

penularan Covid 19 namun tetap masih bisa belajar mengajar.

5.1 Saran

Penulisan pada Penelitian ini belum sempurna agar dapat dilaksanakan secara konsisten, tentunya perlu penelitian yang lebih mendalam dan dapat dilanjutkan oleh Tim yang selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA :

1. Sukiswo, "Evaluasi Unjuk Kerja Routing Link-State pada Jaringan Packet Switched", Jurnal Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Jilid 10.
2. Muhamad Muhsin, "Simulasi Traffic Jaringan *Wirelan* dan *Wireless* Berbasis Perangkat Lunak Network Simulator 2", Proyek Akhir PENSITS, 2006.
3. Dr. Yuberti, M.Pd. Teori Pembelajaran Dan Pengembangan Bahan Ajar Dalam Pendidikan
4. Andi Bayu Wirawan & Eka Indarto, "Mudah Membangun Simulasi dengan Network Simulator - 2", Yogyakarta, 2004.
5. Network Simulator - ns - 2, http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/ns_doc.pdf
6. http://www.eepis.its.edu/~dphoto/buku_jar/

PERANCANGAN MAKET DAN SIMULASI PERUBAHAN *POWER SUPPLY* DARI PLN KE *SOLAR CELL* PADA PERANGKAT KOMUNIKASI PEMADAM KEBAKARAN MENGUNAKAN *SMART RELAY*

¹*Leni Devera Asrar*, ²*Triyono Budi Santoso*.

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

²*Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
triyono.budi@gmail.com*

Abstract

The purpose of this research is to produce an automatic control system for changing the power supply from PLN to the solar cell and then returning it to PLN. This research covers a simulation on display information in the form of the data testing results from the power supply output of the solar cell and the application of an automatic control program to the system. This research uses a method that includes planning, needs analysis, designing and applying the system. This study mainly needed solar cell producing, power supply, battery used as a storage medium for power supply from the solar cell. The research results indicated that the simulation of changing the power supply from PLN to the solar cell and back to PLN when normal based on the zelio smart relay has succeeded in functioning where the smart relay can control the change in power supply by connecting to the load by disconnecting and delivering the solar cell power supply and PLN automatically take turns. The energy generated by the solar cell which is carried out for 7 days at 7 different times indicated between 66.8 - 77.9 Watt Hour and a capacity of 10Wp to supply 30 Watt loads. The time ranged from 1.78 to 2.08 hours per day with 80% battery capacity has saved the electricity costs by using the clock or timer program input of I3 and I5 connected to the Q3 and Q5. Zelio smart relay outputs showed the prone time setting fire at 02.00 - 04.00 in the morning and while PLN experiencing interference with the input of I2 and I5 connected to output Q2 and Q5. The reserve energy was then 20% with a usage time of 0.44 to 0.55 hours if the 80% energy consumption time value has been partially used or is used up when either a disturbance occurs or the timer program is active.

Keywords: *Design, Simulation, Power Supply, Solar Cell, Smart Relay*

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan hal yang sangat penting di dunia modern saat ini. Dengan pesatnya pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi telah mempengaruhi bertambahnya kebutuhan energi disektor industrial, kedinasan dan lingkungan masyarakat sehingga menyebabkan ketidakseimbangan antara kebutuhan energi listrik dengan energi listrik yang dihasilkan[1,2]. Selama ini berbagai sektor tersebut mengandalkan sumber energi yang berasal dari PLN. Hal ini menyebabkan dampak yang luar biasa ketika pada tanggal 4 agustus 2019 terjadi pemutusan energi listrik secara masal di berbagai wilayah pulau jawa yang terkena dampak dari gangguan yang terjadi pada gardu induk. Dampak yang terjadi pada

dinas pemadam kebakaran adalah putusnya jaringan komunikasi yang mengakibatkan banyak informasi laporan kejadian yang berkaitan dengan penyelamatan dan pemadaman kebakaran tidak bisa ditangani dengan baik^[3].

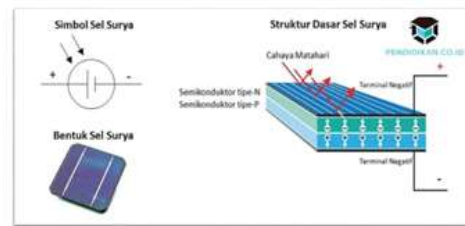
Oleh karena itu pemanfaatan energi surya dapat dioptimalkan dengan menggunakan *solar cell* ^[2]. Kelebihan penggunaan *solar cell* sebagai cadangan *power supply* adalah tidak adanya polusi yang dihasilkan berupa gas emisi pembuangan seperti generator diesel (Genset)^[4]. Selain itu karena besarnya potensi surya di Indonesia yaitu 4,8 killowatt hour (kWh) per meter persegi per hari. Hal ini tentu sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik^[5].

Atas dasar ini dirancang suatu sistem pengendali otomatis *power supply* yang berasal dari panel surya yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan beban perangkat komunikasi Dinas Pemadam Kebakaran yang optimal serta ramah lingkungan menggunakan *smart relay* Zelio produksi Schneider, dengan *software* aplikasi Zelio Soft2 yang dapat diunduh secara gratis dengan harapan *power supply* pada perangkat komunikasi pemadam kebakaran yang selalu *standby* on walaupun terjadi gangguan pada PLN. Pada batasan ruang lingkup dan permasalahan, simulasi beban menggunakan skala 1:10 dari beban asli perangkat komunikasi sebesar 300 W. Kapasitas panel surya, baterai, dan *solar controller* menyesuaikan beban acuan pada rancangan simulasi serta jenis *inverter* yang digunakan adalah tipe *modified sine wave* kapasitas 500 W.

Pengukuran dilakukan terhadap output *power* panel surya selama 1 minggu setiap hari per 1 jam pengukuran mulai pukul 9.00 WIB sampai 15.00 WIB, durasi waktu pemakaian baterai terhadap beban, dan durasi waktu *charge* baterai dari panel surya selama 1 minggu per hari.

METODOLOGI

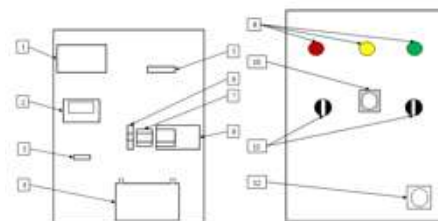
Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang meliputi perencanaan, analisis kebutuhan, perancangan dan pengaplikasian sistem. Kebutuhan sistem pada penelitian ini adalah : *Solar cell* yang menghasilkan *power supply*. Baterai atau *Accu* digunakan sebagai media penyimpan *power supply* dari *solar cell*. *Inverter* berfungsi merubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak balik (AC). *Solar controller* mengatur proses hasil *output power supply, solar cell* ke baterai menuju *inverter*, kemudian *zelio smart relay* yang akan memproses hasil *input* tersebut untuk mengendalikan *power supply* yang digunakan pada perangkat komunikasi secara otomatis.



Gambar 1 Struktur Dasar, Bentuk, Dan Simbol *Solar Cell* [5]

1. Perancangan Box Panel Maket Simulasi

Perancangan maket menggunakan *box* panel dari acrylic yang memiliki panjang 50 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 40 cm. yang dirangkai menggunakan lem kaca untuk merekatkan setiap sisi dari *box* panel. Penggunaan acrylic pada *box* panel sebagai bahan utama agar ringan dan memudahkan mendemonstrasikan pengujian alat. Desain *box* panel dan penempatan komponen-komponennya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Perancangan Maket
(a) Tampak Dalam
(b) Tampak Depan

Keterangan nomor :

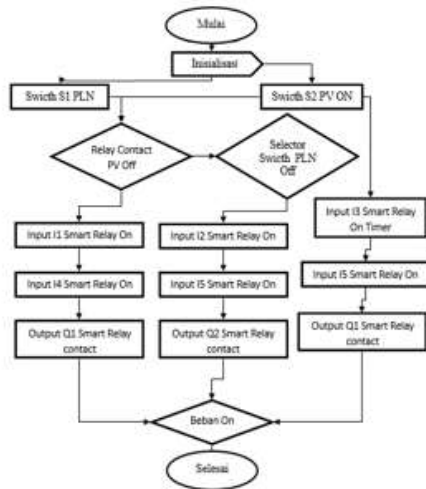
1. *Inverter*
2. *Solar Charge Controller*
3. Terminal blok
4. *Accu*/Baterai
5. Terminal blok
6. MCB
7. *Relay*
8. *Smart relay* Zelio
9. Lampu Indikator
10. *Switch Selector*
11. *Source*/Beban
12. *Source* PLN

Keterangan tambahan :

- Bagian panel surya berada diluar *box* panel karena akan disesuaikan dengan lokasi tempat penempatan panel surya.
- Posisi *selector switch*, lampu indikator dan *source* untuk beban dan PLN berada di bagian depan *box* panel untuk memudahkan melakukan pengujian.

2. Perancangan Sistem Kontrol

Alur dan algoritma perancangan untuk sistem kontrol perubahan / peralihan *power supply*, digambarkan sebagaimana pada Gambar 3.



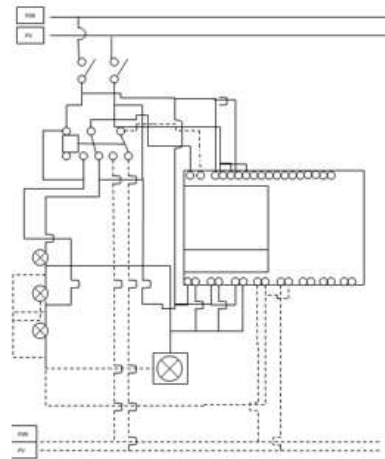
Gambar 3 Diagram Alir Perancangan Kontrol Perubahan *Power supply*

3. Perancangan Software

Perancangan *software* menggunakan aplikasi yang sesuai dengan *hardware* zelio *smart relay* tipe SR3B261FU (produksi Schneider) agar dapat saling kompatibel dan mendukung kinerja satu sama lain sehingga dapat berjalan dengan baik. Adapun *software* aplikasi yang digunakan tersebut adalah tipe Zelio Soft 2 yang disediakan oleh Schneider Electric dan dapat diunduh bebas.

Urutan langkah pemrograman setelah kita menginstall aplikasi adalah sebagai berikut :

1. Membuat Program Baru di Zelio Soft 2, sesuai dengan tujuan perancangan.
2. Kemudian masuk ke *module selection* tipe *hardware* yang digunakan, dalam hal ini *smart relay* SR3B261FU.
3. Pemilihan bahasa program yang akan digunakan untuk memprogram. Terdapat 2 bahasa program yaitu, *Ladder Language* dan *FBD*.
4. Perancangan Program Sistem Perubahan *Power supply* Otomatis dalam Zelio Soft 2, berdasarkan diagram alir pada gambar 2 dan *wiring diagram* pada gambar 3.
5. Perancangan program pada kondisi normal saat *power supply* dari PLN melayani beban.
6. Perancangan program yang menggunakan basis *clock* sistem sebagai *trigger* sistem untuk dapat bekerja / berpindah secara otomatis dari *power supply* PLN ke panel surya.



Gambar 4. *Wiring Diagram* sumber PLN dan Panel Surya (PV/Photo Voltaic) ke Beban

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan maket simulasi perubahan *power supply* dari PLN ke panel surya dengan menggunakan *smart relay* sebagai kontrol otomatisnya ini dirancang sedemikian rupa agar bisa menjadi solusi tenaga listrik cadangan dengan memanfaatkan energi sinar matahari yang dimanfaatkan sebagai

power supply dan beralih secara otomatis ketika terjadi gangguan pada PLN sebagai *power supply* utama.

Berikut adalah bentuk fisik dari perancangan alat maket simulasi yang telah dibuat.



(a)



(b)

Gambar 5 (a) dan (b). Bentuk Fisik Maket Hasil Perancangan *Simulator* Dari hasil perancangan tersebut telah dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui keberhasilan saat proses perubahan *power supply* terjadi.

1. Pengujian Pada Saat Kondisi Normal

Tabel 1. Hasil Uji *Supply* Beban Saat Kondisi Normal (ketika salah satu PLN atau PV aktif)

No	Supply		Switch		Waktu (s)	Supplier aktif ke beban
	PLN	PV	PLN	PV		
1	on	off	on	off	120	PLN
2	off	on	off	on	120	PV

Tabel 1 menyimpulkan hasil dari pengujian pada saat kondisi normal yang mengacu pada gambar 6 dimana salah satu sumber aktif. Pada pengujian ini, kondisi awal (*initial state*) *power supply* PLN dan panel surya dalam keadaan ON. Pada posisi ini *supply* energi listrik tetap diambil oleh *switch* PLN sehingga *relay* yang berfungsi untuk memutus *power smart relay* akan memutus *power supply* dari panel surya (PV), maka input *smart relay* I dst bekerja menghubungkan *supply* PLN ke beban / output *smart relay* Q1 dst. Baru kemudian pada saat PLN off, maka PV mengambil alih mencatu beban. Adapun waktu proses perpindahan yang dihasilkan ketika terjadi perpindahan adalah selama 120 detik, dimana waktu tersebut cukup untuk menunggu dan menentukan apakah *power supply* yang akan dipilih untuk mencatu beban telah stabil, sehingga ketika terjadi *intermittent supply*, tidak menyebabkan masalah baru.



Gambar 6. Tampilan *Software* Saat Pengujian Kondisi PLN Normal

Keterangan :

1. Input I1 (*power* PLN),

2. Pengujian sistem *interlock*.

Pengujian *interlock*, dilakukan dengan kondisi awal (*initial state*) baik *supply* PLN maupun *supply* PV dalam keadaan ON, dengan mengacu pada gambar 6. Setelah itu *supply* PLN OFF

sehingga *supply* energi listrik dari *supply* utama tidak tersedia sehingga *relay* tidak bekerja kemudian menghubungkan *power supply* PV pada *power smart relay* kemudian terhubung pada input I2 dst dan masuk ke beban Q2 dst.

Dari semua proses penyediaan cadangan *power supply* itu dibutuhkan waktu sekitar 120 detik, seperti pada pengujian ketika PLN normal sebelumnya. Selama *supply* dari PLN belum tersedia selama itu juga *supply* PV akan melayani beban sampai suplai PLN kembali tersedia.



Gambar 7
. Tampilan *Software* Saat Pengujian Panel Surya Aktif

Keterangan :

- Input I1 (*power* PLN),
- Input I2 (PV/*power* panel surya)

3. Pengujian Program *Clock/timer*.

Hasil pengujian program *clock/timer* ditunjukkan pada tabel 2. . Pada saat melakukan pengujian program *clock*, *supply* PLN dan *supply* PV dalam keadaan ON. Setelah itu pada waktu yang telah diset pada I3 dst, *smart relay* mengontak beban Q3 dst yang akan menghubungkan *supply* PV pada beban sehingga merubah *supply* utama PLN ke suplai PV selama batas waktu yang telah ditetapkan. Setelah waktu (*timer*) yang ditetapkan selesai, input I1 dst dari *smart relay* kembali aktif dan *supply* PLN kembali melayani beban.



Gambar 8. Tampilan *Software* Saat Pengujian Timer Panel Surya

Keterangan :

2. Input I1 (*power* PLN),
3. Input I2 (PV/*power* panel surya),
4. Input I3 (*timer*) yang terhubung ketika *clock* pada program sudah memenuhi syarat waktu aktif pada kontak Q yang terhubung ke beban.

Tabel 2. Hasil Uji *Setting Clock* Pada Program

No	Supply		Switch		Waktu (s)	Keterangan
	PLN	PV	PLN	PV		
1	on	on	on	on	set clock	Panel surya mensupply beban ketika clock tercapai
2	off	on	off	on	set clock	Switch PLN on, PLN mensupply beban tetapi switch PV tetap on posisi standby

4. Pengujian pada saat panel surya aktif dan PLN kembali normal.

Tabel 3. Hasil Uji Saat PLN Normal Kembali

No	Supply		Switch		Waktu (s)	Keterangan
	PLN	PV	PLN	PV		
1	off	on	off	on	120	Switch Pv on, Panel surya mensupply beban
2	on	off	on	on	1	Switch PLN on, PLN mensupply beban tetapi switch PV tetap on posisi standby

Tabel 3 merupakan dari hasil pengujian pada saat panel surya aktif dan kondisi PLN kembali normal. Setelah beberapa saat panel surya beroperasi dan memberikan *supply* daya listrik ke beban, *supply* PLN kembali normal/aktif. Setelah PLN kembali normal/aktif *relay*

kembali terhubung dan memutus *supply* daya panel surya.

Untuk perpindahan waktu peralihan dari panel surya ke PLN, didapatkan hasil 1 detik Sebelum perpindahan *supply* beban dari panel surya ke PLN, *Switch* PV on sehingga beban *disupply* sementara oleh panel surya. Setelah *switch* PLN on *supply* daya PLN kembali aktif, kemudian memutus arus input *smart relay* yang terhubung pada *relay* dan memutus arus panel surya yang terhubung ke beban sehingga beban kembali terhubung ke *supply* daya PLN.

5. Pengujian sistem panel surya

Pengujian dilakukan dengan menggunakan daya listrik panel surya berkapasitas 10Wp merek DEKADE yang mampu menghasilkan parameter dengan spesifikasi sebagai berikut :

Model: DKD DEKADE

Tipe: PolyCrystalline

Rated Maximum Power (Pm) 10W

Tolerance 3%

Voltage at Pmax (Vmp) 17.6V

Current at Pmax (Imp) 0.53A

Open Circuit Voltage (Voc) 22V

Short Circuit Current (Isc) 0.55A

Tabel 4. Hasil 1 Minggu Pengukuran Lapangan Rata-rata Harian Panel Surya Saat Kondisi Cerah (pukul 09:00 - 15:00)

Rata-Rata Parameter Listrik Panel Surya		
Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (A)
Hari Ke-1	20,8	0,52
Hari Ke-2	20,3	0,51
Hari Ke-3	19,6	0,5
Hari Ke-4	19,2	0,49
Hari Ke-5	21,05	0,53
Hari Ke-6	20,8	0,53
Hari Ke-7	20,4	0,52

Pengukuran bertujuan untuk dapat dianalisa *power supply* yang dapat dihasilkan secara real di lapangan jika dibandingkan dengan spesifikasi yang

dikeluarkan oleh pabrikan. Terlihat pada tabel 6 bahwa rata-rata daya yang dihasilkan belum sampai pada titik maksimal peralatan, dan ini berdampak pada waktu pengisian baterai dan daya serta waktu maksimal dimana panel surya mampu mensupply beban.

KESIMPULAN

Mengacu pada hasil perancangan simulasi perpindahan *power supply* dari PLN ke *solar cell* menggunakan *smart relay* sebagai perpindahan *power supply* otomatis, maka diambil kesimpulan bahwa pada hasil simulasi perpindahan *power supply*, ketika PLN mengalami gangguan, *smart relay* secara otomatis memindahkan *power supply* beban ke *solar cell* pada *input* I2 dan I5 pada *output* Q2 dan Q5. Pada proses perpindahan *power supply* dari PLN ke *solar cell* terjadi secara otomatis pada *input* I1 dan I4 pada *output* Q1 dan Q4 *smart relay*. Selanjutnya, pada pengujian simulasi program *clock/timer*, *smart relay* secara otomatis mengontrol *input* perintah pada I3 dan I5 pada *output* Q3 dan Q5 sehingga *power supply solar cell* terhubung beban diwaktu yang telah disetting pada aplikasi *Zelio soft 2* dengan waktu setingan pukul 02.00-04.00 dini hari. Selain itu, didapatkan hasil energi total perhari yang dihasilkan *power supply solar cell* 10 Wp antara 66,8-77,9 Watt Hour. Dengan efisiensi energi *solar cell* 80% dari beban 30Watt mampu mensupply energy listrik berkisar waktu antara 1,78-2,08 jam perhari yang dapat digunakan untuk menghemat biaya listrik menggunakan *smart relay* fungsi *clock/timer* pada *input* I3 ketika *solar cell* tidak dapat lagi menghasilkan energi listrik dengan setingan waktu pukul 02.00-04.00 dini hari. Untuk energi cadangannya 20% berkisar antara 0,44-0,52 jam perhari yang digunakan ketika penggunaan energi 80% telah sebagian atau habis terpakai pada beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohamad Sidik Boedoyo, 2012. Potensi Dan Peranan PLTS sebagai Energi Alternatif Masa Depan di Indonesia. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.14, No2, Hlm.146-152.
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2016, Jurnal Energi Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Edisi 02.
- [3] Badan Nasional Penanggulangan Bencana
http://geospasial.bnpb.go.id/pantauanbencana/data/datakbmu_kim.php,2020
- [4] Sumarno, (2020, Juli) Pengantar Teknologi Informasi dan Komunikasi. Jawa Timur : Uwais Inspirasi Indonesia.
- [5] panelsurya.com (2010,16 Maret). Pembangkit Listrik Tenaga Matahari. Diakses pada 13 November 2020, dari [.http://www.panelsurya.com/index.php/id/home/tenaga-surya](http://www.panelsurya.com/index.php/id/home/tenaga-surya)

ANALISIS KESELAMATAN FIRE TUBE BOILER YANG DIPRODUKSI PADA 2003 DENGAN MAWP 16 KG/CM² DAN KAPASITAS UAP 16 TPH

Sigit Yulianto

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

Abstract

The safety factors for the operation of fire tube boiler which manufactured in 2003 were analysed. The maximum steam capacity of the boiler was 16 ton per hour (TPH) and its maximum allowable working pressure (MAWP) was 16 kg/cm². The factors analysed at this studied were the main parts of boiler construction which working under pressure, shell and fire tube, and the performance of pressure safety valve (PSV) as the main of safety device. The data for the analysis was gained from the owner of the boiler. The references for the analysis were mainly the Indonesia steam vessel regulations (UU Uap 1930 and Peraturan Uap 1930) and ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC). Based on the calculations in accordance with ASME BPVC Section I, the minimum thickness of shell to withstand WAWP was 18,86 mm while its minimum thickness gained from the measurement data was 20,19 mm; while the minimum thickness of the fire tube was 2,05 mm and the minimum thickness gained from the measurement data was 2,52 mm. It can be said that both shell and fire tube were capable to withstand its MAWP. The boiler was supported with two pressure safety valve (PSV); the testing data of them shown that PSV#1 opened at 13,0 kg/cm² and closed at 12,5 kg/cm² while PSV#2 opened at 13,5 kg/cm² and closed at 13,0 kg/cm². These PSV testing results indicated that the maximum working pressure of the boiler was set at 13,0 kg/cm² lower than its MAWP, 16 kg/cm². Based on above analysis it can be said that the fire tube boiler which manufactured in 2003, which means already operated for about 18 years was still safe for operation; others factors not included in this analysis recommended for further analysis.

Key words : analysis, safety, fire tube boiler, production, capacity

1. PENDAHULUAN

Boiler atau ketel uap adalah salah satu jenis dari pesawat uap yang dimaksudkan untuk menghasilkan atau memproduksi uap diluar pesawatnya⁷⁾. Boiler digunakan secara luas baik di pembangkit listrik tenaga uap maupun pada berbagai jenis industri, baik industri makanan, industri kimia maupun industri pemrosesan lainnya. Prinsip dasar kerja boiler adalah adanya pembakaran bahan bakar yang menghasilkan panas, kemudian panas tersebut memanaskan air yang kemudian air berubah menjadi uap, kemudian uap disimpan atau ditransfer ke instalasi lainnya sesuai penggunaannya. Bahan bakar yang biasa dipakai pada boiler adalah batu bara, minyak solar/diesel, cangkang, gas alam dan panas bumi. Di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) umumnya menggunakan

batu bara sebagai bahan bakar, sedangkan di industri pemrosesan umumnya menggunakan gas sebagai bahan bakar atau dikombinasikan dengan minyak solar/diesel.

Dari mekanisme aliran fluidanya dan perpindahan panasnya terdapat dua jenis boiler yaitu *fire tube boiler* dan *water tube boiler*³⁾. Pada *fire tube boiler*, panas dari ruang bakar dialirkan ke pipa-pipa yang disebut *fire tube* dan kemudian memanaskan air yang berada di sekeliling ruang bakar pipa-pipa tersebut, air yang panas kemudian bergerak naik menuju keatas permukaan air, sedangkan air yang masih dingin mengalir ke bagian bawah di dekat *fire tube*, sehingga lama kelamaan air berubah menjadi uap. Sedangkan pada *water tube boiler*, air di dalam pipa-pipa air (*water tube*) dipanaskan oleh panas yang berada diluarnya (ruang bakar), air dalam pipa-

pipa ini akan naik keatas karena pemanasan dan digantikan oleh air yang masih dingin, sehingga akhirnya air bertambah panas terus dan berubah menjadi uap. Baik pada *fire tube boiler* maupun pada *water tube boiler*, semakin tinggi luas permukaan pipa-pipa yang dipasang akan meningkatkan efisiensi perpindahan panas hasil pembakaran ke air⁸⁾.

Disamping manfaat yang besar dari *boiler*, terdapat pula bahaya dan risiko pengoperasian *boiler*, namun demikian bahaya dan risiko terbesar dari pengoperasian boiler adalah ledakan. Ledakan *boiler* sering dikutip oleh media baik media cetak maupun *online* dan televisi dikarenakan tingkat kerusakan yang diakibatkannya dan juga sering menimbulkan korban jiwa. Kompas.com 21 Januari 2021 mengutip ledakan *boiler* di pabrik *garmen* di Banyumas, Jawa Tengah yang mengakibatkan jebolnya pabrik dan 2 karyawan luka-luka, sementara Riaupos.com 26 Agustus 2012 mengutip ledakan *boiler* di pabrik kelapa sawit (PKS) di Rokan Hulu, Riau yang mengakibatkan 2 orang korban jiwa.

Ledakan *boiler* umumnya terjadi karena konstruksi *boiler* sudah tidak mampu menanggung beban tekanannya dan atau alat pengaman *boiler* tidak bekerja sesuai dengan spesifikasi tekanannya. Untuk *boiler* baru sudah seharusnya memenuhi standar-standar keselamatan, sebab terdapat aturan yang ketat mulai dari proses perancangan, fabrikasi maupun pengoprasiannya. Boiler baru harus mendapatkan pengesahan dari pemerintah untuk memastikan layak dioperasikan sebelum digunakan⁶⁾. Namun demikian, dengan semakin lamanya *boiler* dioperasikan sangat mungkin terjadi penurunan kinerja boiler termasuk juga dari sisi keselamatan operasinya. Hal ini dikarenakan *bolier* yang diperasikan terus menerus akan berinteraksi dengan air dan uap, menerima beban panas maupun beban tekanan uapnya. Kemungkinan yang terjadi dari beban-beban tersebut adalah terjadinya korosi yang mengakibatkan penipisan maupun retakan pada

konstruksi *boiler* dan juga tidak berfungsinya alat pengaman. Berdasarkan hal-hal ini penulis melakukan analisa keselamatan operasi boiler ini.

2. METODOLOGI

Boiler yang dianalisa adalah milik PT. XYZ sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri pemrosesan untuk menghasilkan consumer goods. *Boiler* ini mempunyai data-data sebagai berikut: merupakan tipe *fire tube boiler*, menggunakan bahan bakar gas namun dapat juga dioperasikan menggunakan bahan bakar minyak solar, MAWP atau *maximum allowable working pressure* sebesar 16kg/cm², temperatur kerja maksimum 205°C, kapasitas produksi uap sebesar 16 TPH atau ton per-hour dan *boiler* ini dibuat pada 2003.

Untuk mengetahui apakah *boiler* tersebut masih aman atau tidak untuk dioperasikan maka dilakukan analisa pada bagian *boiler* yang menerima beban tekanan (*drum* atau *shell* dan *fire tube*) dan juga dilakukan analisa kinerja alat-alat pengamannya dalam hal ini *pressure savety valve* (PSV). Analisa dilakukan menggunakan rujukan pada peraturan keselamatan tentang boiler yaitu UU Uap 1930 dan Peraturan Uap 1930 dan ASME BPVC yang merupakan *standard* atau *code* untuk *boiler* dan bejana tekan.

Data yang dipakai untuk melakukan analisa adalah data sekunder yang berasal dari PT. XYZ dalam bentuk gambar maupun hasil pengukuran konstruksi *boiler* yang dilakukan oleh pihak luar pada 2021 yang ditunjuk oleh PT. XYZ. Rentang waktu boiler dibuat dan dilakukannya pengukuran konstruksi pada 2021 adalah sekitar 18 tahun, sehingga akan dapat disimpulkan apakah boiler masih tetap aman dioperasikan setelah berusia 18 tahun.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis

Untuk memperjelas spesifikasi boiler yang menjadi obyek penelitian, pada tabel berikut ditampilkan informasi dasar tentang boiler tersebut:

Tabel 1
Spesifikasi utama boiler

Spesifikasi	Keterangan
Jenis	Fire tube boiler berbentuk silinder mendatar, lorong api bergelombang
Tahun pembuatan	2003
Kapasitas uap maks.	20 TPH (ton per jam)
MAWP	20 kg/cm ²
Temperatur Maks.	205°C
Bahan bakar	Gas atau minyak solar

Sumber Data: Hasil Olahan Data Penelitian

Analisis pertama dilakukan apakah konstruksi shell/drum masih mampu menanggung MAWP (*Maximum Allowable Working Pressure*) atau tekanan kerja maksimum yang diijinkan. Tabel berikut menjelaskan spesifikasi dari shell/drum.

Tabel 2
Spesifikasi shell/drum

Keterangan	Spesifikasi
Panjang	6648 mm
Diameter	3200 mm
Material	P295GH

Menurut ASME BPVC Section 1 PG-27.2.2, maka ketebalan minimum shell/drum, (*t*) yang diijinkan untuk menanggung MAWP dapat dihitung dengan rumus¹⁾:

$$t = \frac{PR}{SE - (1 - y)P} + C$$

dimana:

P = pressure (MAWP), PSI

R = Jari-jari drum/shell, inch

S = maximum allowable stress material pada temperatur maks.

E = joint efficiency

y = koefisien temperatur,

C = allowance atau faktor korosi

Untuk menghitung *t* diatas, karena data yang sudah diketahui adalah *P* dan *R*, maka kita memerlukan data-data tambahan berupa *S*, *E*, *y* dan *C*. Nilai *S* bergantung pada material yang digunakan dan temperatur maksimum yang diijinkan. Dengan menggunakan ASME BPVC Section II D²⁾ dan dengan temperatur maksimum 205°C (atau 400°F) maka didapatkan nilai *S* adalah 19000 PSI. Juga dengan menggunakan panduan ASME BPVC Section 1¹⁾ maka didapatkan *y* = 0,4 dan *C* = 0,04 inch. Dengan mengkonversi diameter kedalam jari-jari dalam inch, dan memasukkan nilai-nilai diatas ke dalam persamaan PG-27.2.2, maka didapatkan nilai *t* minimum yang diijinkan sebesar 0,74 inch atau 18,86 mm.

Data pengukuran ketebalan shell didapatkan pada tiga lokasi, yaitu bagian depan, bagian tengah dan bagian belakan. Pada masing-masing bagian, dilakukan pengukuran ketebalan secara memutar yang diberi simbol dengan putaran 0°, 90°, 180° dan 270°. Hasil pengukuran tersebut ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3
Hasil Pengukuran Ketebalan Shell

Bagian yang diukur	Posisi Pengukuran				Tebal Min. (mm)
	0°	90°	180°	270°	
Depan	20,5 4	20,3 3	20,1 9	20,5 4	20,1 9
Tengah	20,3 4	20,3 4	20,3 3	20,1 6	20,1 6
Belakan g	20,4 8	20,4 1	20,2 1	20,2 2	20,2 1

Sumber Data: Hasil Olahan Data Penelitian

Tabel 3 menunjukkan bahwa ketebalan minimum yang didapatkan adalah 20,16 mm dan masih diatas ketebalan minimum yang diijinkan sebagaimana hasil perhitungan yaitu 18.86mm, sehingga dapat dikatakan ketebalan shell masih aman menanggung beban MAWP.

Analisis kedua dilakukan untuk mengetahui apakah fire tubes masih aman

menanggung beban MAWP. Tabel berikut menampilkan data spesifikasi *fire tube*:

Tabel 4
Spesifikasi *fire tubes*

Keterangan	Spesifikasi
Panjang	5812 mm
Diameter	76.1 mm
Material	ST.37.81

Menurut ASME BPVC Section 1 PG-27.2.1 maka ketebalan minimum *tubes* (dalam hal ini *fire tube*), (t) yang diijinkan untuk menanggung beban MAWP dapat dihitung dengan rumus¹⁾:

$$t = \frac{PD}{2Sw + P} + 0,05D + e$$

dimana:

P = pressure (MAWP), PSI

D = diameter luar *tube*/pipa, inch

S = *maximum allowable stress*

material pada temperatur maks.

w = *welding reduction factor*

e = *thickness factor atau allowance*

Data D dan P sudah diketahui pada tabel 4, maka diperlukan informasi tambahan berupa data S , w dan e . ST.37.81 adalah kode material menurut standar German, setara dengan SA-178 Grade A menurut ASTM yang merupakan *welded boiler tube* (pipa boiler yang dilas)⁴⁾. Dengan menggunakan ASME BPVC Section II D dan dengan temperatur maksimum 205°C (atau 400°F) maka didapatkan nilai S adalah 13400 PSI²⁾. Dengan mengacu pada ASTM BPVC Section 1¹⁾, nilai e adalah 0,04 dan w adalah 1. Dengan mengkonversi nilai D kedalam inch dan MAWP kedalam PSI, dan memasukkan ke dalam persamaan PG-27.2.1 maka didapatkan nilai t adalah 0,08 inch atau 2,05 cm,

Data pengukuran ketebalan *fire tube* ditampilkan dibawah ini, pengukuran dilakukan pada bagian-bagian yang bisa dijangkau dan dipandang cukup mewakili.

Tabel 5
Hasil Pengukuran Ketebalan Fire Tube

Tube No.	Posisi Pengukuran				Tebal Min. (mm)
	0°	90°	180°	270°	
1	3,57	3,10	-	3,14	3,10
2	3,30	3,13	-	3,31	3,13
3	2,52	3,09	-	-	2,52
4	-	3,01	3,12	-	3,01
5	3,10	3,04	-	-	3,04
6	3,15	3,18	-	3,20	3,15
7	3,17	3,19	-	-	3,17
8	3,11	3,18	3,15	-	3,11

Sumber Data: Hasil Olahan Data Penelitian

Dari tabel 5 tampak bahwa hasil pengukuran ketebalan yang paling kecil adalah 2,52 mm. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan dimana nilainya 2,05 mm, maka hasil pengukuran menunjukkan ketebalan yang masih memenuhi syarat, artinya ketebalan *fire tube* tersebut masih mampu menanggung beban MAWP.

Sayang sekali tidak terdapat data hasil pengukuran ketebalan *fire tunnel* (lorong api) sehingga tidak bisa dilakukan analisis apakah masih mampu menanggung MAWP.

Analisis berikutnya dilakukan terhadap fungsi *pressure safety valve* (PSV) atau katup pengaman. Menurut Peraturan UAP 1930 pasal 12, setiap boiler atau ketel uap harus dilengkapi oleh minimum 2 PSV⁶⁾. Pada tabel 6 dicantumkan hasil pengujian PSV:

Tabel 6
Hasil Pengujian PSV

	Membuka	Menutup
PSV#1	13,0 kg/cm ²	12,5 kg/cm ²
PSV#2	13,5 kg/cm ²	13,0 kg/cm ²

Berdasarkan hasil pengujian PSV diatas maka dapat disimpulkan bahwa jika tekanan boiler mencapai 13,0 kg/cm² PSV#1 akan melepas tekanan pada 13,0 kg/cm² dan akan menutup kembali pada tekanan 12,5 kg/cm². dan jika PSV#1 gagal bekerja dan tekanan boiler terus naik, maka PSV#2 akan melepas tekanan pada 13,5 kg/cm² dan akan menutup kembali pada tekanan 13,0 kg/cm².

Bekerjanya kedua PSV pada rentang tekanan diatas menunjukkan bahwa boiler dioperasikan pada tekanan maksimum $13,5 \text{ kg/cm}^2$ dan jauh dibawah MAWP yang sebesar 16 kg/cm^2 .

3.2 Pembahasan

Sebagaimana dijelaskan di depan bahwa penelitian ini dilakukan untuk melakukan analisis apakah *fire tue boiler* yang sudah dioperasikan sekitar 18 tahun dengan MAWP 16 kg/cm^2 dan kapasitas uap maksimum 16 TPH masih aman atau memenuhi syarat-syarat keselamatan untuk dioperasikan atau tidak. Sebagaimana diuraikan di depan pula bahwa bahaya dan risiko terbesar dari pengoperasian boiler adalah ledakan, dimana ledakan dapat terjadi karena kekuatan konstruksi boiler tidak mampu menanggung tekanan yang bekerja atau alat-alat pengaman tidak berfungsi dengan memadai sehingga gagal mengamankan atau gagal menyelamatkan pengoperasian boiler. Oleh karenanya, untuk mencapai tujuan tersebut, analisis dilakukan pada 2 hal utama yaitu kekuatan konstruksi boiler untuk menanggung beban MAWP dan kelayakan alat pengaman utama yaitu PSV.

Analisis kekuatan konstruksi dilakukan pada bagian-bagian utama yang menanggung beban tekanan, dalam hal ini *shell* dan *fire tube*. Analisis kekuatan konstruksi ini dilakukan dengan merujuk kepada ketentuan dalam ASME BPVC. Sedangkan analisis kelayakan PSV dilakukan dengan merujuk kepada Peraturan Uap 1930.

ASME BPVC Section I dalam paragraf PG-27.2.2, mensyaratkan ketebalan minimum untuk *shell* sebuah boiler yang menanggung tekanan maksimum tertentu, yang artinya bahwa *shell* akan semakin kuat menanggung tekanan jika ketebalannya makin tinggi. Analisis menunjukkan bahwa ketebalan *shell* minimum hasil pengukuran ($20,16 \text{ mm}$) yang artinya malampaui ketebalan minimum yang diijinkan ($18,86 \text{ mm}$),

dengan demikian konstruksi *shell* ini dianggap memenuhi syarat ASME BPVC Section I.

ASME BPVC Section I dalam paragraf PG-27.2.1, juga mensyaratkan ketebalan minimum untuk *fire tube* sebuah boiler yang menanggung tekanan maksimum tertentu, yang artinya bahwa *fire tube* akan semakin kuat menanggung tekanan jika ketebalannya makin tinggi. Analisis menunjukkan bahwa ketebalan minimum *fire tube* hasil pengukuran ($2,52 \text{ mm}$) yang artinya melampaui ketebalan minimum yang diijinkan ($2,05 \text{ mm}$), dengan demikian konstruksi *fire tube* ini dianggap memenuhi syarat ASME BPVC Section I.

Peraturan Uap 1930 mensyaratkan bahwa pada boiler minimum dipasang 2 PSV yang mampu bekerja dengan baik pada tekanan pengoperasian maksimumnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa baik PSV#1 dan PSV#2 mampu bekerja dengan baik., PSV#1 membuka pada tekanan $13,0 \text{ kg/cm}^2$ dan menutup kembali pada tekanan $12,5 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan PSV#2 membuka pada tekanan $13,5 \text{ kg/cm}^2$ dan menutup kembali pada tekanan $13,0 \text{ kg/cm}^2$. Data ini juga menunjukkan bahwa jika PSV#1 gagal bekerja, maka masih ada PSV#2 yang diharapkan berfungsi sebagai cadangan. Data hasil pengujian ini juga sekaligus menunjukkan bahwa perusahaan mengatur tekanan pengoperasian maksimum boiler pada tekanan $13,0 \text{ kg/cm}^2$, nilai ini cukup jauh dibanding MAWP 16 kg/cm^2 , sehingga dinyatakan aman.

Sebenarnya analisis diatas masih belum lengkap untuk mengevaluasi keselamatan pengoperasian boiler secara keseluruhan, namun demikian sudah mencakup faktor-faktor keselamatan yang utama. Analisis terhadap faktor lainnya misalnya keadaan sambungan-sambungan (lasan) pada konstruksi boiler dan juga alat-alat pengaman lainnya selain PSV masih perlu dilakukan dan mungkin dapat dilakukan untuk analisis berikutnya.

4. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan dari analisis ini maka dapat dirumuskan hal-hal sebagai berikut:

1. Data pengukuran ketebalan *shell* yang terkecil masih lebih besar dibandingkan dengan ketebalan minimum hasil perhitungan, dengan demikian *shell* masih mampu menanggung beban tekanan maksimum 16 kg/cm^2 dan temperatur maksimum 205°C .
2. Data pengukuran ketebalan *fire tube* yang terkecil masih lebih besar dibandingkan dengan ketebalan minimum hasil perhitungan, dengan demikian *fire tube* masih mampu menanggung beban tekanan maksimum 16 kg/cm^2 dan temperatur maksimum 205°C .
3. Data hasil pengujian PSV menunjukkan bahwa kedua PSV dapat membuka dan menutup kembali dengan baik sesuai dengan pengaturan tekanan operasi maksimum 13 kg/cm^2 . apalagi karena pengaturan tekanan operasi maksimum, 13 kg/cm^2 cukup jauh dibawah MAWP, 16 kg/cm^2 , maka boiler aman dioperasikan.
4. Berdasarkan ke-3 kesimpulan diatas maka *fire tube boiler* yang dibuat pada 2003, MAWP 16 kg/cm^2 dan kapasitas uap maksimum 16 TPH, memenuhi syarat keselamatan untuk dioperasikan dengan rekomendasi untuk melakukan pemeriksaan dan

pengujian tambahan sehingga dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Power Boilers, 2017, ASME BPVC Section I, ASME Press, USA.
2. ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Materials, 2017, ASME BPVC Section II, ASME Press, USA
3. Heselton, Kenneth E. 2005, Boiler operator's handbook, Fairmont Press, Inc., 700 Indian Trail, Lilburn, GA 30047.
4. <http://www.rolfinc.com/Material%20Comparison.pdf>, Material Comparison Table – Carbon Steel.
5. Rao, K. R, 2018, Companion Guide to the ASME Boiler & Pressure Vessel Code, ASME Press, USA.
6. Peraturan Uap 1930 dalam Himpunan Peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, 2013, Kementerian Tenaga Kerja Dan Transmigrasi, Jakarta, Indonesia.
7. Undang-undang Uap 1930 dalam Himpunan Peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, 2013, Kementerian Tenaga Kerja Dan Transmigrasi, Jakarta, Indonesia
8. Zohuri, Bahman, 2017, Compact Heat Exchanger, Springer International Publishing, Switzerland.

PERANCANGAN PROTOTIPE *MONITORING* NUTRISI, SUHU, DAN KELEMBAPAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS *INTERNET of THINGS* PADA TANAMAN SELADA MENGGUNAKAN ARDUINO DAN WEBSERVER THINGSPEAK

Aji Nurrohman

*Program Studi Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
ajinurrohman7@gmail.com*

Abstract

IoT or Internet of Things is a concept to expand the benefits of ever-connected internet connectivity. Among them are the ability to share data, control remotely and also read sensors that are connected to hardware such as Arduino. the author made a Prototype Design of Monitoring Nutrition, Temperature and Humidity of Hydroponic Plants Based on the Internet of Things on Lettuce Using Arduino and the Thingspeak Webserver. The microcontroller used is the Arduino Uno. The method used in the system is monitoring on the DHT22 sensor, analog sensor TDS (Total Dissolved Solid), and DS18B20. DHT22 is used as input that detects air temperature and humidity, Analog TDS Sensor is used to detect how many nutrients are in the water in hydroponic plants, then DS18B20 is used for input to detect water temperature in plants. In this case, Thingspeak is used as a website or webserver to display air temperature, humidity, water temperature and nutrient content in plants which will be controlled by Arduino UNO and sent to ESP8266-01 The output of this tool is Buzzer and 16x2 LCD. ESP8266-01 is a Wi-fi module which is used to send data from Arduino Uno to Thingspeak webserver.

Keyword: *Internet of Things (IoT), hydroponics, Thingspeak, Arduino, ESP8266-01*

1. PENDAHULUAN

Pada tanaman hidroponik, larutan nutrisi merupakan salah satu faktor penentu kualitas dari perkembangan tanaman yang akan ditanam. Kualitas dari larutan nutrisi dapat diketahui dengan cara mengukur tingkat kepekatan larutan nutrisi, suhu dan kelembapan. Akan tetapi pada penelitian tersebut tidak dapat mengetahui kondisi kualitas dari tingkat kepekatan larutan nutrisi, suhu dan kelembapan pada tanaman hidroponik secara jarak jauh. Hal ini tentu menjadi kendala bagi petani selada hidroponik yang memiliki lahan yang letaknya jauh dari tempat tinggalnya, untuk itu prototipe monitoring tanaman hidroponik bermanfaat jika dilakukan dengan jarak jauh.

Selada (*Lactuca sativa* L) merupakan salah satu komoditi sayuran hortikultura yang banyak dikonsumsi masyarakat. Selada banyak dipilih oleh masyarakat karena tekstur dan warna yang membuat penampilan makanan menjadi menarik sehingga mampu menambah selera makan. Selada umumnya dikonsumsi mentah atau lalap, dibuat salad atau disajikan dalam berbagai bentuk

masakan. Namun selada jarang dikonsumsi dengan cara dimasak karena rasanya menjadi kurang enak dan sulit dicerna. Selada dikenal sebagai sumber mineral, pro-vitamin A, vitamin C dan serat (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998)⁽¹⁾.

Umumnya pupuk yang digunakan dalam larutan nutrisi hidroponik adalah pupuk kimia anorganik yang telah memiliki kandungan unsur makro dan mikro lengkap. Namun dalam pembuatannya memerlukan keterampilan khusus untuk meramu bahan kimia dan harganya relatif mahal. Oleh karena itu perlu dicari alternatif sumber nutrisi hidroponik, salah satunya melalui pemanfaatan urin ternak. Pemberian nutrisi hidroponik yang tepat akan memberikan hasil yang optimal pada budidaya selada secara hidroponik.

Salah satu solusi atas kendala jarak yang jauh dalam mengetahui kualitas larutan nutrisi pada tanaman hidroponik selada adalah dengan membuat alat prototipe yang mampu memberikan informasi monitoring larutan nutrisi pada tanaman hidroponik melalui webserver thingspeak. Alat prototipe ini memiliki tiga sensor yaitu sensor suhu

DS18B20 untuk mengukur suhu larutan nutrisi, sensor DHT 22 untuk mengukur suhu dan kelembapan pada ruang sekitar tanaman, dan Analog TDS (*Total Dissolved Solid*) sensor untuk mengukur ppm (*parts per million*) pada tingkat kepekatan larutan nutrisi. Kemudian alat ini juga memiliki 2 *output* (keluaran) yaitu Buzzer sebagai penanda jika tingkat kepekatan larutan nutrisi kurang dari yang harus ditentukan, dan LCD 16x2 sebagai monitor manual di alat untuk melihat data *output* / keluaran dari 3 sensor tersebut. Kemudian pada sistem monitoring digunakan *wifi module* esp8266-01 yang terhubung *hotspot internet* untuk pengiriman data melalui arduino dan esp8266-01 ke webserver thingspeak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Prototyping

Menurut (Ogedebe, dkk., 2012)^[2], menyampaikan bahwa *prototyping* merupakan metode pengembangan perangkat lunak, yang berupa model fisik kerja sistem dan berfungsi sebagai versi awal dari sistem. Dengan metode *prototyping* ini akan dihasilkan prototipe sistem sebagai perantara pengembang dan pengguna agar dapat berinteraksi dalam proses kegiatan pengembangan sistem informasi. Agar proses pembuatan prototipe ini berhasil dengan baik adalah dengan mendefinisikan aturan-aturan pada tahap awal, yaitu pengembang dan pengguna harus satu pemahaman bahwa prototipe dibangun untuk mendefinisikan kebutuhan awal. Prototipe akan dihilangkan atau ditambahkan pada bagiannya sehingga sesuai dengan perencanaan dan analisis yang dilakukan oleh pengembang sampai dengan ujicoba dilakukan secara simultan seiring dengan proses pengembangan.

2.2. Hidroponik NFT

NFT merupakan model budidaya hidroponik dengan meletakkan akar tanaman pada lapisanair yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa berkembang di dalam larutan nutrisi. Karena di sekeliling perakaran terdapat selapis larutan nutrisi, maka sistem ini dikenal dengan nama NFT (*Nutrient film technique*) (Lingga, 2011)^[3].



Gambar 1. sistem hidroponik NFT
Sumber: nosoilsolutions.com

2.3. Arduino Uno

Arduino Uno menurut (Muhammad Syahwill, 2013)^[4] adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital *input/output* (6 pin digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, clock speed 16 Mhz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol *reset*.

2.4. Thingspeak

Menurut (Sharmad Pasha, 2016)^[5], “*Thingspeak is a web based open API IoT source information platform that comprehensive in storing the sensor data of varied „IoT applications” and conspire the sensed data output in graphical form at the web level*”.

Dapat diartikan yaitu Thingspeak adalah platform informasi API IoT sumber terbuka berbasis web yang komprehensif dalam menyimpan data sensor dari berbagai 'aplikasi IoT' dan berkonspirasi output data penginderaan dalam bentuk grafik di tingkat web.

2.5. Metode Pengujian *Black Box Testing*

Menurut (Al Fatta, 2007)^[6], Pengujian *black box* adalah metode pengujian yang berfokus pada apakah unit program memenuhi kebutuhan (*requirement*) yang disebutkan dengan spesifikasi. Pada *black box testing*, cara pengujian hanya dilakukan dengan menjalankan atau mengeksekusi unit atau modul, kemudian diamati apakah hasil dari unit itu sesuai dengan proses bisnis yang diinginkan. Sedangkan menurut (Febiharsa, dkk., 2018)^[7], Pengujian *blackbox (black box testing)* adalah salah pengujian perilaku yang berfokus pada persyarata fungsional perangkat lunak.

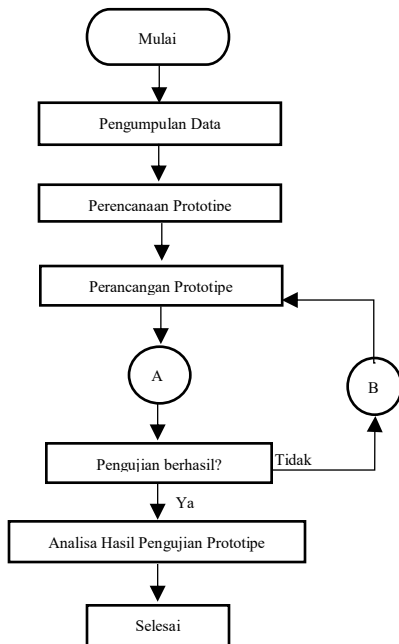
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Pengertian penelitian pengembangan menurut (Borg and Gall, 1983)^[8], “a process used to develop and validate educational products.” Produk yang dihasilkan dari penelitian dengan metode *Research and Development* adalah Prototipe Monitoring Nutrisi, Suhu, dan Kelembapan Tanaman Hidroponik Berbasis *Internet of Things* Pada Tanaman Selada Menggunakan Arduino dan Webserver Thingspeak.

3.2. Desain Penelitian

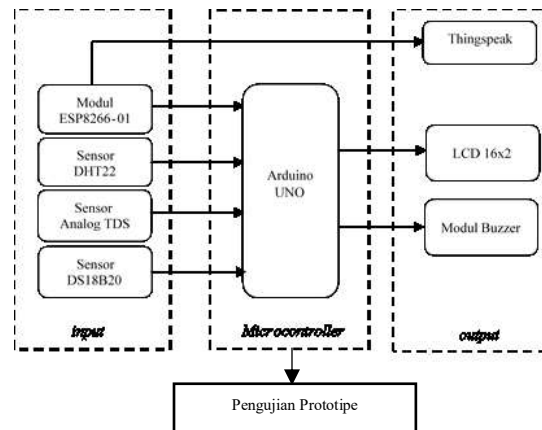
Langkah-langkah desain penelitian yang digunakan dalam pembuatan prototipe ini terbatas tidak semua langkah-langkah penelitian dalam *Research and Development* (R&D). akan tetapi tahapan yang akan dilakukan oleh penulis mulai dari pengumpulan data hingga hasil akhir dalam penelitian ini. Adapun desain penelitian yang dilakukan yaitu berdasarkan flowchart.



Gambar 2. flowchart pelaksanaan penelitian

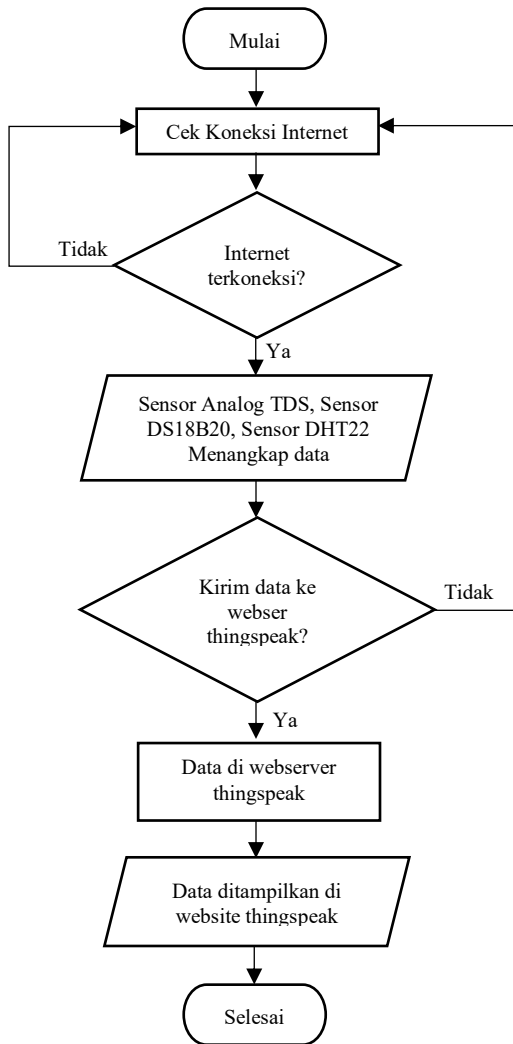
3.3. Blok Diagram Prototipe

Blok diagram prototipe digunakan pada penelitian ini untuk menggambarkan perancangan prototipe yang akan dibuat pada perancangan prototipe dan pembuatan alat akan terlebih dahulu dilakukan. Blok diagram alat perancangan prototipe monitoring terdapat input, mikrokontroller dan output. Input yang terhubung ke arduino sebagai pengolah data. Dimana input meliputi modul ESP8266-01, sensor DHT22, sensor analog TDS, sensor DS18B20 dan webserver thingspeak untuk memonitoring data sensor. Setelah itu arduino sebagai mikrokontroller mengirimkan data yaitu data sensor DHT22, data sensor analog TDS dan data sensor DS18B20 ke LCD 16x2 dan buzzer sebagai alarm akan menyala jika batas ppm kurang dari yang ditentukan. Untuk proses berfungsinya alat tersebut



Gambar 3. blok diagram prototipe.

3.4. Flowchart Prototipe Monitoring Hidroponik



Gambar 4. flowchart prototipe monitoring hidroponik

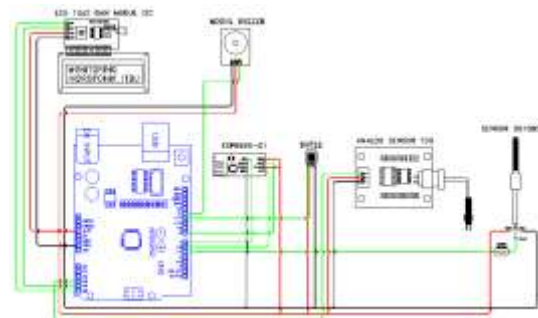
Flowchart prototipe monitoring hidroponik menjelaskan tentang alur cara kerja keseluruhan alat yang akan dirancang. Berikut penjelasan tentang *flowchart* sistem prototipe monitoring hidroponik:

1. Alat akan menyala mendapatkan catu daya (*power*).
2. Mengecek koneksi internet yang telah dikonfigurasi pada alat.
3. Jika koneksi internet terdeteksi melanjutkan ke step selanjutnya, jika tidak cek kembali konfigurasi internet.
4. Sensor akan menyala dan membaca data yang diperlukan oleh sensor.

5. Data yang dibaca oleh sensor kemudian di *upload* ke webserver thingspeak jika data gagal di *upload* cek kembali koneksi internet.
6. Data pada webserver thingspeak di simpan dan dikirimkan ke website thingspeak.
7. Data yang telah diterima oleh website thingspeak akan ditampilkan, diolah dan dijadikan informasi.

3.5. Diagram Perangkat Keras Alat Prototipe

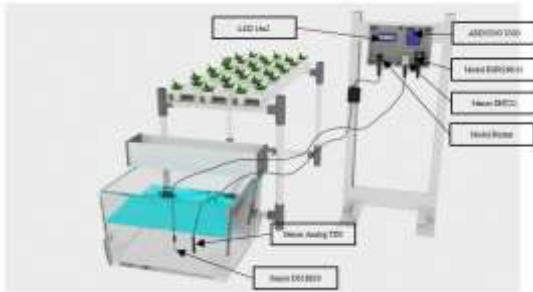
Diagram perangkat keras alat secara keseluruhan ini dibuat agar pembuatan alat prototipe mudah dilakukan. Dengan adanya proses *Input* dari analog sensor TDS, sensor DHT, dan sensor DS18B20 untuk mengambil nilai data dari tanaman hidroponik yang kemudian nilai-nilai data tersebut oleh semua sensor dikirimkan ke mikrokontroler arduino, dari mikrokontroler arduino nilai-nilai data sensor dikirim ke *output* LCD 16x2, jika nilai sensor TDS kurang dari batas nilai kepekatan nutrisi (ppm) yang telah ditentukan maka modul buzzer akan berbunyi secara otomatis.



Gambar 5. diagram perangkat keras alat prototipe.

3.6. Pembuatan Prototipe

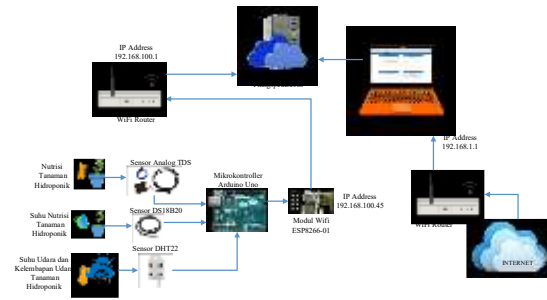
Pembuatan prototipe alat monitoring secara keseluruhan dapat di implementasikan dan dapat diketahui apakah alat prototipe tersebut dapat bekerja sesuai fungsinya pada prototipe *monitoring* nutrisi, suhu, dan kelembapan tanaman hidroponik berbasis *internet of things* pada tanaman selada menggunakan arduino dan webserver thingspeak.



Gambar 6. rancangan alat prototipe secara keseluruhan

3.7. Topologi monitoring Alat prototipe

Sistem topologi monitoring hidroponik digunakan oleh penulis untuk menguraikan cara bagaimana alat prototipe terhubung kedalam suatu jaringan internet. Sistem topologi tersebut yaitu pengambilan sensor analog TDS untuk mengambil nilai data dari kepekatan nutrisi tanaman hidroponik, kemudian sensor DS18B20 untuk mengambil nilai data dari suhu nutrisi tanaman hidroponik dan sensor DHT22 untuk mengambil nilai data dari suhu udara dan kelembapan udara disekitar tanaman hidroponik, nilai data-data tersebut diproses oleh mikrokontroller Arduino uno kemudian dikirimkan ke modul ESP8266-01 yang sudah mendapatkan IP address yaitu 192.168.100.45 dari modul ESP8266-01 tersebut kemudian mengirimkan nilai data-data dari setiap sensor ke WiFi router yang IP addressnya yaitu 192.168.100.1 selanjutnya dari WiFi router mengirimkan nilai data-data sensor tersebut ke webserver thingspeak. Selanjut nilai data-data tersebut dapat di monitoring melalui laptop yang sudah mendapatkan IP address yaitu 192.168.1.43 dari WiFi router yang IP address yaitu 192.168.1.1 yang terhubung ke jaringan internet kemudian laptop tersebut mengakses website thingspeak untuk melihat nilai data-data dari setiap sensor yang digunakan dalam bentuk grafik.



Gambar 7. sistem topologi monitoring alat prototipe

4. ANALISIS DAN

4.1. Analisis Masalah

Dalam perancangan prototipe *monitoring* nutrisi, suhu, dan kelembapan tanaman hidroponik berbasis *internet of things* pada tanaman selada menggunakan arduino dan webserver thingspeak, terdapat beberapa masalah yang harus dipecahkan. Permasalah-permasalahan tersebut antara lain:

1. Masalah awal dalam perancangan prototipe *monitoring* nutrisi, suhu, dan kelembapan tanaman hidroponik berbasis *internet of things* pada tanaman selada menggunakan arduino dan webserver thingspeak yaitu bagaimana membuat prototipe alat hidroponik menggunakan arduino dan webserver thingspeak sebagai media *monitoring* tanaman hidroponik.
2. Masalah kedua yaitu mengenai penanganan kepekatan larutan nutrisi dalam pertanian hidroponik yang dapat dilakukan secara jarak jauh, sehingga pemberian nutrisi hidroponik tetap terpantau dan akan memberikan hasil yang optimal pada budidaya tanaman selada secara hidroponik.

4.2. Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe secara keseluruhan dilakukan penulis untuk mengetahui apakah alat prototipe tersebut dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dan secara optimal, untuk jangka waktu pengujian alat prototipe ini penulis melakukan pengambilan data dari tanaman hidroponik yaitu selama 7 hari.



Gambar 8. alat prototipe secara menyeluruh dengan tanaman hidroponik

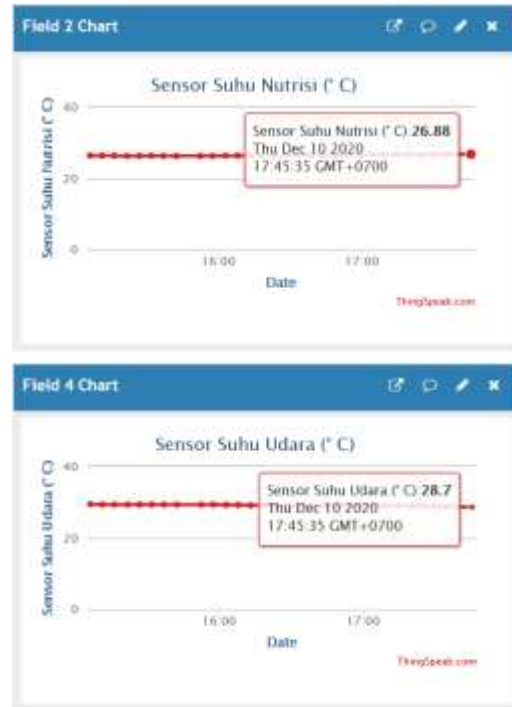
4.3. Analisa Hasil Pengujian Alat Prototipe

Ketika alat prototipe diberi sumber daya listrik menggunakan adaptor *charger smart phone*, maka alat prototipe dapat menyala dan modul buzzer akan berbunyi selama 5 menit, di LCD 16x2 akan menampilkan pertama kali yaitu “*Monitoring Hidroponik ITBU*” kemudian setelah 5 menit alat prototipe bekerja di LCD 16x2 akan tampil hasil pengambilan data dari setiap sensor yang digunakan, dan di webserver thingspeak data dari setiap sensor yang digunakan akan ditampilkan secara grafik.



Gambar 9. data sensor alat prototipe di webserver thingspeak

Ketika cuaca sedang hujan di tempat penelitian penulis, data monitoring webserver thingspeak nilai dari suhu udara maupun suhu air nutrisi grafik akan dalam posisi turun.

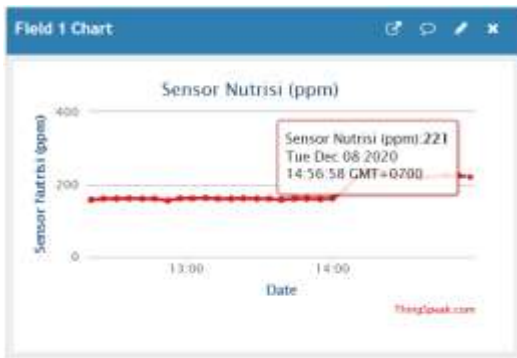


Gambar 10. data sensor alat prototipe di webserver thingspeak sensor suhu nutrisi dan sensor suhu udara ketika hujan

Ketika nutrisi dibawah 200ppm maka alat prototipe yaitu modul buzzer alat prototipe sensor akan berbunyi secara terus menerus hingga nutrisi tanaman diberikan nutrisi AB mix, dan data di webserver thingspeak akan turun seperti gambar yang di tampilan di webserver thingspeak pada gambar 9, dan gambar 10 data tampilan grafik nilai kepekatan nutrisi sudah diberikan nutrisi AB mix.



Gambar 11. data sensor nutrisi alat prototipe di webserver thingspeak nilai kepekatan nutrisi dibawah 200ppm



Gambar 12 data sensor nutrisi alat prototipe di webserver thingspeak nilai kepekatan nutrisi setelah diberi nutrisi AB mix.

Ketika jaringan internet tidak berjalan dengan baik maka waktu pengiriman data ke webserver thingspeak mengalami keterlambatan yang tidak berjalan sesuai dengan yang di rencanakan seperti pada gambar 11



Gambar 13 data sensor mengalami keterlambatan pengiriman data ke webserver thingspeak

Berdasarkan hasil analisa pengujian alat prototipe diatas dapat disimpulkan bahwa alat dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dan kinerja alat bekerja dengan jalan.

4.4. Pengujian *Black Box* Alat Prototipe

Dari hasil pengujian perancangan prototipe monitoring nutrisi, suhu dan kelembapan tanaman hidroponik berbasis internet of things pada tanaman selada menggunakan arduino dan webserver

thingspeak, maka dapat dilakukan pengujian *black box* alat prototipe pada tabel 1 dan pengujian *black box* webserver thingspeak pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1 hasil pengujian *black box* alat prototipe

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Didapatkan	Kesimpulan
1	Menghubungkan alat prototipe dengan sumber daya listrik.	Alat prototipe dapat menyala ketika terhubung dengan sumber daya listrik.	Alat prototipe dapat menyala ketika terhubung dengan sumber daya listrik dan modul buzzer menyala selama 5 menit.	Berhasil
2	Sensor DHT22	Alat prototipe dapat menampilkan nilai suhu dan kelembapan di serial monitor dan LCD 16x2 dari sensor DHT22.	Sensor DHT22 di alat prototipe dapat menampilkan nilai suhu dan kelembapan di serial monitor dan LCD 16x2 dari sensor DHT22.	Berhasil
3	Sensor Analog TDS	Alat prototipe dapat menampilkan nilai dan kepekatan nutrisi di serial monitor dan LCD 16x2 dari sensor Analog TDS.	Alat prototipe dapat menampilkan nilai dan kepekatan nutrisi di serial monitor dan LCD 16x2 dari sensor Analog TDS.	Berhasil
4	Sensor DS18B20	Alat prototipe dapat menampilkan nilai suhu nutrisi di serial dan LCD 16x2 dari sensor DS18B20.	Alat prototipe dapat menampilkan nilai suhu nutrisi di serial dan LCD 16x2 dari sensor DS18B20.	Berhasil
5	Modul ESP8266-01	Alat prototipe dapat mengirim semua data sensor ke webserver thingspeak.	Alat prototipe dapat mengirim semua data sensor ke webserver thingspeak.	Berhasil
6	LCD 16x2	Alat prototipe dapat menampilkan nilai dari semua sensor yang digunakan.	Alat prototipe dapat menampilkan nilai dari semua sensor yang digunakan.	Berhasil
7	Modul Buzzer	Alat prototipe dapat berbunyi ketika nilai kepekatan nutrisi dibawah 200ppm.	Alat prototipe dapat berbunyi ketika nilai kepekatan nutrisi dibawah 200ppm.	Berhasil

Tabel 2 hasil pengujian *black box* webserver thingspeak

No.	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Didapatkan	Kesimpulan
1	Login	User login ke menu utama webserver thingspeak dengan menggunakan email dan password yang sudah terdaftar di webserver thingspeak.	User berhasil login ke menu utama webserver thingspeak.	Berhasil
2	Monitoring Sensor DHT22	Menampilkan nilai dari sensor DHT 22 yaitu suhu dan kelembapan yang dapat di lihat pada grafik webserver thingspeak.	Webserver thingspeak dapat menampilkan data dari sensor DHT 22 berupa grafik.	Berhasil
3	Monitoring Sensor Analog TDS	Menampilkan nilai kepekatan nutrisi ppm dari sensor analog TDS yang dapat di lihat pada grafik webserver thingspeak.	Webserver thingspeak dapat menampilkan data dari sensor analog TDS berupa grafik.	Berhasil
4	Sensor DS18B20	Menampilkan nilai suhu sensor DS18B20 yang dapat di lihat pada grafik webserver thingspeak.	Webserver thingspeak dapat menampilkan data dari sensor DS18B20 berupa grafik.	Berhasil
5	Mengunduh hasil data sensor dari thingspeak	Dapat mengunduh hasil data semua sensor berupa format csv	Dapat mengunduh hasil data semua sensor berupa format csv	Berhasil

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan kesimpulan ini penulis berhasil bagaimana membuat alat prototipe monitoring untuk tanaman hidroponik melalui webserver thingspeak menggunakan arduino, sensor yang digunakan untuk monitoring nutrisi, suhu, dan kelembapan tanaman hidroponik yaitu sensor DHT22, sensor analog TDS, dan sensor DS18B20 proses pengiriman data dari arduino ke webserver thingspeak menggunakan modul ESP8266-01, data yang berhasil tampil di webserver thingspeak berupa grafik.

Hasil kinerja alat prototipe yang telah dibuat oleh penulis yaitu alat prototipe tersebut dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan, yaitu setiap sensor dapat mengirimkan data nilai ke webserver thingspeak untuk dapat dimonitoring, kemudian setiap modul yang digunakan bekerja dengan baik pada alat prototipe.

Hasil pengujian perancangan prototipe yang telah dibuat yaitu alat prototipe tersebut dapat bekerja secara optimal dan bekerja dengan efektif, ketika nilai kepekatan nutrisi dibawah 200ppm maka alat prototipe tersebut akan berbunyi dari modul buzzer, dan data yang ditampilkan di webserver thingspeak grafik akan turun sesuai dengan nilai kepekatan dari nutrisi tanaman hidroponik. Hasil pengujian alat prototipe ketika hujan turun di sekitar tempat penelitian penulis nilai dari sensor suhu udara dan suhu air nutrisi data yang ditampilkan di webserver thingspeak grafik akan turun sesuai dengan suhu disekitar tanaman hidroponik. Ketika jaringan internet tidak berjalan dengan baik maka waktu pengiriman data ke

webserver thingspeak mengalami keterlambatan yang tidak berjalan seperti yang di rencanakan. Hasil pengujian modul ESP8266-01 yaitu berjalan dengan lancar untuk mengirim data ke webserver thingspeak.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, diharapkan dapat melakukan pengembangan dari penelitian selanjutnya diantaranya:

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan oleh mahasiswa ataupun pihak kampus untuk monitoring atau pengendalian tanaman hidroponik dengan memanfaatkan setiap sensor nutrisi, suhu air, kelembapan udara dan suhu udara dari alat prototipe yang sudah dibuat.
2. Mahasiswa selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan alat prototipe ini dengan tambahan sensor PH air ataupun lampu pertumbuhan tanaman (*growth light* LED) dan menambahkan fitur sms sebagai notifikasi pada saat pembudidayaan tanama hidroponik tidak mendapatkan jaringan internet yang baik agar pertumbuhan tanaman hidroponik dapat termonitoring dan terkendali.
3. Dengan adanya alat prototipe ini diharapkan dapat membantu industri pertanian dalam hal monitoring maupun kontrol tanaman hidroponik.

Alhamdulillah Hirobbil'Aa'lamin puja dan puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis dapat menyelesaikan skripsi yang menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Teknik Informatika jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Budi Utomo dengan judul "PERANCANGAN PROTOTIPE *MONITORING* NUTRISI, SUHU, DAN KELEMBAPAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* PADA TANAMAN SELADA MENGGUNAKAN ARDUINO DAN WEBSERVER THINGSPEAK" tepat pada waktunya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada penutup para nabi, Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam,

keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga hari kiamat.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari peran berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan, nasehat, bimbingan dan dukungan. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga khususnya kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan Baginda Rasulullah SAW.
2. Bapak Dr. Ir. H. Martin Djamin, M.Sc, selaku Rektor Institut Teknologi Budi Utomo.
3. Bapak Dr. Suryadi, ST.,MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Budi Utomo.

Akhir kata penulis berharap laporan skripsi yang penulis susun ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan serta wawasan bagi semua pihak yang membutuhkannya.

6. Daftar Pustaka

- [1] Rubatzky, V. E. dan M. Yamaguchi, 1998. Sayuran Dunia 2 Prinsip, Produksi, dan Gizi. ITB. Bandung.
- [2] Ogedebe, P.M., & Jacob, B.P. (2012), Software Prototyping: A Strategy to Use When User Lacks Data Processing Experience. *ARPN Journal of Systems and Software*. VOL. 2, NO.6, 2012, from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.675.391>
- [3] Lingga, P. 2011. Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [4] Muhammad Syahwil, (2013) Panduan Mudah Simulas dan Praktek Mikrokontroler Arduino. Yogyakarta: Andi.
- [5] Pasha, S., (2016). ThingSpeak based sensing and monitoring system for IoT with Matlab Analysis. India: International Journal of New Technology and Research.
- [6] Hanif Al Fatta, (2007). Analisis dan Perancangan Sistem Informasi. Yogyakarta: Andi
- [7] Dhega Febiharsa, I Made Sudana, Noor Hudallah, (2018). Uji Fungsionalitas (Blackbox Testing) Sistem Informasi Lembaga Sertifikasi Profesi (Silsp) Batik Dengan Appperfect Web Test Dan Uji Pengguna. Vol 1 No. 2, Desember 2018 from <http://e->

journal.ivet.ac.id/index.php/jiptika/article/download/752/689/

- [8] Borg, W.R. & Gall, M.D. Gall (1983). *Education Research : An Introduction, Fifth Edition*. New York: Longman.

RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI TEGANGAN BATERAI PADA DUMP TRUK BERBASIS ARDUINO DI PT WIJAYA KARYA INDUSTRI KONSTRUKSI

¹*Triyono Budi Santoso, ²Leni Devera Asrar.*

¹*Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, triyono.budi@gmail.com*

²*Program Studi Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta, leniasrar@gmail.com*

Abstract

A vehicle battery which is rarely used for a long period of time often causes several problems and hence an alternator does not work properly, so the battery voltage decreases due to the failure of the charging function of the alternator. The vehicle is made by a system that makes it easy to check the battery and in order to monitor and prevent failure of the electrical function in the vehicle and improve maintenance, a vehicle battery voltage telemetry system was made. To begin with a research, an experimental method using a voltage telemetry device using the Arduino Uno R-3, SIM 900 and a voltage sensor has been implemented. In this research, when the vehicle is not in use so the telemetry device will send short messages to the messaging application on the user's mobile phone. The sent data was in the form of battery voltage information, and the system will contact the user if the battery voltage is confirmed to the battery operating voltage of 12V DC. To increase the safety of the battery, the system then contacts the user if the port on the pole is disconnected. This also makes the system to send the voltage signal on the battery to automatically contact the user. The results showed that the accuracy of this telemetry measuring instrument is 99.63% or only 0.37% error.

Keywords: *Telemetry, Battery, Arduino Uno, SIM900, DC Voltage Sensor, Maintenance*

PENDAHULUAN

Baterai kendaraan memiliki masa pakai yang sudah ditentukan waktu-nya. Pada umumnya baterai kendaraan pada kondisi normal memiliki masa pakai selama 3 sampai 4 tahun tetapi bergantung pada penggunaan dan kondisi pengoperasiannya. Ketika baterai mengalami keausan, baterai secara bertahap kehilangan kinerjanya. Hal itu bisa disebabkan karena pengisian dan pemakaian yang konstan, variasi iklim dan panas, serta getaran. Kondisi baterai kendaraan yang jarang digunakan dalam rentan cukup lama sering kali menimbulkan beberapa masalah. Permasalahannya yaitu pada saat kendaraan kembali digunakan tegangan baterai yang tidak mencukupi untuk menstater kendaraan tersebut. Serta alternator yang tidak bekerja dengan baik membuat tegangan baterai menjadi

berkurang. Hal ini membuat pengguna harus mengganti baterai tersebut agar dapat mengoperasikan kendaraan tersebut. Untuk menghindari hal demikian maka pengecekan atau pemeliharaan haruslah dilakukan.

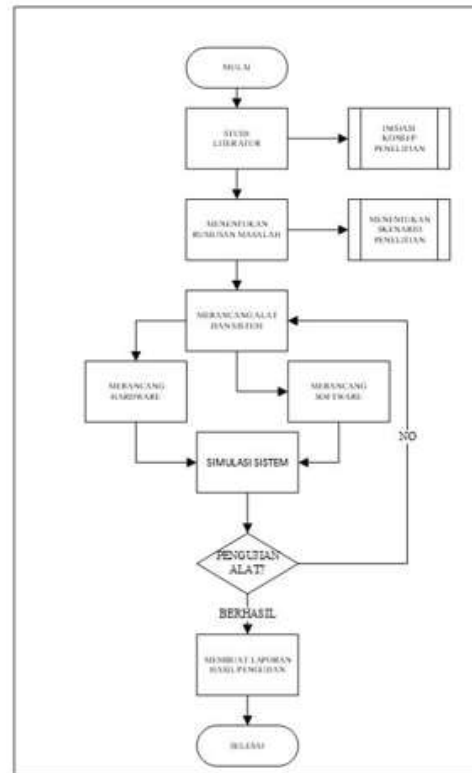
Dari bulan Agustus sampai bulan Oktober tahun 2020 telah terjadi 20 kali gagal starter unit *dump truck* yang disebabkan oleh dropnya tegangan baterai. Hal ini menyebabkan terganggunya proses operasional karena harus dilakukan pergantian baterai kendaraan. Seperti yang terjadi di *workshop* divisi peralatan terdapat sebanyak tiga puluh baterai mengalami kerusakan yaitu tegangan yang dikeluarkan tidak sesuai dengan tegangan operasional (*Drop Voltage*) sehingga baterai tersebut tidak dapat dioperasikan oleh karena itu dilakukan penggantian baterai baru untuk menunjang operasinya alat berat *Dump Truck*^[1].

Karena rutinitas operasional kendaraan yang seringkali berpindah pindah tempat untuk memantau kendaraan agar tidak terjadi kegagalan fungsi elektrik. Maka dibuatlah alat dengan sistem telemetri tegangan baterai kendaraan dengan tujuan agar dapat meningkatkan pemeliharaan terhadap baterai serta unit truk itu sendiri. Sistem telemetri adalah proses pengukuran parameter suatu objek (benda, ruang, kondisi alam), yang hasil pengukurannya dikirim ke tempat lain melalui proses pengiriman data, baik dengan menggunakan kabel maupun tanpa menggunakan kabel (*wireless*), selanjutnya data tersebut bisa dimanfaatkan langsung atau perlu dianalisis. Sistem telemetri sering digunakan untuk melakukan pengukuran di wilayah yang sulit dijangkau^[2].

Telemetri ini menggunakan alat yaitu Arduino Uno, SIM 900, sensor tegangan DC (Direct Current). Dengan sistem telemetri ini maka penulis akan mengetahui hasil *pembacaan* tegangan pada baterai kendaraan dimanapun dan kapanpun, serta untuk meningkatkan keamanan dari tindakan pencurian baterai tersebut maka sistem telemetri juga dilengkapi dengan fungsi menelpon pengguna secara otomatis jika tegangan dibawah tegangan operasional dan jika *port* pada alat telemetri tidak terhubung dengan kutub baterai karena pada saat *port* pengukur terlepas dari kutub baterai maka secara otomatis pembacaan dari nilai ukur pada alat sistem telemetri akan menjadi 0 Volt, dan itu merupakan dibawah tegangan operasional, sehingga sistem akan otomatis menghubungi pengguna. Adapun tujuan penelitian ini memonitor kondisi baterai kendaraan dengan menggunakan sistem telemetri berdasarkan Arduino Uno R-3 untuk meningkatkan pemeliharaan terhadap baterai kendaraan sekaligus menguji kemampuan sistem telemetri dalam menghubungi pengguna jika terjadi *drop voltage* atau *port* yang terlepas dari kutub baterai untuk meningkatkan keamanan baterai kendaraan^[3]. Manfaat hasil riset ini dapat dijadikan acuan dalam mempermudah monitoring dan meningkatkan pemeliharaan pada baterai

kendaraan untuk para mekanik serta memberikan proteksi baterai apabila *port* tidak terhubung maka sistem telemetri akan menghubungi pengguna hingga *port* tersebut di pasang kembali guna menghindari adanya pencurian terhadap baterai tersebut.

METODOLOGI



Gambar 1 Diagram Alir

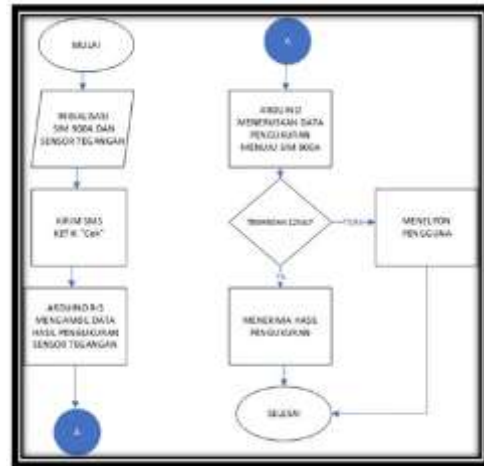
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu pengembangan metode pembuatan alat telemetri tegangan dengan menggunakan Arduino Uno R-3, SIM 900 dan sensor tegangan, dalam pengoperasian nya alat ini bekerja untuk mengukur tegangan baterai pada saat kendaraan tidak digunakan atau pada saat kondisi off.



Gambar 2 Blok Diagram Sistem

Berdasarkan pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa langkah pertama yang dilakukan adalah studi literatur dimana penulis mengumpulkan beberapa referensi untuk dijadikan bahan yang bertujuan untuk membuat suatu sistem telemetri tegangan, setelah mendapatkan acuan, langkah selanjutnya adalah menentukan rumusan masalah untuk menentukan permasalahan yang akan di selesaikan oleh sistem telemetri ini kemudian langkah selanjutnya adalah merancang alat yang akan digunakan dalam pembuatan sistem telemetri tersebut, rancangan alatnya yaitu arduino uno R-3 sebagai eksekutor mengambil data tegangan pada sensor tegangan. Kemudian setelah data dari sensor tegangan didapat arduino Uno R-3 akan mengirimkan hasil pengukuran tegangan melalui SIM 900A, langkah selanjutnya SIM 900A akan mengirim data kepada pengguna melalui aplikasi pesan singkat pada telepon genggam, langkah selanjutnya adalah proses pembuatan program dengan aplikasi arduino IDE untuk menginstruksikan dan upload program pada *hardware*^[4].

Program yang sudah di *upload* kemudian di monitor dengan fitur serial monitor pada arduino IDE apabila inialisasi berhasil maka alat telemetri secara otomatis mengukur tegangan baterai jika *port* sudah terpasang pada baterai yang akan diukur tegangannya untuk memastikan bahwa alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan bagaimana mestinya, pengujian terhadap alat tersebut dilakukan. Jika pada proses pengujian alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan maka pengambilan data dapat dilakukan. Jika ada kesalahan pada program yang membuat sistem tidak berjalan dengan semestinya, maka proses *coding* akan lanjut dilakukan sampai sistem dapat bekerja dengan baik. Setelah sistem dapat berjalan dengan baik maka pengambilan data dapat dilakukan agar pembuatan laporan hasil rancangan sistem dapat dilakukan.



Gambar 3 Sistem Kerja Alat

Penelitian menggunakan *voltage sensor*, Arduino R-3 dan SIM 900A sebagai pendeteksi yang mampu dikontrol via telepon genggam. Hasil pembacaan semua sensor akan muncul pada aplikasi pesan yang ada di telepon genggam dan dalam pengujian alat telemetri digunakan alat ukur multimeter sebagai pembanding hasil pengukuran tegangan melalui sistem telemetri dan pengukuran melalui alat ukur. Alat ukur yang digunakan untuk dilakukan perbandingan adalah alat ukur SANWA CD 800, alat ukur ini mempunyai akurasi $\pm 1.1\% + 3$. Alat ini akan digunakan untuk mengukur tegangan pada baterai mobil *dump truck*. Dimana hasil pembacaan nilai tegangan pada baterai akan dikirimkan melalui pesan singkat pada aplikasi telepon genggam, dan alat ini dapat digunakan untuk mengetahui tegangan baterai truk yang lokasinya berada jauh dari lokasi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan pemeliharaan terhadap truk tersebut sehingga memperpanjang usia pakai dari baterai truk itu sendiri, serta sistem ini dapat menghubungi pengguna jika terjadi drop voltage atau *port* yang terlepas dari kutub baterai sehingga meningkatkan keamanan terhadap tindakan pencurian baterai tersebut.

Pada sistem ini telemetri tegangan mengirim nilai tegangan baterai dengan merespon isi *Short Message Service* (SMS). Sistem ini terdiri dari modul SIM 900A sebagai pengirim dan penerima *Short Message Service* (SMS)

dengan Arduino Uno R-3 sebagai pengendali utamanya yang memproses nilai dari Tegangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kontrol dan monitoring tegangan ini menggunakan sensor tegangan sebagai pendeteksi yang mampu dikontrol via handphone. Hasil pembacaan semua sensor akan muncul pada aplikasi *short message service* (SMS) yang ada di *handphone*. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap rangkaian elektronik yang telah dibuat untuk mengetahui apakah program telah dapat berjalan dan bekerja sebagaimana yang diharapkan. Serta menghindari terjadinya kemungkinan *error*. Perancangan *software* ini akan membahas mengenai tahap perancangan perangkat lunak yang menggunakan *software* Arduino Uno R-3. Tujuan perancangan lunak ini adalah untuk mempermudah dalam memprogram yang akan dimasukan atau ditanamkan kedalam mikrokontroler menggunakan *software* Arduino Uno R-3.

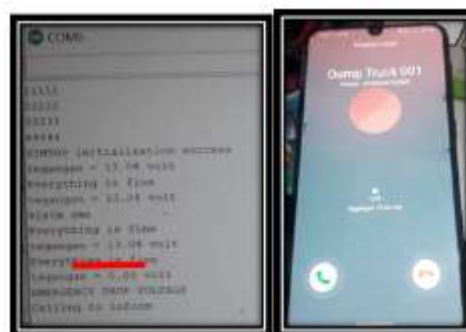
Untuk dapat melakukan pengujian alat, dibuat suatu simulasi yang dapat mempermudah saat melakukan pengujian. simulasi yang diterapkan pada penelitian kali ini adalah cek tegangan aki yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7. Pengujian alat sistem telemetri tegangan ini di buat menjadi dua yaitu pada saat kondisi baterai dalam keadaan normal dan pada saat kondisi baterai dibawah tegangan yang dianjurkan.



Gambar 4 Wiring Diagram Sistem Telemetri Tegangan Baterai

```
{ int16_t temp_adc_val;
float temp_val;
temp_adc_val = analogRead(sensor_pin);
/* Read voltage sensor */
temp_val = (temp_adc_val * 5.0/1024.0);
float hasil = temp_val/(R2/(R1+R2));
String str = "Tegangan: " +
String(hasil) + " volt ";
String str = "Tegangan: " + String(hasil)
+ " volt ";
int str_len = str.length() +1;
char char_array[str_len];
str.toCharArray(char_array, str_len); //
convert String to char
Serial.print("tegangan = ");
Serial.print(hasil);
Serial.print(" volt\n");
```

Gambar 5 Program Pembacaan Sensor Tegangan



Gambar 6 Baterai Mengalami *Drop Voltage* dan Menghubungi Pengguna



Gambar 7 Tegangan Baterai Ketika Drop Voltage

Pada saat kondisi baterai normal langkah pengujian nya adalah dengan a) Input nomor *Handphone* tujuan yang sudah di simpan dalam SIM 900A; b) Langkah selanjut nya adalah ketik “Cek” di kolom teks pada aplikasi perpesanan di handphone lalu kirim teks tersebut ke nomor yang sudah diinput sebelumnya; c) SIM 900A akan memberikan informasi terkait tegangan pada baterai dengan cara mengirimkan sms balasan ke pengguna dalam waktu kurang dari satu menit. Nilai pengukuran dan nilai persentase akurasi terdapat pada tabel 1 dibawah.

Tabel 4.1 Persentase Akurasi pada Pengukuran Telemetri Tegangan

Baterai	Pengukuran Telemetri (Vdc)	Pengukuran Alat Ukur (Vdc)	Persentase Error (%)	Persentase Akurasi (%)
1	13.04	13.13	0.68	99.32
2	12.18	12.22	0.32	99.68
3	11.84	11.88	0.33	99.67
4	12.38	12.40	0.16	99.84
5	8.50	8.64	1.62	98.38
Rata Rata Akurasi				99.37%



Gambar 8 Grafik Pengukuran Tingkat Akurasi

Dari pengujian terhadap akurasi alat ukur tersebut dapat dinyatakan bahwa sistem telemetri tegangan ini memiliki kesalahan yang sangat kecil yaitu kesalahan

tertinggi yaitu 1.62%. Kemudian dilakukan perhitungan persentase akurasi alat dengan menggunakan persamaan 2.2 dan diperoleh akurasi rata-rata 99,38%. Untuk mengetahui nilai rata rata pada alat tersebut maka dalam melakukan pengukuran hingga dilakukan 3 kali pengujian dan nilai hasilnya diperoleh 8.49 V sampai dengan 13.10 Volt.

Tabel 4.2 Pengujian Nilai Rata Rata Alat Ukur Telemetri

Pengujian	Baterai 1 Vdc	Baterai 2 Vdc	Baterai 3 Vdc	Baterai 4 Vdc	Baterai 5 Vdc
1	13.04	12.18	11.84	12.38	8.50
2	13.13	12.18	11.88	12.38	8.47
3	13.13	12.18	11.88	12.38	8.50
Rata rata	13.10	12.18	11.87	12.38	8.49



Gambar 9 Grafik Pengukuran Nilai Rata Rata Alat Telemetri

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, implementasi, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Waktu yang diperlukan sistem mengirimkan hasil pengukuran melalui pesan singkat didapat angka kurang dari satu menit.
2. Rata rata tingkat akurasi pengujian sistem telemetri baterai pada kendaraan adalah 99,37 %
3. Hasil dari beberapa kali pengujian alat telemetri tegangan didapat nilai rata rata pengukuran sebesar 13,10 Vdc; 12,18Vdc; 11,87 Vdc;12,38 Vdc dan 8,49Vdc dengan nilai asli tegangan pada baterai yaitu 13,13 Vdc; 12,22 Vdc; 11,88 Vdc; 12,40 Vdc dan 8,64 Vdc. Data tersebut menunjukkan bahwa hasil pengujian alat telemetri dengan nilai asli tegangan tidak berbeda jauh, hal ini menandakan bahwa alat ini presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andry Helly. (2010). Rancang Bangun *system Baterai Charging Omtomatis*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [2] Kurniawan, Wisnu Rizky. (2015). Implementasi Telemetry Tekanan Udara Berbasis Arduino Uno R-3 di PT Industri Telekomunikasi Indonesia. Yogyakarta.
- [3] Arduino, <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf> (diakses 30 Oktober 2020, pukul 22.31)
- [4] Djuandi, Feri, (2011), Pengenalan Arduino, www.tobuku.com [diakses 2 November 2020]

ANALISIS PERANCANGAN SISTEM PENDUKUNG OPERASIONAL PADA JST YANG BERGERAK DIBIDANG JASA TELEKOMUNIKASI DAN INTERNET

Surya Darma

*Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Budi Utomo.
jiit81@gmail.com*

Abstract

JST is a company engaged in telecommunications and internet networks. JST which initially only manage of the signal provider for cellular phones.now expanding its business by selling internet network services. This article aims to analyze system problems, design systems, and make an operational support system as solutions of the problems. The system is used to provide convenience for JST's employees in doing daily operational work. The software that is used as support such as XAMPP, Web Browser, using PHP, CSS, Javascript as programming language, and using MySQL as database.

Keywords: *Operational, Support, System, PHP, MySQL.*

1. PENDAHULUAN

JST merupakan perusahaan yang bergerak dibidang telekomunikasi dan jaringan internet. JST yang awalnya hanya mengelola sinyal provider untuk telepon selular, kini memperluas bisnis dengan menjual jasa layanan jaringan internet. Berlokasi di Blok A Pasar Tanah Abang, JST melakukan kegiatan operasioanal harian: merawat, menjaga, serta memelihara seluruh jaringan sinyal dan jaringan internet di Pasar Tanah Abang Blok A dan Blok B.

Dalam pelaksanaan operasional harian JST mengalami kendala terutama pada pembuatan Surat Perintah Kerja (SPK). SPK hanya mengandalkan hubungan komunikasi dua arah menggunakan telepon dan aplikasi *Chatting* dari *customer service* yang akan diteruskan ke teknisi yang bersangkutan, kondisi tersebut sering menjadi sumber kesalahan dan ketidak nyamanan.

Untuk mengeliminir ketidaknyamanan tersebut diperlukan suatu Sistem Pendukung Operasional yang dapat membantu membuat SPK yang lebih tertib, rapih, dan tersimpan

dengan baik dalam format database menggunakan PHP dan *MySQL*

Tujuan utama dari pembangunan aplikasi SPO ini untuk mempermudah melakukan pengolahan data pekerjaan karyawan JST sebagai berikut :

1. Membuat Sistem Informasi SPK yang mudah dimengerti dan dapat dimanfaatkan oleh karyawan yang bersangkutan.
2. Mempermudah karyawan dalam mengolah data.
3. Agar informasi atau data jadi lebih terstruktur, sehingga mudah dipergunakan jika suatu saat dibutuhkan.

2. METODOLOGI

2.1 Pengertian SPK

SPK adalah pesan/perintah suatu pekerjaan dalam internal maupun eksternal perusahaan /lembaga /departemen berupa dokumen secara tertulis kepada pelaksana aktivitas pemeliharaan untuk diselesaikan.

Proses SPK adalah kegiatan yang dilakukan dalam pemeliharaan baik yang bersifat *schedule* maupun *unschedule*. Selain itu SPK juga berfungsi sebagai data *history*

pemeliharaan yang memuat informasi mengenai biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan pemeliharaan, durasi pekerjaan, *history trouble*, maupun pekerja yang melaksanakan pekerjaan tersebut.

2.2 Konsep Dasar Sistem

2.2.1 Pengertian Sistem

1. Sistem mengandung arti kumpulan dari komponen-komponen yang dimiliki unsur keterkaitan antara satu dengan lainnya. [1]
2. Sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. [2]
3. Sistem merupakan gabungan obyek yang memiliki hubungan secara fungsi dan hubungan antara setiap ciri obyek, secara keseluruhan menjadi suatu kesatuan yang berfungsi. [4]
4. Sistem adalah seperangkat elemen yang membentuk kumpulan atau prosedur-prosedur / bagan-bagan pengolahan yang mencari suatu tujuan bagian atau tujuan bersama dengan mengoperasikan data dan/atau barang pada waktu rujukan tertentu untuk menghasilkan informasi dan/atau energi dan/atau barang. [4]

2.2.2 Karakteristik Sistem

Sistem mempunyai karakter atau sifat-sifat yaitu komponen sistem (*Element*), batas sistem (*Boundary*), Lingkungan luar sistem (*Environment*), penghubung sistem (*interface*), masukan sistem (*input*), Keluaran sistem (*Output*), pengolah sistem (*Process*), dan Sasaran sistem (*Objective*).

1. *Element*

Suatu sistem terdiri dari beberapa komponen yang saling berkaitan atau bekerja sama membentuk satu kesatuan. Suatu sistem yang merupakan bagian dari sistem

lain yang lebih besar disebut subsistem, sedangkan sistem yang lebih besar tersebut adalah lingkungannya.

2. *Boundary*

Batas sistem merupakan daerah yang membatasi antara suatu sistem dengan sistem yang lainnya atau dengan lingkungan luarnya. Batas sistem ini memungkinkan suatu sistem dipandang sebagai suatu kesatuan. Batas suatu sistem menunjukkan ruang lingkup dari sistem tersebut.

3. *Environment*

Lingkungan dari sistem adalah apapun di luar batas dari sistem yang mempengaruhi operasi sistem. Lingkungan luar sistem dapat bersifat menguntungkan dan dapat juga bersifat merugikan sistem tersebut.

4. *Interface*

Penghubung adalah jembatan atau media penghubung antara subsistem dalam suatu sistem yang lebih besar. Penghubung inilah yang akan menjadi media yang digunakan dari *input* hingga *output*.

5. *Input*

Masukan yaitu sesuatu yang digunakan sebagai bahan untuk diolah lebih lanjut dalam sistem. Masukan dapat berupa masukan perawatan (*maintenance input*) dan masukan sinyal (*signal input*)

6. *Output*

Keluaran adalah hasil dari energi yang diolah dan diklasifikasikan menjadi keluaran yang berguna.

7. *Objective*

Sasaran dari sistem sangat menentukan masukan yang dibutuhkan sistem dan keluaran yang akan dihasilkan sistem. Suatu sistem dikatakan berhasil bila mengenai sasaran dan tujuannya.

2.3 Konsep Dasar Informasi

2.3.1 Pengertian Informasi

Secara umum, pengertian informasi adalah sekumpulan data atau fakta yang telah diproses dan dikelola sedemikian rupa sehingga menjadi sesuatu yang mudah dimengerti dan bermanfaat bagi penerimanya.

2.3.2 Kualitas Informasi

Informasi mempunyai tiga kualitas antara lain :

a. Akurat

Informasi harus bebas dari kesalahan dan tidak menyesatkan. Informasi harus akurat karena sumber informasi sampai ke penerima informasi kemungkinan banyak terjadi gangguan yang dapat mengubah atau merusak informasi tersebut.

b. Tepat Waktu

Informasi yang disampaikan ke penerima tidak terlambat, karena informasi adalah landasan untuk mengambil suatu keputusan.

c. Relevan

Informasi tersebut memiliki manfaat untuk pemakainya. Relevansi informasi untuk setiap orang dapat berbeda.

2.4 Pengertian Sistem Informasi

Secara sederhana pengertian sistem informasi bisa didefinisikan sebagai sebuah sistem yang terdiri dari teknologi atau alat, media yang digunakan, prosedur yang digunakan, prosedur yang terorganisir, serta sumber daya manusia yang didalamnya bekerja sebagai sebuah kombinasi membentuk sebuah sistem yang terorganisir. Kombinasi antara teknologi dan manusia ini bekerja untuk mendapatkan sebuah informasi yang kemudian digunakan untuk mendukung suatu manajemen guna mengambil sebuah kebijakan atau keputusan.

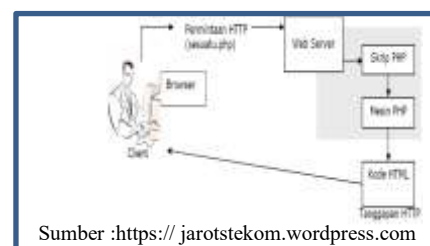
2.5 Alat Bantu dan Perancangan

2.5.1 Hypertext Preprocessor (PHP)

Bahasa pemrograman yang digunakan secara luas untuk pembuatan dan pengembangan sebuah situs web dan bisa digunakan bersama dengan HTML. PHP mempunyai kelebihan dibanding bahasa pemrograman komputer pada umumnya yaitu dapat digunakan pada hampir semua *platform* baik windows maupun linux. Selain itu, PHP sangat fleksibel berhubungan dengan berbagai *Data Base Management System (DBMS)* secara langsung tanpa harus menginstal konektor untuk koneksinya.

2.5.1.1 Konsep Kerja Pemrograman PHP

PHP adalah suatu bahasa pemrograman yang dinamis hanya dapat berjalan pada sisi server (*server side scripting*). Artinya proses yang dibuat dengan PHP tidak akan berjalan tanpa menggunakan *web server*. Berikut adalah gambaran cara kerja PHP.



Gambar 2.1 Konsep kerja PHP

Konsep kerja PHP diawali dengan permintaan suatu halaman *web (file.php)* oleh *browser* atau klien. Kemudian berdasarkan alamat di *Internet (URL)*, *browser* mendapatkan alamat dari *web server*, yang akan mengidentifikasi halaman yang diminta, menyampaikan segala informasi yang dibutuhkan oleh *web server*. Selanjutnya, ketika *file PHP* yang diminta didapatkan oleh *web server*, isinya segera dikirimkan ke mesin

PHP untuk diproses dan memberikan hasilnya (berupa kode HTML) ke *web server*, lalu menyampaikan ke klien.

2.5.2 *Cascading Style Sheet (CSS)*

CSS merupakan kumpulan kode-kode yang bertujuan untuk menghias dan mengatur gaya tampilan/layout halaman *web* supaya lebih elegan dan menarik. File CSS di simpan dengan ekstensi (.css) yang kemudian dihubungkan kedalam file HTML atau PHP yang akan didesain.

2.5.3 XAMPP

Merupakan aplikasi paket *web server* berbasis *open source* yang dapat dipasang pada beberapa sistem operasi seperti *windows, linux, mac OS*. Aplikasi ini berisi paket *apache web server, MySQL, PhpMyadmin, Filezilla, Mercury, dan Tomcat*. Secara resmi XAMPP dirancang dengan tujuan untuk digunakan hanya sebagai alat pengembangan yang memungkinkan perancang dan programmer *website* dapat menguji pekerjaan mereka pada komputer tanpa akses *internet*. [3]

2.5.4 Apache Web Server

Web server yang dapat dijalankan di beberapa sistem operasi seperti *Unix, BSD, Linux, Microsoft Windows, dan Novell Netware*, serta *platform* lainnya yang berguna untuk melayani fasilitas *web/www* ini menggunakan HTTP. Apache memiliki fitur-fitur canggih seperti pesan kesalahan yang dapat dikonfigurasi autentikasi berbasis basis data dan lain-lain. Apache juga didukung oleh sejumlah antar muka pengguna berbasis grafik (GUI) yang memungkinkan penanganan server menjadi mudah. Apache merupakan perangkat lunak sumber terbuka dikembangkan oleh komunitas terbuka yang terdiri dari pengembang-pengembang dibawah

naungan *Apache Software Foundation*.

2.5.5 MySQL

Perangkat lunak sistem manajemen basis data SQL atau DBMS yang multithread, multi-user, dengan sekitar 6 juta instalasi di seluruh dunia. MySQL AB membuat MySQL tersedia sebagai perangkat lunak gratis dibawah lisensi.

MySQL adalah sebuah implementasi dari sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis dibawah lisensi GPL (*General Public License*). Setiap pengguna dapat secara bebas menggunakan *MySQL*, namun dengan batasan perangkat lunak tersebut tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersial. *MySQL* sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam basis data yang telah ada sebelumnya, SQL (*Structured Query Language*). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian basis data, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis.

Beberapa kelebihan MySQL antara lain :

- Gratis
- Stabil dan tangguh
- Fleksibel dengan beberapa pemrograman
- Security yang baik
- Kemudahan management database
- Perkembangan software yang cukup cepat

2.5.6 Basis Data

Secara umum Basis Data dapat di artikan sebagai himpunan atau sekelompok data yang saling terhubung dan diorganisasikan sedemikian

hingga dapat dimanfaatkan kembali secara cepat dan mudah.

2.5.7 Database Management System (DBMS)

DBMS merupakan perangkat lunak (*software*) yang dipakai untuk membangun basis data yang berbasis komputerisasi, dapat memelihara dan mengolah data dalam jumlah besar.

2.5.8 Siklus Hidup Database

Tahapan-tahapan atau aktivitas-aktivitas dalam perancangan basis data :

1. Pengumpulan data dan Analisa
2. Perancangan *database* secara konseptual
3. Pemilihan sistem manajemen *database*
4. Perancangan *database* secara logika
5. Perancangan *database* secara fisik
6. Implementasi sistem *database*

2.5.9 Unified Modeling Language (UML)

UML adalah sekumpulan alat yang digunakan untuk melakukan abstraksi terhadap sebuah sistem atau perangkat lunak berbasis objek. Salah satu cara untuk mempermudah pengembangan aplikasi yang berkelanjutan dan dapat menjadi alat bantu untuk transfer ilmu tentang sistem atau aplikasi yang akan dikembangkan dari satu developer ke developer lainnya.

2.5.10 Pengujian Black Box

Pengujian yang dilakukan dengan mengamati eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak (hanya mengetahui input dan output).

Pengetahuan khusus dari kode aplikasi / struktur internal dan pengetahuan pemrograman pada umumnya tidak diperlukan. Uji kasus dibangun di sekitar spesifikasi dan persyaratan, yakni, aplikasi apa yang seharusnya dilakukan.. Perancangan uji memilih input yang valid dan tidak valid dan menentukan output yang benar.



Sumber : <https://tkjpnup.blogspot.com>

Gambar 2.7 Metode Black Box Testing

Pengujian *Black box* :

- Fokus pada kebutuhan fungsional pada *software*, berdasarkan pada spesifikasi kebutuhan dari *software*.
- Bukan teknik alternatif *white box testing*. Lebih merupakan pendekatan pelengkap dalam mencakup error dengan kelas yang berbeda dari metode *white box testing*.
- Melakukan pengujian tanpa pengetahuan detail struktur internal dari sistem atau komponen yang diuji, juga disebut *behavioral testing*, *specification based testing*, *input / output testing*, atau *functional testing*. [5]

2.5.11 Pengujian White Box

Adalah pengujian yang didasarkan pada pengecekan terhadap detail perancangan, menggunakan struktur kontrol dari desain program secara prosedural untuk membagi pengujian ke dalam beberapa kasus pengujian. Untuk mengetahui cara kerja suatu perangkat lunak secara internal dan menjamin operasi-operasi

internal sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dengan menggunakan struktur kendali dari prosedur yang dirancang. Secara sekilas dapat diambil kesimpulan white box testing merupakan petunjuk untuk mendapatkan program yang benar secara 100%. [5]

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisa sistem merupakan gambaran tentang sistem yang saat ini sedang berjalan di JST, sistem yang digunakan masih manual dan tidak terorganisir dengan baik dengan hanya menggunakan telpon dari *Customer Service* (Admin), dan pesan singkat yang dikirimkan melalui aplikasi *chatting*. Analisa sistem ini bertujuan untuk membuat sistem yang baru agar terkomputerisasi sehingga dapat lebih efektif dan terorganisir dengan baik.

3.1.1 Analisis Prosedur yang berjalan

Proses pembuatan surat perintah kerja dilakukan dengan cara *customer service* (admin) menelpon teknisi atau dengan cara mengirimkan pesan singkat melalui aplikasi *chatting*. Sehingga riwayat pekerjaan pun tidak dapat di *tracking* dan tidak mendapatkan pengawasan dari manajer. Pengolahan data masih belum terstruktur dan sulit melakukan pelaporan yang cepat dan rapih.

3.2 Perancangan Sistem

3.2.1 Tujuan Perancangan Sistem

Perancangan sistem secara garis besar dengan menggambarkan prosedur sistem yang akan dibangun, membuat database yang berisi tabel-tabel yang dibutuhkan, kemudian menghubungkan antara tabel satu dengan tabel yang lainnya. Sistem yang akan dibangun dapat:

1. Memperbaiki pengolahan data administrasi SPK

2. Dapat mempermudah pencatatan hasil SPK
3. Mempermudah pencarian data SPK.

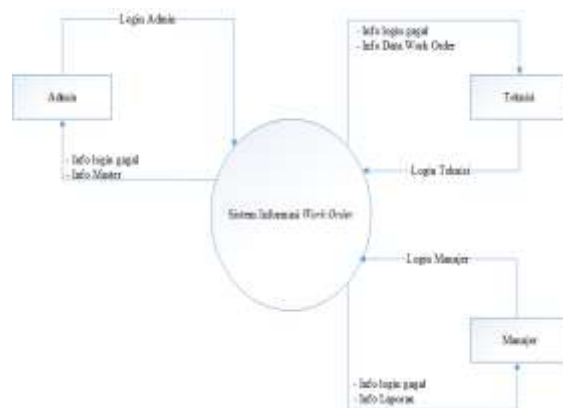
3.2.2 Kegiatan Perancangan

1. Merancang sistem database administrasi, pembuatan SPK dan Pelaporan.
2. Merancang database yang berkaitan dengan sistem didalamnya.

3.2.3 Prosedur

1. Pelanggan menelpon ke bagian *customer service* (admin).
2. *Customer service* menginput data pelanggan yang membuat komplain untuk dibuatkan SPK.
3. Teknisi mengambil SPK.
4. Setelah dikerjakan, teknisi harus mengganti status SPK.
5. Manajer dapat melihat laporannya status SPK.

3.2.4 Diagram Konteks



Gambar 3.1 Diagram Konteks

Peranan kesisteman :

1. Admin
 - 1.1 Admin masuk ke sistem dengan memasukkan *username* dan *password*, kemudian sistem akan menampilkan halaman utama pada sistem ini.
 - 1.2 Admin melakukan penginputan data komplain untuk membuat SPK
 - 1.3 Admin membuat user baru untuk manajer dan teknisi
2. Teknisi

- 2.1 Teknisi masuk ke sistem dengan memasukkan *username* dan *password*, akan masuk ke menu utama
- 2.2 Teknisi melihat dan megakses *List SPK*.
- 2.3 Teknisi mengubah status SPK yang sudah dikerjakan.

3. Manajer

- 3.1 Manajer masuk ke sistem dengan memasukkan *username* dan *password*, kemudian akan masuk ke menu utama
- 3.2 Manajer akan melihat menu yang aktif yaitu menu laporan yang dapat memonitor status SPK.

3.3 Tahapan Kegiatan standar SDLC

Langkah-langkah pembuatan simulasi dengan metode SDLC adalah sebagai berikut : Tahap Analisis, Tahap Desain, Tahap Pengujian, Tahap Implementasi, dan Tahap Pemeliharaan.

3.3.1 Tahap Analisis

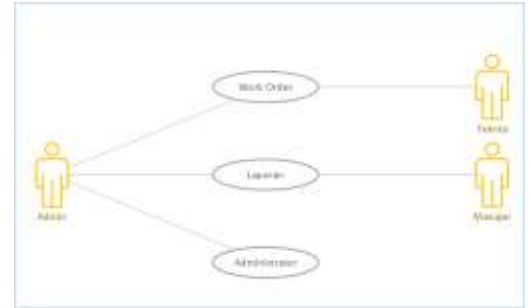
Prosedur yang akan digunakan dalam perancangan flowmap sistem informasi SPK:

1. Sistem hanya bisa diakses oleh user yang terdaftar.
2. Admin akan melakukan input data sesuai dengan apa yang diperoleh dari komplain pelanggan.
3. Admin dapat melihat daftar SPK yang sudah dibuat.
4. Admin membuat: user manajer yang hanya bisa mengakses menu laporan, user teknisi yang hanya bias mekakses menu SPK. Semua terlindungi oleh password.

3.3.2 Tahap Desain

Peta peran masing-masing user:

1. Admin mempunyai hak akses penuh ke semua menu yang ada.
2. Admin menambahkan user dengan memasukkan data pribadi.
3. Manajer hanya mempunyai akses ke menu laporan.
4. Teknisi hanya mempunyai akses ke menu SPK.



Gambar 3.2 Rancangan desain sistem SPK

3.3.3 Tahap Implementasi

Membuat layout menggunakan html yang berhubungan dengan css dan javascript, dan juga file PHP secara terpisah untuk menghubungkan database di dalam folder aplikasi SPK

3.3.4 Tahap Pengujian

Pengaplikasian sistem simulasi pada pengguna yaitu admin, manajer, dan teknisi, dimana sistem ini sudah dapat berjalan dengan koneksi database. Beberapa kegiatan pengujian yang dilakukan:

1. Tes simulasi admin

- Admin berhasil login dengan *username* dan *password* yang sudah dibuat.
- Admin berhasil menambahkan data SPK.
- Admin dapat melihat daftar SPK.

2. Tes simulasi sistem

- Sistem berhasil terhubung ke database.
- Sistem berhasil menampilkan menu utama.
- Sistem berhasil menampilkan menu SPK yang di dalamnya terdapat form tambah, edit, dan delete data.
- Sistem berhasil menampilkan menu laporan.

3. Tes simulasi manajer

- Manajer berhasil melakukan login dengan *username* dan *password* yang sudah di daftarkan.
- Manajer berhasil melihat laporan harian, mingguan, dan bulanan.
- Manajer berhasil cetak laporan.
- Manajer berhasil melakukan logout.

4. Tes simulasi Teknisi

- Teknisi berhasil melakukan login dengan *username* dan *password* yang sudah di daftarkan.
- Teknisi berhasil melihat daftar SPK.
- Teknisi berhasil mengakses daftar SPK.
- Teknisi berhasil melakukan logout.

3.3.5 Tahap Pemeliharaan

Melakukan pemeliharaan sistem dengan pemeriksaan secara berkala, mengembangkan sistem dengan penambahan fitur-fitur baru yang dapat meningkatkan dan mempermudah pengguna sistem, agar JST lebih baik dalam mengelola data yang berpengaruh meningkatnya pelayanan untuk pelanggan.

4. KESIMPULAN

Sistem Pendukung Operasional yang dibangun untuk JST memberikan banyak keuntungan dan kemudahan seperti:

1. Lebih cepat untuk mencari informasi yang sudah disimpan.
2. Mempermudah pekerjaan pengolahan data.
3. Alur pekerjaan lebih terstruktur.
4. Dalam penggunaan sistem informasi SPK berbasis web ini diharapkan agar selalu membackup data, sehingga apabila terjadi gangguan pada komputer data yang ada di dalam database tidak hilang.
5. Secara keseluruhan sistem pendukung operasional pada JST ini akan meningkatkan kualitas pelayanan pada pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugroho A, 2015, Analisis dan Perancangan Sistem Informasi dengan metodologi berorientasi objek, Bandung
- [2] Zakky, 2018, Pengertian sistem menurut para ahli dan secara umum:
<https://www.zonareferensi.com/pengertian-sistem/>
- [3] XAMPP - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas.
<https://id.wikipedia.org/wiki/XAMPP>
- [4] Prof. Dr. Kasman Rukun dan B. Herawan Hayadi, S. M. (2018). *Sistem Informasi Berbasis Expert System*, DEEPUBLISH.
- [5] Asnawati, F. H. 2015, Black Box Testing dan White Box Testing. *Rekayasa Perangkat Lunak*. DEEPUBLISH.

PERANCANGAN MODEL SISTEM PEMADAM KEBAKARAN BERBASIS *INTERNET of THINGS* MENGGUNAKAN NODEMCU DAN APLIKASI ANDROID BLYNK

Sigit Wibisono

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

Abstract

Fire is a catastrophic event originating from an unwanted fire and can cause no small amount of loss, often even taking lives. Internet of Things or IoT is a concept that utilizes internet connectivity in making innovations in equipment used by humans every day. IoT capabilities include being able to share data, remote control and also read sensors connected to hardware such as NodeMCU. The author makes a Prototype Design of an Automatic Fire Extinguisher using NodeMCU and the Blynk Android Application. The method used in the system is monitoring the fire sensor which is used to detect the presence of fire, the buzzer as a notification output in the form of sound, and the water pump as a tool to extinguish the fire which will function after the fire sensor detects the presence of a fire. The Blynk Android application is used to connect the prototype with an Android smartphone as a notification in the event of a fire.

Keywords: *Fire, Internet of Things (IoT), NodeMCU, Android Smartphone, Blynk*

1. PENDAHULUAN

Beberapa faktor penyebab kebakaran di area pemukiman misalnya adalah korsleting listrik, rokok, kompor serta kemungkinan kelalaian yang lain. Kondisi kebakaran pada area perumahan padat penduduk di perkotaan sangatlah sulit penanganannya, karena petugas Pemadam Kebakaran atau Damkar untuk menjangkau titik lokasi kebakaran harus berjauhan dengan mobil kebakaran. Dengan tidak adanya instalasi hidran atau sumber air sebagai cadangan suplai air, maka harus mengerahkan armada Damkar yang banyak. Tidak adanya atau tidak berfungsinya sistem peralatan pemadam kebakaran maka akan lebih sulit penanganannya. Keterlambatan pengendalian kebakaran dan penyelamatan diri saat terjadi

kebakaran maka berakibat fatal, sehingga korban harta benda bahkan bisa saja hingga nyawa.

Perkembangan teknologi saat ini sangat mendukung untuk membuat sistem otomatisasi dalam mengatasi keterlambatan penanganan kebakaran. Dengan merancang sistem elektronik yang bekerja secara otomatis untuk mendeteksi keberadaan sumber api yang berpotensi menimbulkan kebakaran, maka risiko timbulnya kebakaran akan bisa ditekan. Dengan merancang prototipe sistem pemadam kebakaran otomatis berbasis *Internet of Things* adalah salah satu solusinya. Prototipe pemadam kebakaran otomatis ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU sebagai otak yang mengendalikan program pemadam kebakaran. Perangkat lain dalam membuat prototipe ini

menggunakan sensor api untuk mendeteksi keberadaan api, *buzzer* sebagai notifikasi menggunakan *output* suara, dan pompa air sebagai alat untuk memadamkan kebakaran setelah sensor api mendeteksi keberadaan api. Prototipe ini juga terkoneksi ke *smartphone* berbasis Android dengan menggunakan aplikasi Blynk untuk menginformasikan apabila terjadi kebakaran.

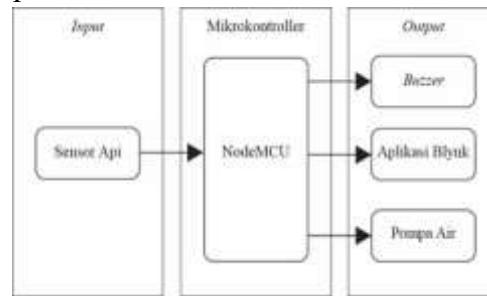
Hasil yang diharapkan pada peralatan terintegrasi ini adalah bekerja secara otomatis serta dapat memberikan peringatan lebih dini. Dengan terkoneksi pada *smartphone* berbasis Android, maka dapat lebih mudah untuk mengetahui.

2. METODOLOGI

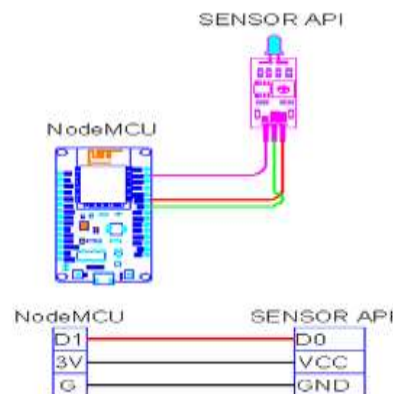
Perancangan prototipe serta beberapa komponen yang dibutuhkan adalah seperti berikut ini, yang disajikan dalam bentuk modul diagram agar lebih mudah dipahami.

- Blok diagram perancangan prototipe pemadam kebakaran otomatis terdiri dari masukan, mikrokontroler dan keluaran. Sebagai masukannya adalah seperangkat peralatan sensor api, yang terhubung pada Mikrokontroler NodeMCU sebagai pengolah data. Kemudian NodeMCU sebagai Mikrokontroler mengirimkan data dari sensor api ke *buzzer* dan aplikasi Android Blynk sebagai alarm jika terjadi kebakaran. Perangkat berikutnya adalah pompa air galon elektrik yang akan aktif melakukan

penyiraman atau memadamkan api pada area terdeteksi kebakaran.

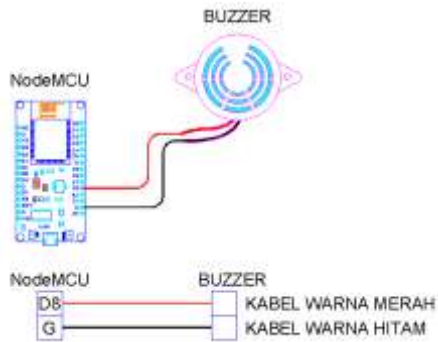


Gambar 1. Blok diagram prototipe -Modul Sensor api memiliki 3 buah pin, yaitu D0, GND dan VCC. Sensor api dihubungkan dengan NodeMCU yaitu pin D1 NodeMCU dengan pin D0 di sensor api, pin G NodeMCU dihubungkan dengan pin GND pada sensor api dan pin 3V NodeMCU dengan pin VCC sensor api.



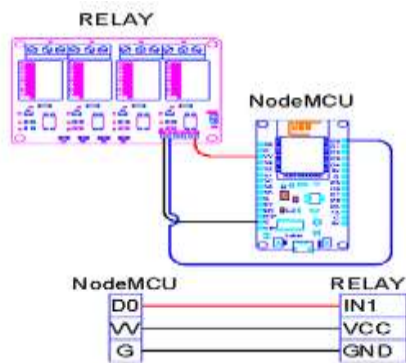
Gambar 2. Diagram NodeMCU dengan sensor api

- Modul *Buzzer* memiliki 2 buah kabel dengan perbedaan warna merah dan hitam. Kabel merah pada *buzzer* dihubungkan dengan pin D8 NodeMCU dan kabel hitam dihubungkan dengan pin G NodeMCU.



Gambar 3. Diagram NodeMCU dengan buzzer

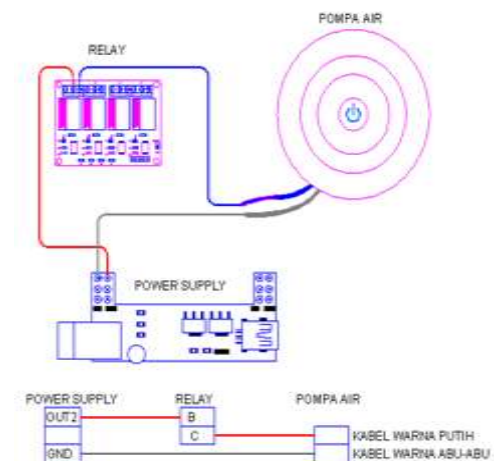
-Modul *relay* digunakan sebagai *Switch ON* dan *Switch Off* yang dibutuhkan pompa air. Modul *relay* yang digunakan merupakan tipe 4, memiliki 5 pin tetapi tidak semua pin digunakan. Pin pada modul *relay* yang digunakan yaitu, pin GND modul *relay* dihubungkan dengan pin G NodeMCU, pin IN1 dihubungkan dengan pin D0 NodeMCU dan pin VCC di modul *relay* dihubungkan dengan VV pada NodeMCU.



Gambar 4. Diagram NodeMCU dengan modul *relay*

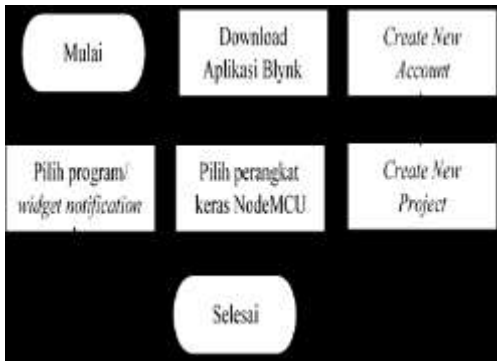
-Modul pompa air memiliki 2 buah kabel yaitu putih dan abu-abu. Beban tegangan yang dibutuhkan pada pompa air tersebut adalah 5 volt. Pompa air dihubungkan dengan modul *relay* sebagai *Switch ON* dan *Switch OFF*, serta modul *power*

supply sebagai penambah daya untuk NodeMCU yang hanya dapat memberikan daya sebesar 3 volt. Pin B K1 pada modul *relay* dihubungkan dengan pin OUT2 modul *power supply*, Pin C K1 modul *relay* dihubungkan dengan kabel putih pada pompa air, dan pin GND *power supply* dihubungkan dengan kabel abu-abu pompa air.



Gambar 5. Diagram Modul *relay*, modul *Power Supply* dan Pompa Air

-Konfigurasi Aplikasi Blynk dilakukan untuk menghubungkan perangkat keras dengan aplikasi Blynk dengan mengunduh aplikasi Blynk pada *smartphone* Android, pembuatan akun pada aplikasi, membuat proyek baru yang akan digunakan pada prototipe dengan menentukan mikrokontroller yang akan dihubungkan, penambahan program notifikasi, dan mengatur konektivitas jaringan pada aplikasi Blynk.



Gambar 6. Flowchart konfigurasi aplikasi Blynk

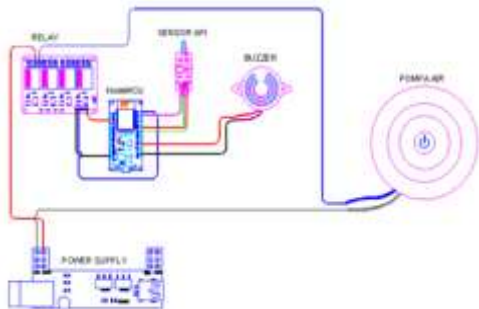
-Unduh Aplikasi Android Blynk

Implementasi *Internet of Things* yang dilakukan, sebelumnya dengan mengunduh aplikasi android Blynk pada *smartphone* pada Play Store, seperti pada tampilan berikut.



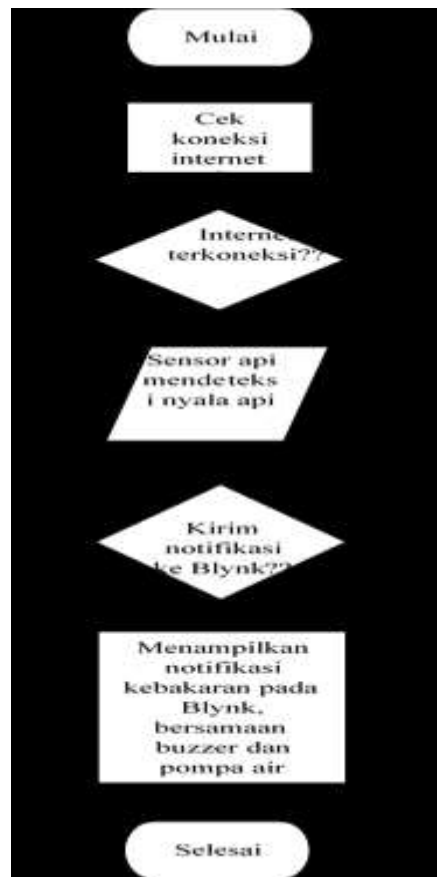
Gambar 7. Unduh aplikasi Blynk

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Diagram perangkat keras prototipe

-Perancangan perangkat keras prototipe secara keseluruhan ini dibuat agar pembuatan prototipe mudah dilakukan. Proses *input* dari sensor api untuk mendeteksi keberadaan api yang kemudian dari sensor tersebut dikirimkan ke mikrokontroler NodeMCU, dari mikrokontroler NodeMCU peringatan atau *alert* dikirim ke *output buzzer* yang akan berbunyi, selanjutnya dari mikrokontroler NodeMCU mengirimkan notifikasi ke aplikasi android Blynk bahwa telah terjadi kebakaran dan pompa air akan menyala untuk memadamkan api.



Gambar 8. *Flowchart* prototipe pemadam kebakaran otomatis

Flowchart prototipe pemadam kebakaran otomatis menjelaskan alur cara kerja keseluruhan prototipe yang akan dirancang. Berikut penjelasan tentang *flowchart* prototipe pemadam kebakaran otomatis:

1. Prototipe akan menyala dengan mendapatkan catu daya (*power*).
 2. Mikrokontroler NodeMCU akan memeriksa koneksi internet yang telah dikonfigurasi.
 3. Jika terdeteksi koneksi internet, maka prototipe akan melakukan tes awal dan dilanjutkan ke tahap selanjutnya, jika tidak, periksa kembali konfigurasi internet.
 4. Sensor api akan mendeteksi keberadaan nyala api.
 5. Setelah api terdeteksi oleh sensor, NodeMCU akan mengirim atau *upload* notifikasi ke aplikasi android Blynk.
 6. Aplikasi android Blynk dan *buzzer* akan menampilkan notifikasi terjadinya kebakaran.
 7. Kemudian pompa air menyala dan berfungsi memadamkan kebakaran.
- Panduan pengoperasian prototipe adalah sebagai berikut:

1. Hubungkan prototipe ke sumber listrik.

Hal pertama yang harus dilakukan saat ingin mengoperasikan prototipe adalah menghubungkan prototipe ke sumber listrik menggunakan kabel *power*. Ada 2 jenis kabel *power* yang digunakan pada prototipe, yaitu:

a. Kabel *power* tipe USB A to mini USB digunakan untuk menghubungkan modul *power supply* pada prototipe ke aliran listrik sebagai penambah daya pompa air galon elektrik. Hal ini ditandai dengan menyalnya lampu pada modul *power supply*.

b. Kabel *power* tipe USB A to micro USB digunakan untuk menghidupkan mikrokontroler sebagai pusat kendali prototipe.



Gambar 9. Pemasangan Kabel Power

2. Menghidupkan jaringan internet
Jaringan internet pada prototipe ini telah ditentukan saat pembuatan prototipe. Pastikan jaringan internet yang ditentukan tersebut sudah tersedia dalam keadaan hidup.

3. Pemeriksaan aplikasi Blynk
Pastikan aplikasi Blynk pada *smartphone* dalam keadaan *on* dengan menekan tombol *play* seperti gambar berikut.



Gambar 10. *Play Button Notification Blynk*

4. Pemeriksaan koneksi internet

Setelah prototipe terhubung dengan aliran listrik, prototipe akan melakukan pemeriksaan rangkaian dan jaringan internet. Proses ini membutuhkan waktu 5 detik.

5. Proses *Booting*

Jika prototipe sudah terhubung ke jaringan internet, maka prototipe akan melakukan proses *booting* atau *loading* awal. Proses ini ditandai dengan hidupnya lampu pada modul *relay* dan pompa air menyala secara bersamaan selama 3 detik.

6. Siap digunakan

Setelah prototipe selesai melakukan proses *booting*, prototipe akan *standby* dan siap digunakan.

4. SIMPULAN

Pengujian yang dilakukan pada prototipe menggunakan beberapa objek seperti api lilin, lampu LED merah 3 watt, lampu LED putih 7 watt dan lampu LED kuning 9 watt dengan jarak masing-masing objek pada sensor api adalah kelipatan 10 cm dari 10 cm sampai dengan 50 cm. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan bahwa prototipe

berhasil mendeteksi kebakaran dengan menggunakan nyala api lilin pada jarak 10 cm sampai dengan 50 cm dan memadamkannya secara otomatis serta berhasil mengirimkan notifikasi ke *smarthphone* Android melalui aplikasi Blynk secara *real-time*.

Pengujian selain api dengan menggunakan lampu LED dengan jarak 10 cm tidak membuat sensor aktif. Tetapi ujicoba menggunakan lampu LED warna kuning dengan ukuran 9 watt sensor aktif pada jarak 10 cm, karena sensor api pada prototipe bekerja dengan membaca spektrum warna atau panjang gelombang cahaya nyala api dan panjang gelombang cahaya yang dihasilkan oleh lampu LED tersebut mendekati atau sama dengan panjang gelombang cahaya yang dapat dideteksi oleh sensor api.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Ali, B., & Herlangga, H. (2019). *Rancang Bangun Prototype Thief Detector dengan SMS Gateway Berbasis Atmega 2560*. 134–142.
2. Aluh, M., & Lidyawati, L. (2018). IoT Berbasis Sistem Smart Home Menggunakan NodeMCU V3. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 3(2), 138–149.
3. Arafat, A. (2016). Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 7(4).
4. Asiri, L. (2020). Pelaksanaan Mitigasi Bencana Kebakaran Pada Dinas Pemadam Kebakaran

- Kabupaten Buton. *Kybernan: Jurnal Studi Pemerintahan*, 3(2), 28–40. <https://doi.org/10.35326/kybernan.v3i2.843>
5. Asri, E., Sonatha, Y., Rahmayuni, I., & Saputra, A. (2018). Pemanfaatan Teknologi Arduino untuk Deteksi Api (Fire Detector). *Prosiding SISFOTEK*, 2(1), 80–85.
 6. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (n.d.). *Definisi Bencana*. BNPB. Retrieved June 29, 2021, from <https://www.bnpb.go.id/definisi-bencana>
 7. Cloudhost, I. (2019). *Mengenal Apa itu Internet of Things (IoT) : Defenisi, Manfaat, Tujuan dan Cara Kerja*. Idcloudhost.Com. <https://idcloudhost.com/mengenal-apa-itu-internet-of-things-iot-defenisi-manfaat-tujuan-dan-cara-kerja/>
 8. Dewi, C. K. (2020). *Materi Fisika SMA: Gelombang Cahaya*. Zenius.Net. <https://www.zenius.net/blog/materi-fisika-sma-gelombang-cahaya>
 9. Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis*. Universitas Brawijaya Press.
 10. Elystia, S., Muria, S. R., & Pertiwi, S. I. P. (2019). Pemanfaatan Mikroalga Chlorella Sp Untuk Produksi Lipid Dalam Media Limbah Cair Hotel Dengan Variasi Rasio C:N Dan Panjang Gelombang Cahaya. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 11(1), 25–43. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol11.iss1.art3>
 11. Endra, R. Y., Cucus, A., Afandi, F. N., & Syahputra, M. B. (2019). Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya. *Explore: Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia Dan Informatika)*, 10(1).
 12. Global Mitra Proteksindo, P. (n.d.). *Penyebab – penyebab Terjadinya kebakaran*. Alatpemadamapi.Co.Id. <https://www.alatpemadamapi.co.id/penyebab-penyebab-terjadinya-kebakarang/>
 13. Harsritanto, B. I., & Roesmanto, T. (2018). Studi Pendahuluan Streetscape Yang Merespon Bencana. *Modul*, 17(2), 69. <https://doi.org/10.14710/mdl.17.2.2017.69-74>
 14. Hussien, A. A., & Salman, S. A. (2019). *Using Arduino Software to Design Radar (Sonar) System*.
 15. ILO. (2018). Manajemen Risiko Kebakaran. *Manajemen Risiko Kebakaran*, 26.
 16. Inc, B. (2021). *How Blynk Works*. Blynk.Io. <http://docs.blynk.cc/>
 17. Iskandar, A., Muhajirin, M., & Lisah, L. (2017). Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Informatika Upgris*, 3(2), 99–104. <https://doi.org/10.26877/jiu.v3i2.1803>
 18. Jakarta, D. P. K. dan P. P. D. (2020). *Ststistik Kebakaran*

- Berdasarkan Penyebab.
Jakartafire.Net.
<https://www.jakartafire.net/statistic>
19. Juwariyah, T., Prayitno, S., & Mardhiyya, A. (2018). Perancangan Sistem Deteksi Dini Pencegah Kebakaran Rumah Brbasis Esp8266 dan Blynk. *Jurnal Transistor Elektro Dan Informatika (TRANSISTOR EI*, 3(2), 120–126.
 20. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, B. P. dan P. B. (2016). *Bakar. KBBI Daring*. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/kebakaran>
 21. Lauff, C. A., Kotys-Schwartz, D., & Rentschler, M. E. (2018). What is a Prototype? What are the Roles of Prototypes in Companies? *Journal of Mechanical Design*, 140(6).
<https://doi.org/10.1115/1.4039340>
 22. Mehta, M. (2015). ESP8266 : A Breakthrough in Wireless Sensor Networks and Internet of Things. *International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology*, 6(8), 7–11.
www.iaeme.com/IJECET/index.asp
 23. Modules, A. (2020). *KY-026 FLAME SENSOR MODULE*. *Arduinomodules.Info*.
<https://arduinomodules.info/ky-026-flame-sensor-module/>
 24. Noviansyah, M., & Saiyar, H. (2019). PERANCANGAN ALAT KONTROL RELAY LAMPU RUMAH VIA MOBILE. *Jurnal Akrab Juara*, 4(4), 85–97.
 25. Ogedebe, P. M., & Jacob, B. P. (2012). *Software Prototyping: A Strategy to Use When User Lacks Data Processing Experience*.
 26. Pranata, M. (2019). *Pompa Galon Elektrik, Alternatif Yang Lebih Ekonomis Untuk Air Minum di Rumah*. *Acehardware.Co.Id*.
<https://www.acehardware.co.id/inspirations/gigi-bersih-maksimal-dengan-aquapick>
 27. Purnomo, R. A. (2017). *Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Pada Embedded System Untuk Mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruangan*. Universitas Brawijaya.
 28. Rahman Arif, A., & Yundra, E. (2017). Pengembangan Trainer dan Modul Power Supply pada Mata Pelajaran Dasar dan Pengukuran Listrik di SMK Raden Patah Kota Mojokerto. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 6(2), 179–184.
 29. Ridlo, I. A. (2017). Panduan pembuatan flowchart. *Fakultas Kesehatan Masyarakat, Departemen Administrasi Dan Kebijakan Kesehatan*.
 30. Romadhoni, A. M. (2019). *TA: Rancang Bangun Kontrol Penyiram Taman Otomatis dan Monitoring Kelembaban Tanah Menggunakan Android*. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
 31. Saputra, D. H., Nabilah, N., Islam, H. I., Pradipta, G. M., Atsaurri, S.

- S., Kurniawan, A., Safutra, H., Arif, A., & Irzaman, I. (2016). Pembuatan Model Pendeteksi Api Berbasis Arduino Uno dengan Keluaran SMS Gateway. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL)*, 5, SNF2016-CIP.
32. Setiyadi, B. (2016). Penerapan Monitoring Aplikasi Biaya dan Konsumsi Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT). *Analisa*, 1–13.
33. Tanubrata, M., & Wiryopranoto, H. (2019). Penjalaran Kebakaran pada Suatu Konstruksi Bangunan Gedung Akibat Sumber Panas. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 14–43. <https://doi.org/10.28932/jts.v12i1.1412>
34. Tobi, M. D. (2015). Rancang Bangun Robot Beroda Pemadam Api Menggunakan Arduino Uno Rev.1.3. *Electro Luceat*, 1(1), 52–61. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v1i1.16>
35. Utami, S. N. (2021). *Apa itu Panjang Gelombang?* Kompas.Com. <https://www.kompas.com/skola/read/2021/04/19/121500569/apa-itu-panjang-gelombang-?page=all>
36. Wicaksono, M. F. (2017). Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 6(1).
37. Wilianto, & Kurniawan, A. (2018). Sejarah, Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 8(2), 36–41. <https://doi.org/10.31940/matrix.v8i2.818>
38. Yana, K. L., Dantes, K. R., & Wigraha, N. A. (2017). Rancang Bangun Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2). <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i2.10872>
39. Yendri, D., Wildian, W., & Tiffany, A. (2017). Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Rumah Penduduk pada Daerah Perkotaan Berbasis Mikrokontroler. *Prosiding Semnastek*. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/>
40. Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM EVALUASI HASIL BELAJAR UNTUK PERGURUAN TINGGI

Berliyanto

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

Abstract

Learning evaluation or examination is an important activity in higher education. Since the Covid-19 pandemic, all universities in Indonesia have been forced to implement online learning (e-Learning) including the examination activity. In information system context, online exams require more resources than routine teaching and learning activities. It could be a problem especially if the available resources are limited. The proposed solution for this problem is to separate the system for online exams from the learning management system (LMS). However, the process of acquiring a new system, either self-developed or purchasing an existing system, requires a requirements analysis process. Without it, the system tends to fail to meet the institutions needs. The focus of this research is to analyze the requirements for an online learning evaluation system in higher education. There are three research questions, namely: (1) What are the requirements for system? (2) What is the requirement model?, and (3) To what extent can the requirement model be developed into learning evaluation system design? The methodology used follows the stages of the system development life cycle (SDLC), with an emphasis on the analysis and design stages. The research steps include identifying system requirements, modeling the requirements obtained, and designing the system based on those requirements models. The results of this study are the identification of 3 business requirements, 13 user requirements, and 20 system requirements. Behavioral and structural models are then made using swimlane diagrams and entity relationship diagrams. At the end of the research, interface and system architecture designs are made in accordance with these requirement models. A high fidelity prototype of the system is also developed.

Keywords: *system analysis, system design, online evaluation system, requirement analysis*

1. PENDAHULUAN

Pandemi covid-19 memiliki dampak yang besar bagi dunia pendidikan. Di Indonesia, setiap perguruan tinggi diwajibkan untuk melakukan aktivitas pembelajaran secara daring (*e-learning*) (Mendikbud, 2020). Tujuannya adalah untuk mengusahakan proses belajar-mengajar tidak terhenti selama pandemi.

Proses pembelajaran yang dilakukan setiap semester memiliki serangkaian aktivitas, salah satunya adalah evaluasi hasil belajar. Umumnya, evaluasi hasil belajar dilakukan di tengah dan akhir semester. Dua bentuk evaluasi hasil belajar ada umum dilakukan adalah soal pilihan ganda dan soal esai. Dua bentuk soal ujian seperti itu masih umum ditemukan pada perguruan tinggi yang ada di Indonesia.

Dalam konteks e-learning, kegiatan evaluasi hasil belajar membutuhkan sumber daya yang lebih besar dibandingkan dengan proses belajar sehari-hari. Evaluasi hasil belajar secara daring mengharuskan mahasiswa untuk mengakses *e-learning platform* secara bersamaan. Hal tersebut berbeda dengan pertemuan harian yang waktunya bersifat fleksibel. Saat evaluasi hasil belajar dilakukan, *server* yang menjalankan aplikasi harus menangani *request* dari *concurrent user* dengan jumlah yang lebih banyak. Di samping itu, isu waktu juga menjadi hal yang perlu diperhatikan. Ujian biasanya memiliki batas waktu tertentu. *Traffic* yang padat dari *client* menuju *server* saat ujian sangat berpotensi untuk menjadi penghambat pelaksanaan ujian.

Satu solusi yang diusulkan untuk mengatasi masalah yang terjadi saat evaluasi hasil belajar dilakukan secara daring adalah mengembangkan sistem sendiri khusus untuk ujian. Dengan kata lain, perguruan tinggi perlu memisahkan sistem untuk ujian daring dari *learning management system* (LMS). Pemisahan sistem untuk ujian dari LMS meringankan beban server karena tidak semua sumber dayanya bisa dibuat terpisah dengan proses belajar mengajar harian. Disamping itu, mengembangkan sistem sendiri lebih menjamin terpenuhinya kebutuhan bisnis perguruan tinggi (Dennis, Wixom, & Roth, 2014).

Untuk mencapai solusi tersebut, perguruan tinggi perlu melakukan akuisisi sistem baru. Dalam hal ini adalah sistem evaluasi hasil belajar. Ada tiga cara akuisisi yang dapat dilakukan. Pertama adalah mengembangkan sistem sendiri secara *in house*. Kedua adalah dengan membeli paket sistem yang sudah jadi. Dan ketiga adalah mengembangkan sistem secara *outsourcing* ke pihak ketiga.

Proses akuisisi sistem baru, baik yang dikembangkan sendiri ataupun membeli sistem yang sudah ada, membutuhkan proses analisis kebutuhan (*requirement analysis*). Tanpa proses tersebut, sistem yang dihasilkan cenderung gagal untuk memenuhi kebutuhan perguruan tinggi (Tilley & Rosenblatt, 2016). Hal tersebut kemudian melatarbelakangi penelitian ini.

Fokus penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan sistem evaluasi hasil belajar daring dalam konteks pendidikan tinggi. Tujuannya adalah mendapatkan *system requirements* yang valid dan sesuai dengan konsisi perguruan tinggi secara umum. Untuk mencapai tujuan tersebut, ada tiga pertanyaan penelitian yang perlu dijawab. Pertama adalah apa saja kebutuhan sistem yang ada? Lalu kedua adalah bagaimana model kebutuhannya? Dan ketiga, sejauh mana model kebutuhan tersebut dapat dikembangkan menjadi rancangan sistem ujian daring? Tiga pertanyaan tersebut terjawab melalui penelitian ini.

2. METODOLOGI

Penelitian yang dilakukan ini menggunakan metode kualitatif yang mengikuti tahapan *system development life cycle* (SDLC) sebagai kerangka kerja. Gambar 1. menunjukkan langkah-langkah penelitian yang dilakukan beserta dengan luaran dari tiap langkah tersebut. Pada dasarnya langkah penelitian dilakukan untuk menjawab tiga pertanyaan penelitian yang dijelaskan pada bagian sebelumnya.



Gambar 1. Langkah dan Luaran Penelitian

Seperti yang terlihat pada Gambar 1., ada enam langkah yang dilakukan dalam penelitian ini. Mulai dari identifikasi kebutuhan bisnis pada langkah pertama, hingga membuat *high fidelity prototype* di langkah terakhir. Langkah pertama hingga ketiga dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang pertama. Sementara itu langkah keempat dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang kedua. Dan pertanyaan penelitian yang ketiga dijawab setelah melakukan langkah kelima dan keenam. Semua pertanyaan penelitian selesai dijawab setelah semua langkah dilakukan.

2.1 Identifikasi *Business Requirements*

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah

mengidentifikasi kebutuhan bisnis atau organisasi. Dalam penelitian ini, konteks organisasinya adalah perguruan tinggi. Identifikasi kebutuhan bisnis dilakukan dengan melakukan studi dokumen milik tiga perguruan tinggi di Indonesia. Perguruan tinggi yang dipelajari masing-masing berbentuk universitas, institut, dan sekolah tinggi. Visi, misi, dan tujuan setiap perguruan tinggi dipelajari untuk mendapatkan kesamaan pola kebutuhan bisnis.

2.2 Identifikasi User Requirements

Kebutuhan pengguna diidentifikasi setelah kebutuhan bisnis perguruan tinggi berhasil didapatkan. Pada langkah ini dilakukan observasi pada *learning management system* masing-masing perguruan tinggi. Aktivitas yang diamati terbatas pada pelaksanaan evaluasi hasil belajar termasuk *quiz*, ujian tengah semester, dan ujian akhir semester. Lingkup observasi adalah pada program studi teknik informatika yang ada di perguruan tinggi masing-masing. Selain observasi dilakukan juga wawancara terhadap tiga orang dosen yang mewakili perguruan tinggi masing-masing. Wawancara dilakukan secara daring dengan format semi terstruktur. Hasil dari tahap ini adalah daftar kebutuhan pengguna terhadap sistem. Semua teknik pengumpulan data yang dilakukan untuk identifikasi requirement sejalan dengan apa yang direkomendasikan oleh Chakraborty, Sarker, dan Sarker (2010).

2.3 Identifikasi System Requirements

Jenis *requirement* ketiga yang diidentifikasi adalah *system requirement* atau kebutuhan bisnis. Requirements ini didapatkan dengan menganalisis *business* dan *user requirement* yang sudah diidentifikasi pada langkah sebelumnya. Observasi terhadap sistem sejenis yang sudah ada juga dilakukan untuk mendapatkan pola kesamaan fitur dan fungsi sistem. Luaran yang dihasilkan dari langkah ini adalah daftar *system requirement* yang terdiri atas *functional non-functional requirement*. Dua jenis *requirement* tersebut disarankan oleh

Pressman & Maxim (2020) untuk diidentifikasi ketika menentukan *system requirement*.

2.4 Memodelkan Requirements

Langkah keempat yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat model *requirement*. Ada tiga model yang dibuat yaitu *functional model*, *process model*, dan *data model*. *Functional model* dibuat dengan menggunakan *use case analysis*. Sementara itu *process model* digambarkan dalam bentuk *workflow* dengan *swimlane diagram*. Dan *data model* dibuat dalam bentuk *entity relationship diagram* (ERD). Pertanyaan penelitian yang kedua terjawab setelah langkah keempat ini dilakukan.

2.5 Membuat Rancangan Sistem

Langkah kelima dalam penelitian ini adalah membuat rancangan (*design*) berdasarkan model-model kebutuhan sistem. Tahap ini dilakukan untuk menguji apakah *system requirement* dan *requirement model* pada langkah-langkah sebelumnya dapat dikembangkan menjadi *system design*. Ada tiga rancangan sistem yang dikembangkan yaitu rancangan antarmuka, rancangan penyimpanan data, dan rancangan arsitektur sistem.

2.6 Membuat Purwarupa Sistem

Langkah terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat purwarupa sistem. Purwarupa dibuat dalam bentuk *high fidelity prototype* yang menurut Preece, Rogers, dan Sharp (2019) adalah jenis purwarupa yang paling mendekati rancangan akhir suatu sistem. Purwarupa dibangun untuk memvalidasi rancangan sistem yang dibuat. Baik purwarupa dan juga rancangan sistem yang dihasilkan pada langkah sebelumnya dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang ketiga. Kesimpulan dalam penelitian ini disusun setelah keenam langkah penelitian selesai dilakukan.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Setiap langkah penelitian yang sudah dilakukan menghasilkan luaran yang kemudian dijadikan masukan untuk

langkah selanjutnya. Hasil dari setiap langkah tersebut didapatkan melalui proses analisis secara kualitatif. Hasil dan analisis untuk masing-masing langkah penelitian tersebut dijelaskan pada bagian ketiga ini.

3.1 Hasil Identifikasi *Requirements*

Tiga jenis *requirements* yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah *business requirement*, *user requirement*, dan *system requirement*. Bagaimana masing-masing *requirement* tersebut didapatkan dijelaskan pada bagian metodologi, yaitu pada langkah penelitian pertama, kedua, dan ketiga.

Ada tiga *business requirement* yang berhasil diidentifikasi, yaitu:

- [BR01] Perguruan Tinggi diwajibkan untuk melakukan evaluasi hasil belajar terhadap peserta didiknya.
- [BR02] Perguruan Tinggi harus menyelenggarakan semua kegiatan belajar mengajar secara daring, termasuk kegiatan evaluasi hasil belajar.
- [BR03] Perguruan Tinggi perlu membuat laporan hasil evaluasi belajar peserta didiknya setiap semester.

Tiga kebutuhan bisnis tersebut didapatkan setelah mempelajari dokumen dari tiga perguruan tinggi dan peraturan pemerintah yang berlaku saat penelitian ini dilakukan.

Tabel 1. Contoh User Requirements

Kode	User Requirement
[UR01]	Pengguna bisa mengakses sistem secara daring melalui web browser.
[UR02]	Pengajar bisa membuat sesi ujian daring untuk mahasiswa.
[UR03]	Pengajar bisa menentukan batas waktu pelaksanaan ujian daring.
...	...
[UR13]	Bagian akademik bisa mengunduh laporan rekapitulasi nilai dalam bentuk <i>spreadsheet</i> .

Analisis terhadap *business requirements* kemudian dilakukan pada tahap selanjutnya untuk mendapatkan

user requirement. Proses analisis tersebut dilengkapi dengan observasi dan wawancara seperti yang sudah dijelaskan prosedurnya di bagian metodologi. Hasil yang didapatkan adalah sebanyak 13 kebutuhan. Tabel 1. menampilkan 4 contoh *user requirements* di antaranya.

Tahap terakhir dari proses identifikasi *requirements* adalah mengidentifikasi *system requirements*. Analisis secara kualitatif kembali dilakukan pada tahap ini. Sebuah pertanyaan dijadikan panduan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem, yaitu: "apa yang bisa dilakukan sistem untuk memenuhi semua kebutuhan pengguna dan kebutuhan bisnis yang ada?". Dari tahap ini dihasilkan sebanyak 20 kebutuhan sistem. Tabel 2. memuat semua kebutuhan sistem yang berhasil diidentifikasi oleh penelitian ini.

Tabel 2. *System Requirements*

Kode	Software Requirements
[SR01]	Sistem berbentuk aplikasi berbasis web.
[SR02]	Sistem bisa dijalankan dengan baik di berbagai <i>browser</i> populer.
[SR03]	Sistem menyediakan <i>user role</i> pengajar, mahasiswa, dan bagian akademik
[SR04]	Sistem memungkinkan pengajar untuk membuat sesi ujian.
[SR05]	Sistem memungkinkan pengajar untuk menambahkan soal.
[SR06]	Sistem memungkinkan pengajar untuk menentukan waktu ujian.
[SR07]	Sistem memungkinkan pengajar untuk melihat nilai peserta ujian.
[SR08]	Sistem memungkinkan pengguna untuk mengunduh rekapitulasi nilai dalam bentuk <i>spreadsheet</i> .
[SR09]	Sistem memungkinkan pengajar untuk memberikan nilai secara manual.

Tabel 2. *System Requirements* (Lanjutan)

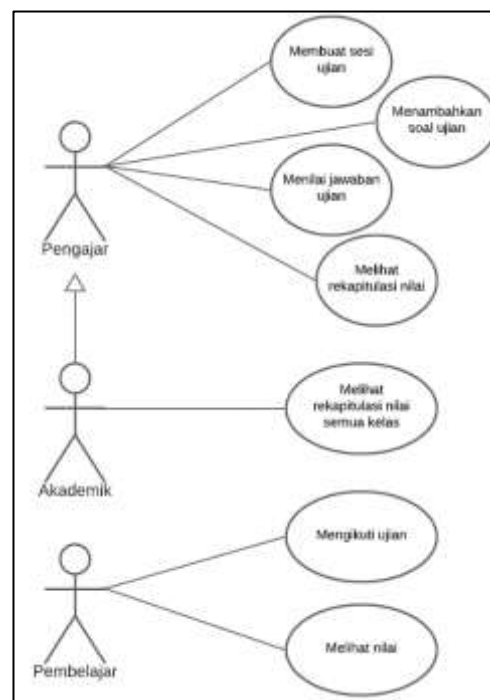
Kode	Software Requirements
[SR10]	Sistem memungkinkan penilaian jawaban ujian mahasiswa secara otomatis.
[SR11]	Sistem memungkinkan mahasiswa mengikuti ujian.
[SR12]	Sistem menampilkan hitung mundur waktu ujian yang tersisa.
[SR13]	Sistem menampilkan soal ujian secara responsif dengan perangkat pengguna.
[SR14]	Sistem menampilkan informasi apakah mahasiswa sudah mengikuti ujian atau belum.
[SR15]	Sistem memungkinkan mahasiswa untuk melihat nilainya sendiri.
[SR16]	Sistem memungkinkan mahasiswa untuk menyimpan jawaban sementara.
[SR17]	Sistem menyimpan jawaban yang sudah terisi oleh mahasiswa secara otomatis setelah waktu ujian berakhir.
[SR18]	Sistem memungkinkan bagian akademik untuk melakukan semua hal yang bisa dilakukan pengajar.
[SR19]	Sistem memungkinkan bagian akademik untuk mengunduh rekapitulasi nilai evaluasi hasil belajar dalam bentuk spreadsheet.
[SR20]	Sistem memungkinkan bagian akademik melihat laporan statistik pelaksanaan evaluasi hasil belajar.

Setiap kebutuhan sistem yang diidentifikasi pada Tabel 2., setidaknya memenuhi satu kebutuhan pengguna atau kebutuhan bisnis. Misalnya, kebutuhan bisnis [BR03] dipenuhi oleh kebutuhan sistem [SR19]. Sementara itu, kebutuhan sistem [SR19] juga memenuhi kebutuhan pengguna [UR13]. Kondisi yang sama juga berlaku untuk kebutuhan sistem lainnya. Pada dasarnya pertanyaan panduan yang sudah disebutkan juga berfungsi untuk memastikan setiap kebutuhan sistem relevan dengan kebutuhan bisnis dan juga kebutuhan pengguna. Dua puluh kebutuhan sistem ini merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang pertama. Selanjutnya,

dari kebutuhan sistem tersebut dibuatkan modelnya.

3.2 Model-model Requirements

Dari kebutuhan sistem yang berhasil diidentifikasi, selanjutnya dibuatkan model-model kebutuhannya. Ada tiga model kebutuhan yang dibuat dalam penelitian ini, yaitu *functional model*, *process model*, dan *data model*. Masing-masing model saling terkait satu sama lain dan semuanya dihasilkan melalui analisis terhadap kebutuhan sistem.

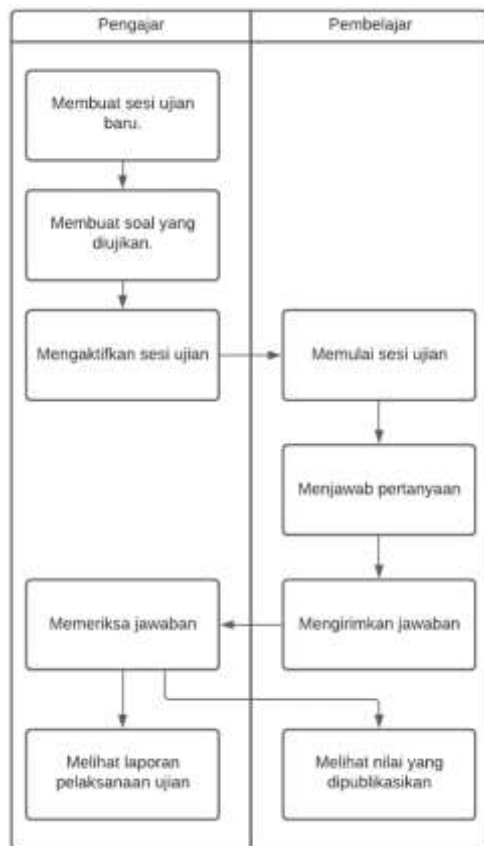


Gambar 2. Use Case Diagram

Model fungsional didapatkan setelah melakukan *use case analysis*. Dari analisis didapatkan tiga orang aktor yang ada di dalam sistem ini. Ketiga aktor tersebut adalah pengajar, pembelajar, dan akademik. Selain aktor, pada tahap ini juga diidentifikasi sebanyak tujuh buah *use case* utama. Hubungan antara aktor dengan *use case* yang bisa dilakukannya dinyatakan dalam bentuk *use case diagram* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Seperti yang terlihat pada Gambar 2, aktor pengajar memiliki 4 buah *use case*. Pengajar bisa membuat sesi ujian, menambahkan soal ujian, menilai

jawaban ujian, dan melihat rekapitulasi nilai. Semua yang bisa dilakukan oleh pengajar tersebut bisa dilakukan juga oleh bagian akademik. Oleh sebab itu, notasi generalisasi ditambahkan pada *use case diagram* (Gambar 2) dari aktor akademik menuju aktor pengajar. Sebagai tambahan, bagian akademik ini bisa melihat rekapitulasi nilai untuk semua kelas. Sementara itu, yang bisa dilakukan oleh pembelajar adalah mengikuti ujian dan melihat nilai yang diperoleh.

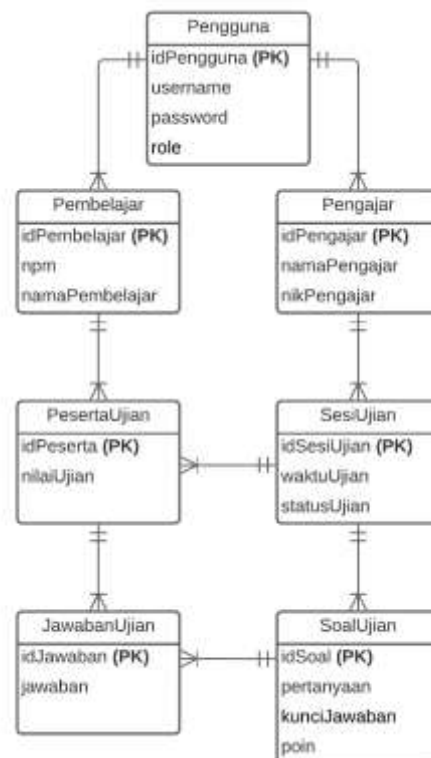


Gambar 3. Workflow Sistem

Model proses dari sistem dinyatakan dalam bentuk alur kerja (*workflow*). Alur kerja sistem ini digambarkan dengan *swimlane diagram* yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3. Berbeda dengan *use case diagram* yang menampilkan 3 aktor, *workflow* yang dibuat hanya mencakup 2 aktor saja yaitu pengajar dan pembelajar. Hal tersebut dilakukan tanpa mengesampingkan peran aktor akademik di dalam sistem. Pada dasarnya semua yang bisa dilakukan pengajar bisa juga dilakukan oleh akademik. Oleh sebab itu,

kolom pengajar pada Gambar 3 berlaku juga untuk akademik. Pada praktiknya, satu sesi ujian bisa dibuat baik oleh pengajar ataupun bagian akademik. Hal tersebut didasari pada kebutuhan bisnis bahwa pengajar bisa mendelegasikan tugas pengaturan ujian kepada bagian akademik.

Seperti yang terlihat pada Gambar 3, setiap pelaksanaan ujian melewati sembilan proses. Proses tersebut diawali dengan membuat sesi ujian baru yang dilakukan oleh pengajar. Dilanjutkan dengan membuat soal dan mengaktifkan sesi ujian. Ketika sesi ujiannya sudah aktif, pembelajar bisa memulai ujian dan menjawab pertanyaan. Pembelajar dianggap selesai melakukan ujian apabila telah berhasil mengirimkan jawaban. Pengajar kemudian dapat memeriksa jawaban yang terkirim tersebut. Di akhir pelaksanaan ujian, pengajar dapat melihat laporan pelaksanaan ujian. Dan pengajar bisa melihat nilai yang dipublikasikan. Seperti itu cara membaca *workflow* sistem pada Gambar 3.



Gambar 4. Entity Relationship Diagram

Model kebutuhan ketiga yang dihasilkan dari penelitian ini adalah model data. Secara teori, sistem informasi berbasis web dapat menggunakan *relational database* untuk mengelola data yang ada di dalamnya. Penelitian ini menerapkan teori tersebut dan memodelkan data untuk sistem dalam bentuk *relational database*. Model data yang dihasilkan dinotasikan dalam *entity relationship (ER) diagram*. Gambar 4 menunjukkan *ER diagram* yang menjadi luaran dari penelitian ini.

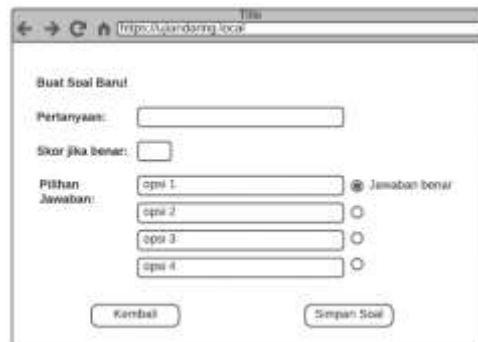
Model data untuk sistem ujian daring terdiri atas 7 entitas yang saling terkait. Tujuh entitas tersebut dan juga keterkaitan antar entitasnya disajikan pada Gambar 4. Entitas pertama adalah pengguna yang menyimpan atribut *username*, *password*, dan *role*. Atribut *role* pada entitas pengguna menentukan apakah seorang pengguna merupakan pengajar atau mahasiswa. Di sisi lain, aktor bagian akademik juga disimpan sebagai pengajar karena atribut yang diperlukan sama dengan pengajar. Setiap pengajar berelasi langsung dengan entitas 'SesiUjian'. Terdapat kebutuhan yang menyatakan bahwa satu pengajar bisa membuat banyak sesi ujian. Dengan demikian relasi yang dipilih untuk memodelkannya adalah relasi one-to-many seperti yang terlihat pada Gambar 4. Seperti itu seterusnya cara membaca model data yang menjadi luaran penelitian ini.

Model kebutuhan fungsional, model proses, dan model data merupakan luaran yang dihasilkan pada tahap analisis kebutuhan sistem. Ketiga model tersebut sekaligus menjadi jawaban untuk pertanyaan penelitian yang kedua. Dari model-model *requirements* ini kemudian dibuatkan rancangan sistemnya.

3.3 Rancangan Sistem

Penelitian ini menghasilkan dua rancangan sistem dari model kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Pertama adalah rancangan antarmuka yang menggambarkan tempat pengguna berinteraksi dengan sistem.

Dan kedua adalah rancangan arsitektur sistem yang menjelaskan spesifikasi hardware dan software yang diperlukan untuk menjalankan sistem secara optimal. Di dalam rancangan arsitektur tersebut juga dijelaskan seperti apa rancangan programnya.



Gambar 5. Rancangan Antarmuka Halaman Membuat Soal

Rancangan antarmuka sistem dibuat dalam bentuk *wireframe*. Rancangan antarmuka yang dibuat mengikuti setiap proses pada *workflow* (Gambar 3). Total rancangan antarmuka yang dibuat adalah 10 buah, dengan komposisi 9 rancangan untuk setiap proses pada *workflow* dan 1 rancangan untuk *template* utama. Contoh rancangan antarmuka yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Gambar 5 merupakan rancangan antarmuka untuk proses membuat soal yang diujikan. Seperti yang terlihat pada Gambar 3 sebelumnya, aktivitas ini dilakukan oleh pengajar. Sementara itu Gambar 6 menunjukkan rancangan antarmuka saat pembelajar melaksanakan ujian secara daring.

Saat membuat soal, pengajar diminta untuk menuliskan pertanyaan berikut dengan pilihan-pilihan jawabannya. Selain itu, pengajar juga harus menentukan jawaban apa yang benar. Bobot nilai untuk setiap soal yang diujikan juga ditentukan agar sistem bisa memberikan nilai secara otomatis. Untuk memenuhi serangkaian proses pembuatan tersebut, rancangan antarmuka yang dibuat didominasi dengan kolom isian seperti yang terlihat pada Gambar 5.



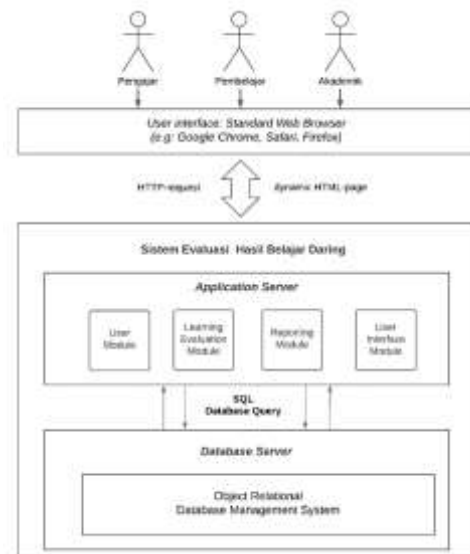
Gambar 6. Rancangan Antarmuka Halaman Ujian

Rancangan antarmuka ketika peserta ujian mengerjakan soalnya adalah seperti yang terlihat pada Gambar 6. Elemen yang ada di dalam antarmuka tersebut setidaknya ada lima buah. Pertama adalah informasi nama peserta dan mata kuliah yang diujikan. Lalu yang kedua adalah sisa waktu yang ada untuk menyelesaikan ujian. Komponen ketiga tentu saja pertanyaan ujian beserta pilihan jawaban yang tersedia. Satu tampilan layar hanya memuat satu pertanyaan saja. Oleh karena itu ada tombol navigasi untuk beralih ke pertanyaan selanjutnya atau kembali ke pertanyaan sebelumnya. Tombol navigasi ini adalah elemen yang keempat. Dan elemen terakhir adalah *progress bar* yang menunjukkan berapa persen soal yang sudah dijawab. Kelima elemen tersebut dapat dilihat pada rancangan antarmuka untuk halaman ujian di Gambar 6.

Rancangan terakhir yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah rancangan arsitektur untuk sistemnya. Salah satu kebutuhan sistem ini adalah dapat diakses melalui internet. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka sistem dibuat dalam bentuk aplikasi berbasis web. Oleh sebab itu, rancangan arsitektur yang dibuat mengacu pada rancangan aplikasi berbasis web secara umum. Gambar 7 menunjukkan rancangan arsitektur untuk sistem ujian daring hasil penelitian ini.

Seperti yang terlihat pada rancangan arsitektur pada Gambar 7., pengguna mengakses sistem menggunakan *web browser*. Dari browser tersebut suatu *http request* dikirim menuju *server*. Sistem evaluasi hasil belajar daring ini melibatkan dua *server*, yaitu *application*

server dan *database server*. Kode-kode program ditempatkan pada *application server*. Program yang ada di dalam sistem dirancang dalam empat *module*. Keempat *module* tersebut adalah *user module*, *learning evaluation module*, *reporting module*, dan *user interface module*. *User module* bertanggung jawab untuk segala fungsi yang berkaitan dengan pengelolaan pengguna. Sementara itu *learning evaluation module* merupakan inti dari sistem ini. *Module* tersebut memuat program untuk pelaksanaan ujian. Proses pelaporan hasil belajar ditangani oleh *reporting module*. Dan *user interface module* berisi kode-kode program untuk menampilkan antarmuka ke hadapan pengguna.



Gambar 7. Rancangan Arsitektur Sistem

Sistem ini juga membutuhkan *database server* untuk menjalankan *object relational database management system*. Apabila ada suatu *module* dalam *application server* membutuhkan data, maka ada program dari module tersebut yang mengirimkan *SQL query* ke *database server*. Hasil query tersebut dikembalikan lagi ke *module* yang bersangkutan. Lalu kemudian *user interface module* membuatkan halaman antarmuka yang bisa dilihat oleh pengguna melalui browser mereka. Apa yang dilihat oleh pengguna tersebut merupakan respon atas *http request* yang

mereka kirimkan sebelumnya. Hasilnya disajikan dalam bentuk *dynamic-html page* yang memungkinkan satu template antarmuka untuk menyesuaikan informasi yang disajikan.

3.4 High Fidelity Prototype

Semua rancangan yang sudah dihasilkan pada langkah sebelumnya, kemudian diimplementasikan dalam bentuk *high fidelity prototype*. Pengembangan *prototype* ini dilakukan untuk menunjukkan rancangan dan model kebutuhan yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah valid. Prototipe ini dikembangkan dengan bahasa pemrograman PHP untuk *backend* aplikasinya. Sedangkan *frontend* dari aplikasinya ditulis dengan HTML dan JQuery. Tangkapan layar dari hasil pengembangan prototipe ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. High Fidelity Prototype

Contoh tangkapan layar prototipe yang pada Gambar 7 merupakan pengembangan dari rancangan antarmuka yang ada pada Gambar 6. Gambar 7 merupakan rancangan final untuk antarmuka halaman ujian yang sudah dalam bentuk aplikasi berjalan. Secara fungsionalitas, prototipe yang dikembangkan sudah memungkinkan pengguna untuk melakukan proses-proses yang ada di dalam *workflow* Gambar 3.

Prototipe ini belum diujicoba untuk pelaksanaan evaluasi ujian yang sesungguhnya. Namun demikian, fungsionalitasnya sudah diuji dengan *teknik white-box testing*. Lingkup pengujiannya adalah setiap kode program yang berkaitan langsung dengan *workflow* sistem yang sebelumnya

ditunjukkan pada Gambar 3. Dari hasil pengujian ini ditemukan beberapa bug terutama pada aktivitas pengumpulan jawaban peserta ujian dan pada proses penyajian laporan. Semua bug yang ditemukan langsung diperbaiki saat itu juga karena sifat dari *white-box testing* memang membuka kode-kode programnya.

4. KESIMPULAN

Setelah menyelesaikan semua langkah penelitian, terdapat beberapa hal yang bisa disimpulkan. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 3 *business requirements*, 13 *user requirements*, dan 20 *system requirements*. Tiga kelompok *requirement* tersebut didapatkan secara berurutan dan saling terkait satu sama lain. Kebutuhan sistem yang diidentifikasi tersebut merupakan jawaban dari pertanyaan penelitian yang pertama.

System requirement yang dihasilkan kemudian juga dapat dibuatkan model kebutuhannya. Ada tiga *requirement model* yang dihasilkan dari penelitian ini. Pertama adalah *functional model* yang disajikan dalam bentuk *user case diagram*. Kedua adalah *process model* berupa *workflow* yang tersaji dalam bentuk *swimlane diagram*. Dan model kebutuhan terakhir adalah model data untuk sistemnya. Model data ini digambarkan dengan *entity relationship diagram* (ERD). Tiga model kebutuhan ini merupakan jawaban untuk pertanyaan penelitian yang kedua.

Rancangan yang memenuhi model kebutuhan sistem kemudian dibuat pada langkah selanjutnya. Sebanyak dua rancangan sistem berhasil dihasilkan pada tahap ini. Rancangan pertama yang dihasilkan adalah rancangan antarmuka. Rancangan antarmuka yang dihasilkan berupa *mockup* antarmuka dalam bentuk *wireframe*. Sementara itu rancangan yang kedua merupakan rancangan arsitektur untuk sistemnya. Rancangan arsitektur ini menunjukkan spesifikasi *software* dan *hardware* secara umum agar sistem berjalan dengan baik. Di dalam

rancangan arsitektur ini juga tercakup rancangan program yang terbagi menjadi empat *module*. Rancangan program tersebut dapat dijadikan acuan oleh programmer untuk mengembangkan kode-kode program untuk sistem sejenis.

Pada bagian akhir penelitian ini dilakukan pengembangan *high fidelity prototype*. Hal ini dilakukan untuk memastikan rancangan yang dihasilkan dapat dikembangkan menjadi produk aplikasi yang berjalan. Pengujian fungsionalitas dari prototipe ini telah dilakukan dengan *white-box testing*. Kesimpulan yang dihasilkan setelah pengujian ini adalah rancangan dan model kebutuhan hasil penelitian ini dapat diimplementasikan dalam bentuk prototipe sistem yang berfungsi dengan baik. Pengembangan dan pengujian lebih lanjut tetap diperlukan untuk dapat mengimplementasikan sistem ini pada skenario penggunaan yang sebenarnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Chakraborty, S., Sarker, S., & Sarker, S. (2010). An exploration into the process of requirements elicitation: A grounded approach. *Journal of the Association for Information Systems*, 11(4), 212-249. DOI: 10.17705/1jais.00225
2. Dennis, A., Wixom, B.H., Roth, R.M. (2014). *System analysis and design* (6th edition). Wiley.
3. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (Mendikbud). (2020). Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan Dalam Masa Darurat Penyebaran Corona Virus Disease (COVID-19). Jakarta.
4. Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. 2019. *Interaction design: beyond human-computer interaction* fifth edition. Wiley
5. Pressman, R.S., & Maxim, B.R. (2020). *Software Engineering A Practitioner's Approach* Ninth Edition. McGraw-Hill Education.
6. Tilley, S., & Rosenblatt, H.J. (2016). *System Analysis and Design* Eleventh Edition. Cengage Learning, Inc.

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MONITORING BARANG DI PT SINERGI SOLUSI INDONESIA BERBASIS WEB

Wibisono

*Teknik Informatika, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
wibi72jkt@gmail.com*

Abstract

The company's success in maintaining its business is inseparable from the company's role in managing inventory so that could full fil the needs of employees and trainees as much as possible. In this case, the design of the goods monitoring information system at Synergy Solusi Indonesia, PT is WEB-based using the PHP programming language version 7.1. At this time, Synergy Solusi Indonesia, PT still doing manually for managing goods, it is deemed less effective and efficient because the data is not centralized in one database. In this study, the researcher will design a goods monitoring information system in the hope that it could help the performance of General Affair be easier and more efficient to monitor the available "stock of goods" in the warehouse as well as more quickly and accurately in making monthly and annual reports. The results of this study prove that the goods monitoring information system makes it easy for General Affair to create a system that can control the stock of goods in the warehouse of Synergy Solusi Indonesia, PT.

Keywords: *monitoring, warehouse, system, website, information*

PENDAHULUAN

permasalahan maka diambil resume pemikiran bahwa konsumen menjadi faktor terpenting dalam menunjang keberhasilan suatu perusahaan. Karena tanpa adanya hubungan baik antara konsumen dan perusahaan, suatu perusahaan tidak akan dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan latar belakang di atas maka diangkat judul skripsi sebagai berikut: “**ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MONITORING BARANG DI PT SINERGI SOLUSI INDONESIA BERBASIS WEB**”..

Perkembangan teknologi dan informasi di Indonesia telah banyak mengalami kemajuan, didukung dengan Teknologi komunikasi yang menunjukkan peningkatan yang sangat pesat. Selama ini pokok permasalahan dalam kinerja PT Sinergi Solusi Indonesia salah satunya adalah sistem monitoring yang masih dilakukan secara manual dengan menulis tangan dibuku. Kegiatan atau aktifitas

membuat laporan monitoring barang di PT Sinergi Solusi Indonesia dalam menerapkan sistem komputerisasi masih kurang efektif, sehingga seluruh hasil laporan yang akurat akan membutuhkan waktu yang lama.

Dalam melakukan monitoring barang, sistem yang pertama kali dilakukan adalah pertama admin menginput setiap barang diterima dan perlu pengelompokkan barang berdasarkan jenis dan macamnya. Setelah itu jika karyawan meminta barang harus diinput ke sistem, sehingga dapat memudahkan dalam perhitungan stok barang terutama dalam pencatatan barang.

Dengan adanya aplikasi, maka akan mendukung keberhasilan PT Sinergi Solusi Indonesia dalam mendapatkan informasi yang tepat dan akurat bagi kemajuan PT Sinergi Solusi Indonesia dalam monitong barang di gudang. Sistem yang coba dibuat oleh penulis menggunakan bahasa pemrograman *PHP* yang menggunakan *framework codeigniter* dan menggunakan *Mysql* sebagai databasenya. Sistem

informasi berbasis web banyak digunakan perusahaan karena penggunaan dan cara aksesnya begitu mudah sehingga sangat efektif untuk membantu mengelola data yang ada di perusahaan. Berdasarkan latar belakang di atas maka diangkat judul skripsi sebagai berikut:

“ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MONITORING BARANG DI PT SINERGI SOLUSI INDONESIA BERBASIS WEB”.

Diharapkan dengan adanya sistem informasi ini dapat membantu dan mempermudah PT Sinergi Solusi Indonesia dalam pengolahan data monitoring barang, sehingga dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini ialah Sistem informasi monitoring barang dengan pengambilan data di PT Sinergi Solusi Indonesia. Metode penelitian penulis menggunakan metode waterfall, berikut metode penulis:

1. Metode Pengumpulan Data

Tahapan ini adalah tahapan dalam pengumpulan data yang nanti akan dipakai sebagai landasan keilmuan. Dimana dalam hal ini penelitian menggunakan 3 teknik pengumpulan data antara lain:

a. Observasi Dilakukan dengan mengadakan penelitian langsung dilapangan terkait untuk mengumpulkan informasi dan data yang di butuhkan dalam menunjukan permasalahan. Penelitian berada Jl. DI Panjaitan Kav 2, Cipinang Cimpedak, Jatinegara, Jakarta Timur pada tanggal 1 September – 30 November 2020

b. Wawancara dilakukan dengan mengadakan tanya jawab dengan Bapak Deden selaku Kepala pada departemen *General Affair* untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam perancangan dan pembuatan sistem informasi monitoring barang pada PT Sinergi Solusi Indonesia.

c. Metode studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan serta membandingkan dokumen penelitian sejenis seperti jurnal, skripsi, thesis dan tulisan-tulisan ilmiah mengenai sistem informasi inventori yang terdahulu dengan

mempelajarinya untuk memperoleh kelebihan dan kekurangan yang terdapat dalam penelitian tersebut.

2. Metode Penembangan Sistem

Metode yang peneliti gunakan adalah Metode Waterfall. Menurut kutipan buku Rosa Metode Waterfall adalah suatu proses perangkat lunak yang berurutan, dipandang sebagai terus mengalir kebawah (seperti air terjun) melewati fase-fase analisis kebutuhan, desain sistem, penulisan kode program, pengujian dan penerapan program. Tahapan pengembangan sistem ini nantinya dijadikan urutan untuk mengembangkan sistem pada PT Sinergi Solusi Indonesia. Model Waterfall memiliki lima tahapan, berikut gambarannya:

1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini penulis membutuhkan komunikasi yang bertujuan untuk memahami sistem yang diharapkan oleh pengguna. Informasi ini biasanya dapat diperoleh melalui wawancara langsung dengan Kepala *General Affrain* PT Sinergi Solusi Indonesia

2. Desain Sistem

Pada fase ini, desain sistem disiapkan untuk memudahkan user mengelolah aplikasi.

3. Penulisan Kode Program

Setelah desain dari sistem yang dibuat disetujui baik oleh Kepala *General Affrain* PT Sinergi Solusi Indonesia, maka sistem akan dibangun. Sistem diimplementasikan ke dalam bentuk yang dimengerti oleh mesin yang diwujudkan dalam bentuk program atau unit program. *Software* yang digunakan adalah XAMPP yang meliputi: Apache sebagai *web server*, PHP sebagai bahasa pemrograman yang menggunakan *framework codeigniter* dan MySQL sebagai *database*-nya.

4. Pengujian Program

Semua yang telah dikembangkan dan pengkodean yang benar diuji langsung untuk penggunaannya apakah sudah sesuai atau tidak, seperti menggunakan pengujian blackbox.

5. Penerapan Program

Fase terakhir dalam model air terjun. Sistem informasi atau aplikasi yang sudah jadi.

3. Kerangka Berfikir Penelitian

Kerangka berpikir adalah serangkaian konsep dan kejelasan hubungan antar konsep yang dirumuskan oleh peneliti berdasar tinjauan pustaka dan digunakan sebagai dasar

untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian yang diangkat. Jadi kerangka pikiran merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah penting. Penyusunan penelitian tentang sistem informasi monitoring barang ini disusun melalui beberapa tahapan dalam sebuah kerangka berpikir penelitian. Kerangka berpikir ini dibuat sebagai acuan dalam penyusunan dan pengembangan sistem yang dilakukan.

Analisis Kebutuhan Sistem

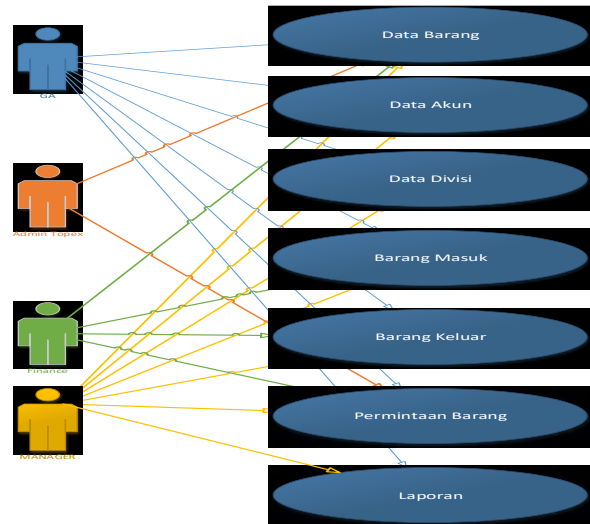
Kebutuhan sistem yang diperlukan untuk membuat aplikasi sistem informasi monitoring barang adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan Perangkat Keras (Hardware)
 - Analisis yang telah dilakukan dalam kebutuhan hardware untuk pengembangan sistem agar berjalan baik, disarankan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:
 - a. Processor 1.60 GHz
 - b. Hardisk 320 Gb
 - c. RAM 2 Gb.
 - d. VGA *Intel HD Graphics*
2. Kebutuhan Perangkat Lunak (Software)
 - Analisis dalam kebutuhan software untuk pengembangan disarankan agar aplikasi dapat berjalan dengan baik. Kebutuhan software itu sebagai berikut:
 - a. Sublime text 3
 - b. Xampp
 - c. Web browser (Chrome)
 - d. PhpMyAdmin
 - e. MySql

Usecase Diagram

Model *usecase* menjelaskan mengenai aktor – aktor yang terlibat dengan perangkat lunak yang dibangun beserta proses yang ada didalamnya. Usecase diagram merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara aktor dengan sistem. Usecase diagram bisa mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem yang akan dibuat. *Usecase* diagram juga bisa digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada didalam sebuah sistem dan bisa juga mempresentasikan sebuah interaksi aktor dengan sistem. Komponen tersebut kemudian menjelaskan komunikasi antara aktor, dengan sistem yang ada. Dengan demikian, *use case*

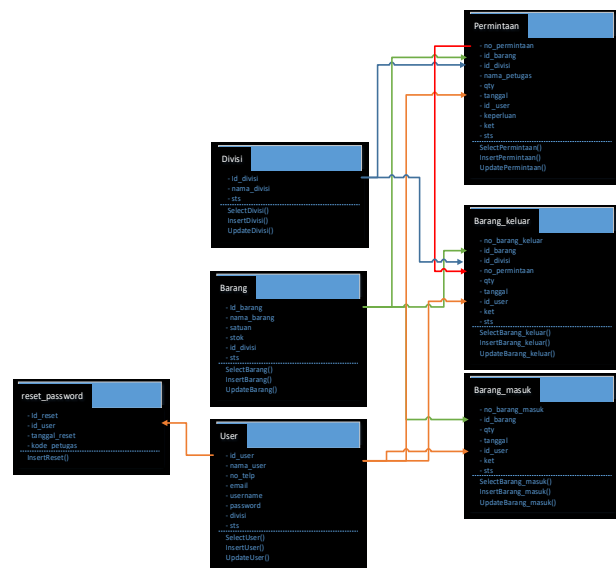
dapat dipresentasikan dengan urutan yang sederhana, dan akan mudah dipahami oleh para pengguna.



Gambar 1 Usecase Diagram

Class Diagram

Menurut Rosa dan Shalahuddin (2013, hal. 141) Class Diagram menggambarkan “sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem”. Rancangan class diagram adalah seperti berikut:



Gambar 2 Class Diagram

Perancangan Basis Data

Struktur-struktur tabel yang digunakan dalam pembuatan *database* untuk aplikasi sistem informasi monitoring barang adalah:

Tabel 1. Perancangan basis data *barang*

Nama Tabel	Type	Value	Null
<i>id barang</i>	<i>Int</i>	11	<i>Primary Key</i>
<i>nama barang</i>	<i>Varchar</i>	30	<i>Not Null</i>
<i>Satuan</i>	<i>Varchar</i>	10	<i>Not Null</i>
<i>Stok</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>id divisi</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>Sts</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>

Tabel 2. Perancangan basis data *akun*

Nama Tabel	Type	Value	Null
<i>id user</i>	<i>Int</i>	11	<i>Primary Key</i>
<i>nama user</i>	<i>Varchar</i>	30	<i>Not Null</i>
<i>no_telp</i>	<i>Varchar</i>	13	<i>Not Null</i>
<i>Email</i>	<i>Varchar</i>	30	<i>Not Null</i>
<i>Username</i>	<i>Varchar</i>	30	<i>Not Null</i>
<i>Password</i>	<i>Varchar</i>	60	<i>Not Null</i>
<i>Divisi</i>	<i>Varchar</i>	15	<i>Not Null</i>
<i>Sts</i>	<i>Varchar</i>	1	<i>Not Null</i>

Tabel 3. Perancangan basis data *reset password*

Nama Tabel	Type	Value	Null
<i>id reset</i>	<i>Int</i>	11	<i>Primary Key</i>
<i>id user</i>	<i>Varchar</i>	3	<i>Not Null</i>
<i>tanggal_reset</i>	<i>Date</i>	-	<i>Not Null</i>
<i>kode_petugas</i>	<i>Varchar</i>	3	<i>Not Null</i>

Tabel 4. Perancangan basis data *divisi*

Nama Tabel	Type	Value	Null
<i>id divisi</i>	<i>Int</i>	11	<i>Primary Key</i>
<i>nama divisi</i>	<i>Varchar</i>	10	<i>Not Null</i>
<i>Sts</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>

Nama Tabel	Type	Value	Null
<i>no barang masuk</i>	<i>Int</i>	11	<i>Primary Key</i>
<i>id barang</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>Qty</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>tanggal</i>	<i>Date</i>	-	<i>Not Null</i>
<i>id user</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>Ket</i>	<i>Text</i>	-	<i>Not Null</i>
<i>Sts</i>	<i>Varchar</i>	1	<i>Not Null</i>

Nama Tabel	Type	Value	Null
<i>no barang keluar</i>	<i>Int</i>	11	<i>Primary Key</i>
<i>id barang</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>no permintaan</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>id divisi</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>Qty</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>Tanggal</i>	<i>Date</i>	-	<i>Not Null</i>
<i>id user</i>	<i>Int</i>	11	<i>Not Null</i>
<i>Ket</i>	<i>Text</i>	-	<i>Not Null</i>
<i>Sts</i>	<i>Varchar</i>	1	<i>Not Null</i>

Tabel 5. Perancangan basis data *barang masuk*

Tabel 6. Perancangan basis data *barang keluar*

Implementasi

Setelah tahap analisa dan perancangan terhadap sistem dilakukan, maka sistem tersebut siap diterapkan atau diimplementasikan. Tahap implementasi sistem ini merupakan tahap meletakkan perancangan sistem ke dalam bentuk coding bahasa pemrograman selain implementasi dalam aplikasi juga dalam dunia nyata.

Implementasi Antar muka

Dalam sub bab ini akan dijelaskan tampilan – tampilan pada aplikasi sistem informasi monitoring barang beserta hasil dari implementasi program yang berupa tangkapan layar saat proses runtime. Adapun hasil run dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini:

1. Halaman *Login*

Ketika memulai sistem, halaman yang ditampilkan pertama kali adalah halaman *login*. Halaman ini digunakan untuk proses *Authentication* pengguna sistem. Terdapat empat penggunaan sistem yaitu *Manager*, *Finance*, *Admin* dan *GA (General Affair)* sebagai *User*. Ketika proses *authentication* berhasil, halaman *Dashboard* ditampilkan.



Gambar 3 halaman login

2. Halaman *Error Password*

Ketika proses *authentication* gagal atau salah memasukkan sebuah *password* maka muncul sebuah pesan “Gagal! *Username* atau *Password* yang anda masukan salah, jika anda lupa *Password* silahkan hubungi Pihak



GA”.

Gambar 4 halaman *Error Password*

3. Halaman *Dashboard GA (General Affair)*

Setelah Login berhasil tampilan pertama kali saat muncul disistem *GA (General Affair)*

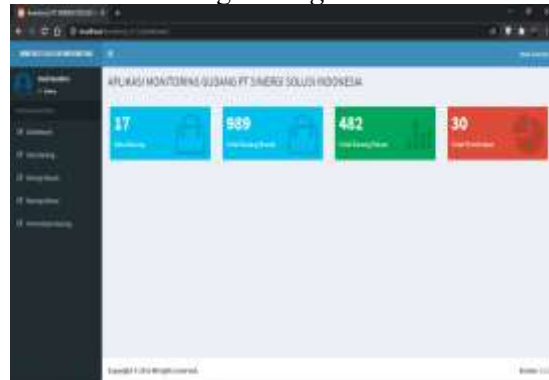
Halaman *Dashboard Finance* yaitu halaman *Dashboard*. Halaman dashboard adalah tampilan yang berisi fitur-fitur yang dimiliki oleh sistem. Beberapa fitur yang dimiliki sistem yaitu Data barang, Total barang masuk, Total barang keluar, Total Permintaan barang dan *logout*.



Gambar 5 halaman *Dashboard GA*

4. Halaman *Dashboard Finance*

Setelah Login berhasil tampilan pertama kali saat muncul disistem *finance* yaitu halaman *Dashboard*. Halaman dashboard adalah tampilan yang berisi fitur-fitur yang dimiliki oleh sistem. Beberapa fitur yang dimiliki sistem yaitu Data barang, Total barang masuk, Total barang keluar, Total Permintaan barang dan *logout*.



Gambar 6 halaman *Dashboard Finance*

5. Halaman *Dashboard Admin*

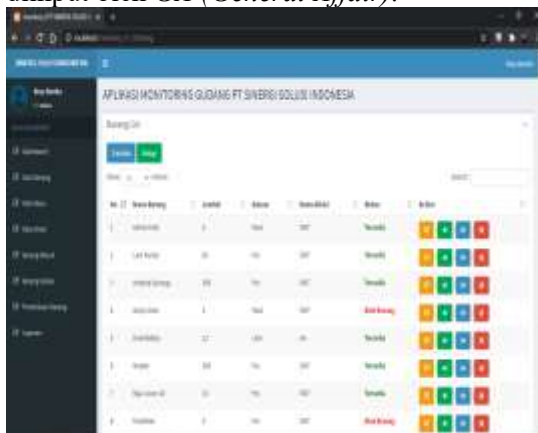
Setelah Login berhasil tampilan pertama kali saat muncul disistem *admin* yaitu halaman *Dashboard*. Halaman dashboard adalah tampilan yang berisi fitur-fitur yang dimiliki oleh sistem. Beberapa fitur yang dimiliki sistem yaitu Data barang, Total barang masuk, Total barang keluar, Total Permintaan barang dan *logout*.



Gambar 7 halaman *Dashboard Admin*

6. Halaman Data Barang

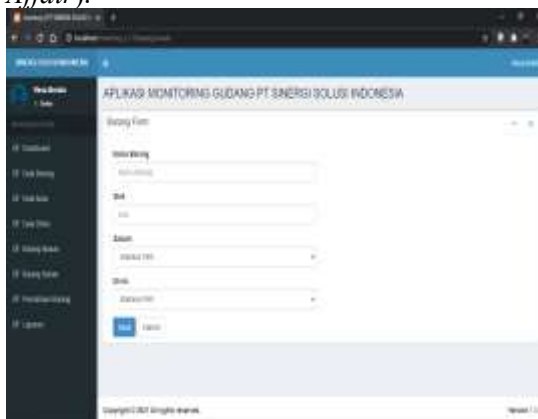
Halaman *data barang* merupakan tampilan menu dari *barang* yang sudah diinput oleh *GA (General Affair)*.



Gambar 8 halaman *Data Barang*

7. Halaman *Form Data Barang*

Halaman *Form data barang* merupakan tampilan form untuk menambahkan barang yang tidak ada di gudang untuk diinput ke sistem dan di akses oleh *GA (General Affair)*.



Gambar 9 halaman *form Data Barang*

8. Halaman Akun

Halaman *Akun* adalah fitur untuk menampilkan akun yang sudah terdaftar disistem yang sudah diinput oleh *GA*

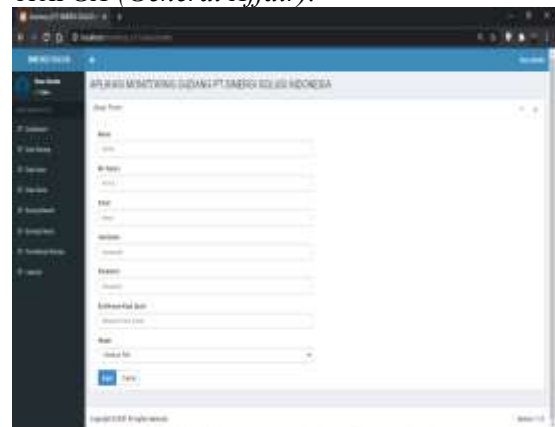
(*General Affair*).



Gambar 10 halaman *Akun*

9. Halaman *Form Akun*

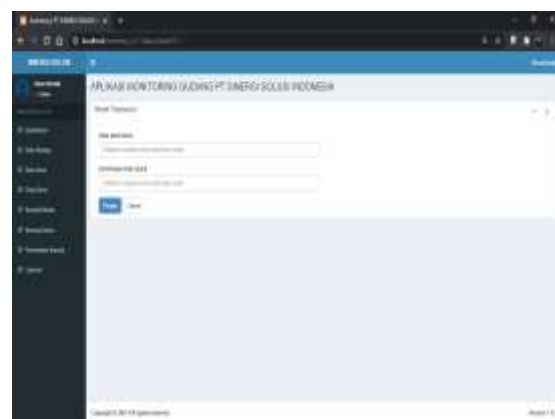
Halaman *Form akun* merupakan tampilan form untuk menambahkan akun yang belum bisa mengakses sistem monitoring dan akun tersebut ditambahkan oleh *GA (General Affair)*.



Gambar 11 halaman *form Akun*

10. *Reset Password*

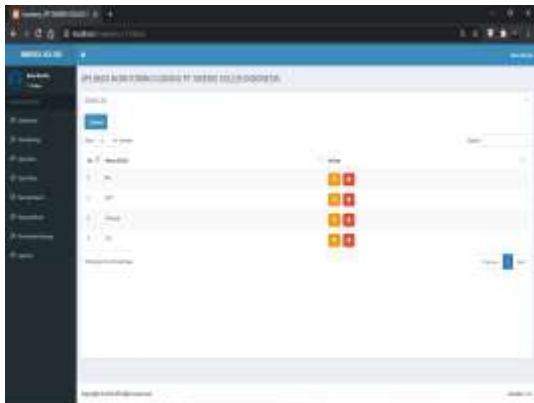
Halaman *Reset Password* adalah halaman untuk mereset *password* jika *staff* lupa *password* dan akan di reset oleh *GA (General Affair)*.



Gambar 12 halaman *Reset Password*

11. Halaman *Divisi*

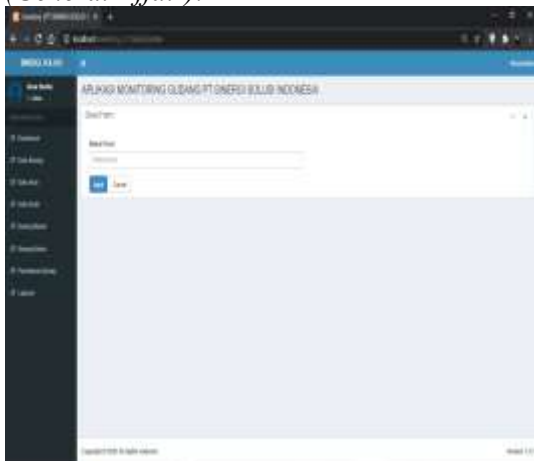
Halaman Disivi adalah fitur untuk menampilkan divisi yang sudah diinput oleh GA (*General Affair*).



Gambar 13 halaman *Disivi*

12. Halaman Form Divisi

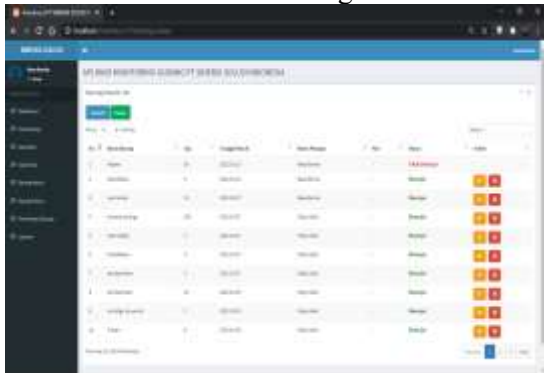
Halaman Form Disivi adalah fitur untuk menambahkan divisi yang belum ada di sistem dan akan ditambahkan oleh GA (*General Affair*).



Gambar 14 halaman *form Divisi*

13. Halaman Barang Masuk

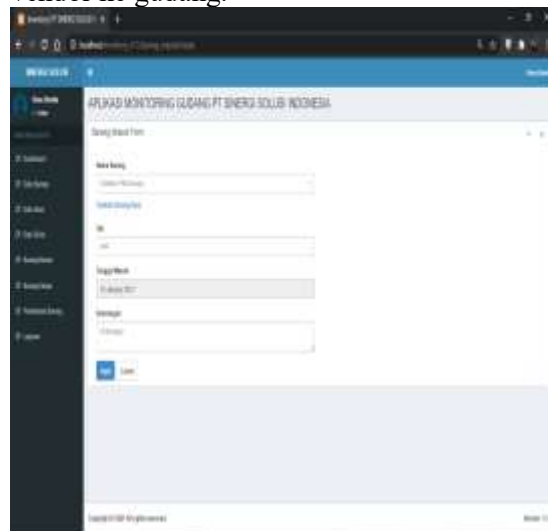
Halaman barang masuk adalah fitur yang mengatur barang masuk dan menambahkan stok gudang. (GA (*General Affair*)) dapat lihat barang masuk, edit barang masuk, dan menambahkan barang masuk.



Gambar 15 halaman Barang Masuk

14. Halaman *Form* Barang Masuk

Halaman form barang masuk adalah fitur yang dapat menambahkan barang masuk dari vendor ke gudang.



Gambar 16 halaman *form* Barang Masuk

15. Halaman Barang Keluar

Halaman barang keluar adalah fitur yang dapat melihat barang keluar dan menambahkan barang keluar dari gudang.



GA (*General Affair*) dapat lihat barang keluar, edit barang keluar, dan menambahkan barang keluar.

Gambar 17 halaman Barang Keluar

16. Halaman *form* Barang Keluar

Halaman *form* barang keluar adalah fitur yang dapat menambahkan barang keluar sesuai permintaan.

No. Bar	Nama Barang	Qty	Tanggal	Nama	Unit	Kategori	Status	Masa	No
1
2
3
4
5

Gambar 23 halaman hasil cetak laporan

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dari masalah dan pemecahannya adalah:

1. Sistem monitoring barang ini dirancang untuk dapat memudahkan *GA (General Affair)* dalam pengecekan stok barang dan monitoring barang yang ada di PT Sinergi Solusi Indonesia. Sistem monitoring ini juga sangat membantu bagian *GA (General Affair)* yang awalnya pendataan secara manual yang menyebabkan pengelolaan data masih lambat dan kurang efektif dalam pencarian datanya. Dengan adanya sistem monitoring ini *GA (General Affair)* hanya cukup input data barang, barang masuk, barang keluar dan rekap permintaan barang. *GA (General Affair)* lebih mudah dan efektif untuk pendataan dan pengelolaan data.
2. Aplikasi monitoring barang ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Database *MySQL*. Halaman yang dapat diakses oleh admin topex antara lain halaman login, halaman utama (*dashboard*), halaman data barang, halaman permintaan barang dan *logout*. Halaman yang dapat diakses oleh *Finance* antara lain halaman login, halaman utama (*dashboard*), halaman data barang, halaman barang masuk, halaman barang keluar, halaman permintaan barang dan *logout*. Sedangkan halaman yang dapat diakses oleh *Manager dan GA (General Affair)* antara lain halaman login, halaman utama (*dashboard*), halaman data barang, halaman barang masuk, halaman barang keluar, halaman data akun, halaman data divisi, halaman permintaan barang, halaman laporan serta *download* rekap barang keluar, barang masuk, data

barang, permintaan barang dan *logout*.

3. URL Sistem Informasi Monitoring Barang Pada PT Sinergi Solusi Indonesia: <http://inventory-ssi.my.id/>

Saran

Saran yang didapat dari hasil analisis dari masalah dan pemecahannya adalah:

1. Menjaga data-data ataupun aplikasi ini, sebaiknya dilakukan *back up* data dan pemeliharaan terhadap aplikasi ini, sehingga dapat menghindari terjadinya kerusakan pada aplikasi ini.
2. Menghindari terjadinya kesalahan saat menjalankan aplikasi ini, sebaiknya dilakukan pelatihan khusus bagi admin yang akan terlibat dalam proses pengolahan data dalam aplikasi ini, mengingat cukup banyak data yang akan diolah dalam aplikasi ini.
3. Jika ingin mengembangkan aplikasi ini dapat ditambahkan data Warehouse di Data Barang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Kadir. 2014. Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi. Andi.Yogyakarta.
2. Aditya, Alan Nur. 2011. Jago PHP & MySQL Dalam Hitungan Menit. Jakarta: Dunia Komputer
3. Ardiansyah, dan Muhammad Imam Ghazali. 2016. Pengujian Usability User Interface Dan User Experience Aplikasi E-Reader Skripsi Berbasis Hypertext. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, 2 (3)
4. Bunafit Nugroho. 2008. Latihan Membuat Aplikasi Web PHP dan MySQL dengan Dreamweaver MX (6, 7, 2004) dan 8. Gava Media. Yogyakarta.
5. Faridl, Miftah. 2015. Fitur Dahsyat Sublime Text 3. Surabaya: LUG STIKOM.
6. Hanif. Al Fatta, Analisis dan Perancangan Sistem Informasi, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2007
7. Jogiyanto, HM. Analisis dan Disain Sistem Informasi, Yogyakarta: Andi Yogyakarta, 2003
8. Jogiyanto Hartono. 2012. Teori Portofolio dan Analisis Investasi, Edisi Kedelapan, BPFE, Yogyakarta.

9. Kadir, Abdul, Pengenalan Sistem Informasi, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta, 2003
10. Kadir, Abdul. 2013. Pemrograman Database MySQL untuk Pemula. Yogyakarta: Mediakom
11. Madcoms. 2016. Sukses Membangun Toko Online dengan PHP & MySQL. Yogyakarta: Andi.
12. Miftah. Faridl, "Fitur Dahsyat Sublime Text 3, Surabaya: Lug Stikom, 2015.
13. Nugroho, Bunafit. 2013. Dasar Pemrograman Web PHP – MySQL dengan Dreamweaver. Yogyakarta: Gava Media
14. Sugiarti, Yuni, 2013, Analisis dan Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6, Yogyakarta, Graha Ilmu.
15. Wahyudi, Pebri Dian. 2012. Dasar-Dasar Teknik Komputer dan Informatika. Jakarta: Inti Prima Promosindo.

Ruang Publik Sebagai Wacana Tandingan Dalam Kajian Literasi *Public Space as Counter Discourse in Literacy Studies*

Rendy Pribadi

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

Abstract

This study attempts to negotiate public space and literacy strategies as counter ideas to the achievement of ideas in public discussion. Discussions that started from the public sphere, such as those conducted by Atelir Ciremai, located in Rawamangun, sought to review ideas from the realms of literature, philosophy, music, and pop culture. Describing a counter discourse with the public sphere as well as conceptualizing the café as a form of literacy strategy in the public sphere. This study uses a qualitative approach with the method of collecting library data from textbooks to search for several cafes and look for theories of public space and literacy that are relevant to the reduction technique of several research objects and interviews with cultural studies experts. From this research, three findings are produced: (1) public space is a means to improve literacy, (2) alternative public space as a counter discourse to the dominant discourse (3) young people's style becomes an attraction in literacy in public spaces.

Keywords: *Public sphere, counter discourse, and literacy.*

PENDAHULUAN

Kajian ini memfokuskan pada penempatan ruang publik untuk sarana edukasi dan hiburan pada awalnya. Namun dalam kajian selanjutnya penulis akan mencoba menjabarkan kajian yang lebih luas lagi, yakni kajian literasi dan wacana tandingan dalam dominasi neoliberal di dalam pendidikan nasional.

Ketika kita melihat sebuah ruang publik (*public sphere*) yang ada dalam benak pribadi ada sebuah tempat ngobrol sambil makan dan mendengarkan musik dan lain sebagainya, sebuah pengalaman privat yang ada dalam gambaran masing-masing individu. Namun berbeda jika ruang publik dikembangkan menjadi sarana edukasi berkelanjutan dan terintegrasi dengan beberapa pehobi bahkan akademisi, ruang publik

menjadi sarana yang paling sering dikaitkan dengan perubahan sosial.

KONSEP RUANG PUBLIK

Sebelum membahas bagian-bagian besar dari ruang publik, terlebih dahulu penulis perkenalkan dengan konsep teoretis ruang publik Habermas. Pedagogis kritis digagas oleh Habermas dalam konteks sejarah yang disebut sebagai "*literary public sphere*", konsep yang membicarakan dan memperdebatkan sastra dan seni secara kritis dan terbuka. Dalam tahap berikutnya "*literary public sphere*" berkembang menjadi "*political public sphere*", yaitu ketika orang-orang dalam lingkup ini menolak, mempertanyakan, dan menganalisis tindakan atau kebijakan pemerintah dan dengan demikian mencegah arus dominasi dari negara yang berkuasa (Ridho, 2008). Pernyataan ini memunculkan perbedaan antara kelompok negara (kuasa) dan borjuis sehingga pihak borjuis lebih memilih ruang privat dan negara

menciptakan ruang publik. Seperti yang dikatakan Habermas “a sphere which mediates between society and state, in which the public organizes itself as the bearer of public opinion, accords with the principle of the public sphere—that principle of public information which once had to be fought for against the arcane policies of monarchies and which since that time has made possible the democratic control of state activities.” (Habermas, 1974).

Bentuk wacana tandingan merupakan bagian dari struktur hegemoni oleh Gramsci yang disebut sebagai *Counter Hegemoni*. Bentuk *counter* yang paling kentara berasal dari pendidikan yang diberikan sebagai alternatif untuk memberikan sudut pandang yang lebih lugas dan egaliter. Maka dari itu peran literasi dalam ruang publik seperti pemanfaatan kafe yang mengagendakan diskusi dalam ranah sastra, filsafat, dan musik.

Setelah memperkenalkan ruang publik, maka selanjutnya adalah menghubungkan ruang publik dengan pendidikan melalui transformatif Giroux melalui guru. Giroux (1988) mengemukakan bahwa intelektual transformatif adalah posisi yang diambil guru ketika mereka berupaya untuk membuat “the pedagogical more political and the political more pedagogical”. Yang pertama berarti “inserting schooling directly into the political sphere by arguing that schooling represents both a struggle to define meaning and a struggle over power relations”, sedangkan yang kedua berarti “utilizing forms of pedagogy that embody political interests that are emancipatory in nature; that is, using forms of

pedagogy that treat students as critical agents; make knowledge problematic; utilize critical and affirming dialogue; and make the case for struggling for a qualitatively better world for all people.” Melalui pengambilan posisi tersebut, guru pada dasarnya mengubah sekolah menjadi ruang publik. Dalam kata-kata Giroux (1988, 126), “Rather than being objective institutions removed from the dynamics of politics and power, schools actually are contested spheres that embody and express a struggle over what forms of authority, types of knowledge, forms of moral regulation and versions of the past and future should be legitimated and transmitted to students.”

Giroux mencoba mengambil contoh guru yang bekerja pada ruang publik (sekolah) dan membedakannya menjadi konsep *education* dan *schooling*. Konsep *education* mengacu kepada penciptaan sebuah ruang publik karena pendidikan adalah mengeliminasi sebuah bentuk kelas (strata), rasial, dan pelaksanaan gender. Maka dari itu ruang publik lebih egaliter, tidak mengikuti arus dominan melalui perangkatnya karena basis pendidikan adalah membentuk pribadi yang bisa produktif dan mengonstruksi berbagai perspektif seperti sejarah, sosial, dan ekonomi.

Maka dari itu, untuk mengikis arus dominan dalam pendidikan dengan wacana atau sebuah ide tandingan adalah memberikan sebuah alternatif pilihan kebijakan dalam pendidikan. Konsep yang menghubungkan fenomena ruang publik dengan wacana tandingan adalah dengan berpikir secara kritis dan konteks sosio-historis. Landasan dalam artikel ini penulis rumuskan menjadi beberapa proposisi: 1. peran ruang publik dalam membentuk ide tandingan, 2. Cara kerja memunculkan ide dalam ruang publik, 3. Upaya ruang publik dalam mengurangi

kesenjangan informasi (pemerolehan informasi).

METODE PENELITIAN

Pendekatan kualitatif dengan teknik analisis data dari pengambilan data secara observasi dan wawancara adalah metode yang digunakan dalam artikel ini. Perihal observasi, penulis mencoba untuk mengikuti seluruh rangkaian acara dari program yang diadakan dalam ruang publik. Program-program diskusi yang dilaksanakan di ruang publik seperti acara Atelir Ciremai, Rawamangun, Jakarta Timur. Metode wawancara dilakukan dengan peserta diskusi dan penyelenggara diskusi dari Atelir Ciremai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam ruang publik selalu ada agenda untuk membahas setiap persoalan secara perspektif wacana tandingan, artinya setiap pembicara atau narasumber mempunyai beragam perspektif dalam berbicara di depan publik. Seperti kantung kebudayaan (Althusser, 1939) yang berisi ide dan gagasan yang berusaha menandingi wacana dominan yang terus menerus diproduksi dan didistribusikan oleh perangkat-perangkatnya. Ide yang dibentuk dari wacana tandingan adalah mampu berpikir historis-kritis yang menganggap tingkat keterbacaan dari tiap individu yang hadir pada ruang publik tersebut, kemampuan literasi sangat diperlukan dalam hal ini.

Seperti pada ruang publik Atelir Ciremai yang terletak di Rawamangun Muka Jakarta Timur, tujuan utamanya adalah menghimpun potensi-potensi muda

yang belum bisa mengekspresikan dirinya di dalam kampus secara maksimal. Untuk tujuan literasi dalam Atelir Ciremai akan mengadakan beberapa *workshop* dan acara diskusi buku, film, dan musik yang bersifat kesusastraan dan budaya kultur. Peran mahasiswa ini sangat memungkinkan untuk mendominasi acara karena memang berdekatan dengan kampus. Tetapi tidak menutup kemungkinan untuk mengundang para narasumber ahli untuk memberikan pengalamannya pada sesi dialog. Menurutnya acara-acara yang diselenggarakan pada ruang publik harus memiliki upaya untuk melihat persoalan dari sisi akademik. Persoalan demikian menjadi kegiatan ilmiah ketika dianalisa secara tajam untuk menguraikan dan mencari hakikat kembali namun dengan gaya anak muda zaman kekinian, menurut Irsyad. Bentuk dari atelir tidak banyak berubah dari konsep acara ruang publik lainnya, diskusi dan tanya-jawab menjadi sebuah habitus dalam sebuah berpikir ilmiah.

Ruang publik seperti Taman Salihara di Pasar Minggu dan TUK (Teater Utan Kayu) di Utan Kayu misalkan, adalah dua ruang publik yang sudah mapan. TUK terutama, kantung budaya ini asalnya berupa ruang-ruang kecil yang berada di jalan utama Utan Kayu. Di dalamnya ada dua gedung, yakni gedung teater terbuka dan satu gedung berisi ruang tertutup untuk diskusi. Awal mulanya (penampilan teater dan diskusi) yang rutin diselenggarakan. Namun pertunjukkan teater dipindahkan ke Taman Salihara karena kapasitasnya lebih besar di sana untuk diskusi masih terpusat di TUK. Pendekatan yang khas dari TUK adalah menghadirkan narasumber yang otentik dalam tiap diskusi yang diselenggarakan. Hal ini menjadi daya tarik utama selain materi yang terkini juga cara pendekatan narasumber itu dalam

mengambil perspektif akademik. Hal yang menarik adalah, pengunjungnya didominasi oleh para mahasiswa dan mahasiswi dan anak muda lainnya yang mengetahui kegiatan ini dari teman-teman sejawat, daring, dan bahkan orangtua mereka yang menceritakannya sehingga TUK selalu mempunyai penonton yang setia.

Baik Atelir Ciremai dan TUK juga menyosialisasikan sumber-sumber keilmuan selain sekolah formal, beberapa mahasiswa juga memerlukan kondisi riil hari ini, literasi pada persoalan utamanya. Kampus dinilai belum mampu untuk menjalankan hal ini. Kegiatan perkuliahan, KKL, dan seminar masih hanya berupa sekedar menyelenggarakan kegiatan belum mampu membentuk garis pemikiran yang bernas. Narasi besar lahir dari sebuah kegiatan ini, literasi tidak harus berupa buku dan video daring lainnya. Namun pertemuan dengan manusia itulah yang sangat diperlukan.

KESIMPULAN

Dalam kondisi akademik yang monoton dan literasi yang belum bisa ditingkatkan, perlu adanya sebuah alternatif dalam hal ini. Ruang publik bisa menjadi saran untuk meningkatkan literasi sekaligus menguatkan potensi

dalam diri individu. Peran akademisi sangat diperlukan sebagai agen transformatif dalam pola akademik. Upaya pembentukan ruang publik pada tahap permulaan, sebagai literary public shere, perlu tetap diperkuat sehingga berbagai strategi wacana bisa dibangun. Studi ini telah memperlihatkan bahwa TUK dan Atelir Ciremai sudah mengupayakan hal itu, dalam segala keterbatasannya, dengan menawarkan strategi wacana tandingan sebagai alteratif dalam meingkatkan literasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Giroux, Henry A. 1983. *Theory and Resistance in Education: A Pedagogy for the Opposition*. Massachusetts: Bergin & Garvey.
2. _____. 1988. *Teachers As Intellectuals: Toward A Critical Pedagogy of Learning*. New York: Bergin & Garvey.
3. Habermas, Jurgen. 1974. "The Public Sphere: An Encyclopedia Article (1964)." *New German Critique*.
4. Ridho, Irsyad. 2008. *MENGHADIRKAN KELUARGA KE RUANG PUBLIK*: Studi Awal tentang Sekolah Rumah KerLip. Makalah ini dipresentasikan di semina tentang "Ruang Publik dan Nasionalisme" pada 26-27 Agustus 2008 yang diselenggarakan oleh FIB-Cultural Studies dan FT Arsitektur, Universitas Indonesia.

SISTEM PROTEKSI PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG BERTINGKAT

Parman Sinaga

Program Studi Teknik Mesin, Fti, Institut Teknologi Budi Utomo

Hanasinaga10112005@Gmail.Com

Abstract

Lightning is a natural event that always releases its electric charge to the earth without being able to be controlled and causes property and human losses. Nothing can change this situation. Lightning has done a lot of harm to people and damage to equipment since ancient times. The increasing use of electronic devices and low-voltage equipment today has increased the number of statistical damage caused by the direct and indirect effects of lightning strikes. Indonesia has high thunder days with a large number of lightning strikes, so the damage and losses caused are even greater. Efforts to protect people and equipment have been carried out, but with the wider, more and more sophisticated electrical and electronic equipment used, the more complicated the system required. The Franklin type lightning protection system is capable of bringing lightning currents to earth without causing any harm to the protected building. This system is used in buildings that have a pointed roof. Therefore, high-rise buildings choose to use Electrostatic Field (E.F) lightning rods with the Franklin system.

Keywords: *Lightning rods, electronic devices, high-rise buildings, Lightning, Grounding.*

PENDAHULUAN

Penangkal petir adalah rangkaian jalur yang difungsikan sebagai jalan bagi petir menuju ke permukaan bumi, tanpa merusak benda-benda yang dilewatinya.

Ada beberapa hal yang mendasari dibuatnya atau dipasangnya Sistem Proteksi Penangkal Petir antara lain, Bangunan dengan banyak orang yg bekerja di dalamnya, Konstruksi gedung beton bertulang, Bahan dinding samping terdiri dari tembok, dilengkapi dengan Alumunium Composite Panel dan Kaca, Memiliki Tinggi gedung sampai dengan atas atap yang tinggi (lebih tinggi dari sekitarnya) termasuk pada umumnya di rooftop terdapat beberapa perangkat telekomunikasi (antena).

TEORI PENDUKUNG

2.1 Teori tentang petir^[1]

Petir merupakan kejadian alam yang selalu melepaskan muatan listriknya ke bumi tanpa dapat dikendalikan dan

menyebabkan kerugian harta benda dan manusia. Tak ada yang dapat mengubah situasi ini. Petir terjadi karena adanya benturan antara awan yang bermuatan listrik positif di udara. Kilatan cahaya petir yang mengandung arus listrik sangat kuat tersebut dapat merusak bangunan ataupun peralatan elektronik. Meskipun kilatan petir jatuh didaerah yang agak jauh misalnya 1 km dari gedung, dampak imbas arus listriknya tetap mengalir pada berbagai kabel tembaga seperti kawat penghantar listrik PT. PLN dan kabel telepon milik PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. Arus imbas ini meskipun lebih kecil akan tetapi tetap memiliki kemampuan merusak peralatan elektronik anda seperti telepon faximile ataupun komputer dan peralatan jaringan komputer.

Petir adalah salah satu fenomena alam yang paling kuat dan menghancurkan. kekuatan petir yang pernah tercatat adalah mulai dari ribuan amper sampai 200.000 amper atau sama dengan kekuatan yang dibutuhkan untuk

menyalakan 500 ribu lampu bohlam 100 watt. Meskipun arus petir hanya sesaat kira-kira selama 200 micro-detik tapi hasil kerusakan yang ditimbulkan sangat luar biasa. Efek dari serangan langsung sangat jelas terlihat, mulai dari kerusakan bangunan, kebakaran sampai bahaya kematian bagi manusia.

Selain itu pada saat petir menyambar akan ada loncatan muatan listrik ke benda yang bersifat konduktor disekitar pusat hantaman. loncatan ini bahkan bisa mengalir kemanamana hingga puluhan kilometer.

2.2 Pembentukan awan

Terbentuknya awan dengan adanya proses menguapnya air dan terbawa oleh udara ke atas atmosfer. Pada daerah di dataran yang lebih tinggi, tekanan atmosfer akan lebih rendah sehingga udara yang mengandung uap air akan mengembang sehingga membentuk suhu udara di sekitar dataran tinggi tersebut terasa lebih sejuk, dingin dan bersih. Proses terjadinya awan bermuatan ini akan semakin sering jika semakin dekat ke khatulistiwa yang berudara lembab. Semakin banyak terbentuknya awan bermuatan akan semakin tinggi jumlah sambaran petir yang terjadi. Jumlah sambaran ini sering disebut juga sebagai jumlah hari guruh per tahun *thunder storm days*.

Pembentukan awan terdiri dari :

2.2.1 Pembentukan Awan Guntur

2.2.2 Pembentukan sambaran petir

2.3 Mekanisme terbentuknya Petir ^[1]

Petir atau halilintar merupakan gejala alam yang biasanya muncul pada musim hujan di mana di langit muncul kilatan cahaya sesaat yang menyilaukan yang beberapa saat kemudian disusul dengan suara menggelegar. Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya. Petir adalah gejala alam yang bisa kita analogikan dengan sebuah kapasitor raksasa, di mana lempeng

pertama adalah awan bisa lempeng negatif atau lempeng positif dan lempeng kedua adalah bumi dianggap netral.

Seperti yang sudah diketahui kapasitor adalah sebuah komponen pasif pada rangkaian listrik yang bisa menyimpan energi sesaat *energy storage*. Petir terjadi karena ada perbedaan potensial antara awan dan bumi. Proses terjadinya muatan pada awan karena dia bergerak terus menerus secara teratur, dan selama pergerakannya dia akan berinteraksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi atas atau bawah, sedangkan muatan positif berkumpul pada sisi sebaliknya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan muatan negatif elektron dari awan ke bumi atau sebaliknya untuk mencapai kesetimbangan. Pada proses pembuangan muatan ini, media yang dilalui elektron adalah udara.

Karena ada awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif, maka petir juga bisa terjadi antar awan yang berbeda muatan. Petir merupakan hasil pemisahan muatan listrik secara alami di dalam awan-awan badai. Di dalam awan terjadi pemisahan muatan dimana beberapa teori menyatakan bahwasanya didalam awan, kristal es bermuatan positif, sedangkan titik-titik air bermuatan negatif.

Mekanisme selanjutnya adalah peluahan petir yang diawali dengan pengembangan sambaran pelopor *stepped downward leader*. Gerakan kebawah ini bertahap sampai dekat ke tanah, sehingga muatan negatif yang dibawa oleh *stepped leader* tersebut memperbesar induksi muatan positif di permukaan tanah, akibatnya gradien tegangan antara dasarawan dengan tanah semakin besar. Apabila kedua akumulasi muatan ini saling tarik, maka muatan positif dalam jumlah yang besar akan bergerak ke atas menyambut gerakan *stepped leader* yang

bergerak kebawah, akhirnya terjadi kontak pertemuan antara keduanya.

Gerakan ke atas muatan positif tersebut membentuk suatu streamer yang bergerak ke atas *upward moving streamer*, atau yang lebih dikenal dengan sambaran balik *return stroke* yang menyamakan perbedaan potensial.

2.4 Pembentukan Awan Guntur ^[1]

Pusat terbentuknya petir terjadi di dalam awan guntur atau di sebut juga awan *cummulonimbus*. *Cummulonimbus* adalah awan yang membentuk gumpalan, yang berukuran vertikal lebih besar dari pada ukuran horizontalnya dan bagian atasnya tajam dan dasar dari awan tersebut rata. Yang memiliki ukuran tinggi dapat mencapai ± 14 Km dan memiliki ukuran lebar dapat mencapai $\pm 1,5 - 7,5$ Km, awan ini terbentuk didalam atmosfir dengan kondisi tidak setabil.

Di dalam awan guntur ini terdapat arus vertikal keatas yang kuat dan mengakibatkan terjadinya pemisahan muatan setelah melewati pembentukan kristal es. Dimana muatan listrik positif terdapat dibagian atas dan muatan listrik negatif terdapat dibagian bawahnya. Disamping itu terdapat juga muatan listrik positif yang lebih kecil didekat awan *cummulonimbus* yang berhubungan dengan terbentuknya hujan deras.

2.5 Pembentukan sambaran petir

Petir merupakan kejadian alam di mana terjadi loncatan muatan listrik antara awan dengan bumi. Loncatan muatan listrik tersebut diawali dengan mengumpulnya uap air di dalam awan. Ketinggian antara permukaan atas dan permukaan bawah pada awan dapat mencapai jarak sekitar 8 km dengan temperatur bagian bawah sekitar 0° F dan temperatur bagian atas sekitar $- 60^{\circ}$ F. Akibatnya, di dalam awan tersebut akan terjadi kristal-kristal es. Karena di dalam awan terdapat angin ke segala arah, maka kristal-kristal es tersebut akan saling

bertumbukan dan bergesekan sehingga terpisahkan antara muatan positif dan muatan negatif. Pemisahan muatan inilah yang menjadi sebab utama terjadinya sambaran petir. Pelepasan muatan listrik dapat terjadi di dalam awan, antara awan dengan awan, dan antara awan dengan bumi tergantung dari kemampuan udara dalam menahan beda potensial yang terjadi. Petir yang kita kenal sekarang ini terjadi akibat awan dengan muatan tertentu menginduksi muatan yang ada di bumi. Bila muatan di dalam awan bertambah besar, maka muatan induksi pun makin besar pula sehingga beda potensial antara awan dengan bumi juga makin besar. Kejadian ini diikuti pelopor menurun dari awan dan diikuti pula dengan adanya pelopor menaik dari bumi yang mendekati pelopor menurun. Pada saat itulah terjadi apa yang dinamakan petir. Panjang kanal petir bisa mencapai beberapa kilometer, dengan rata-rata 5 km. Kecepatan pelopor menurun dari awan bisa mencapai 3 % dari kecepatan cahaya sedangkan kecepatan pelepasan muatan balik mencapai 10 % dari kecepatan cahaya. Sambaran pelopor ini menuju ke tanah di bumi dengan kecepatan rata-rata 10 Cm/Detik melalui lintasan zig-zag bercabang mengarah ke bawah. Sambaran petir ini juga membawa muatan listrik negatif sepanjang lintasannya ini menciptakan medan listrik dalam ruang antar ujung sambaran pelopor menuju ke tanah.

2.6 Pembentukan Sambaran Balik Petir

Bila sambaran pelopor telah mencapai ketinggian dimana tegangan tembus listrik setampat antara pelopor dengan suatu obyek di tanah yang dilewati, maka dimulailah sambaran positif ke atas melalui lintasan untuk ujung sambaran pelopor. Pertemuan ini menghasilkan arus muatan dalam saluran pelopor ke tanah yang dimulai dari ujung pelopor. Sambaran balik ini terlihat seperti

menyambar menjalar ke atas seperti sambaran muatan positif.

Di karenakan kemilau cahaya yang timbul karena perubahan kecepatan gerak dari muatan. Sebenarnya yang menyebabkan efek ini adalah muatan negatif yang bergerak. Kemilau cahaya dari sambaran balik ini jauh lebih besar dari pada sambaran pelopor. Menjalar lebih cepat melalui saluran pelopor yang telah terionisasi dan berlangsung hanya dalam 100 mikro detik. Arus dari sambaran balik inilah yang merupakan arus utama dari suatu luah. Besarnya arus ini berkisar antara 5.000 sampai 200.000 Ampere. Saluran sambaran balik ini diameternya hanya beberapa cm tapi sebagian terbesar dari arus mengalir dalam saluran inti yang berdiameter beberapa mm.

2.7 Pembentukan Guntur

Guntur adalah suatu bunyi menggemuruh yang biasanya terdengar pada saat hujan, bunyi terjadi karena adanya gerakan listrik di dalam awan yang menyebabkan terjadinya petir. Gerakan itu menekan dan menabrak udara disekitarnya sehingga menimbulkan bunyi. Udara yang terkena gerakan listrik lalu menabrak udara didekatnya, dan begitu selanjutnya. Inilah yang menimbulkan bunyi menggemuruh. Jika petir sangat dekat, bunyi guntur akan terdengar hampir bersamaan petirnya. Tetapi jika petirnya jauh, bunyi guntur akan terdengar beberapa saat kemudian. Sebabnya ialah karena cahaya jauh lebih cepat rambat gelombangnya di dalam udara daripada bunyi. Dalam waktu satu detik, cahaya dapat mengelilingi bumi sebanyak 7,5 kali, tetapi bunyi hanya menempuh jarak 330 meter. Itulah sebabnya mengapa kilatan petir terlihat sebelum bunyinya terdengar.

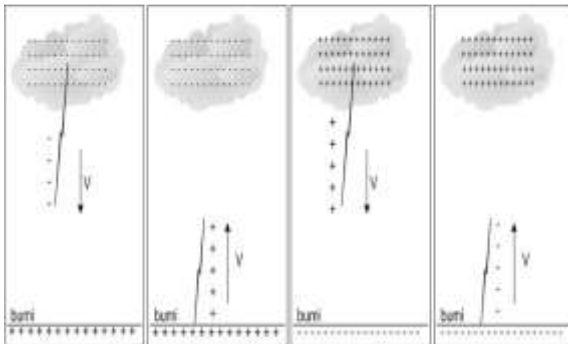
2.6 Mekanisme Terbentuknya Petir^[2]

Petir atau halilintar merupakan gejala alam yang biasanya muncul pada musim

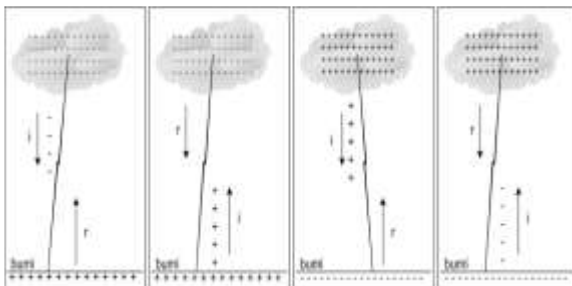
hujan di mana di langit muncul kilatan cahaya sesaat yang menyilaukan yang beberapa saat kemudian disusul dengan suara menggelegar. Perbedaan waktu kemunculan ini disebabkan adanya perbedaan antara kecepatan suara dan kecepatan cahaya. Petir adalah gejala alam yang bisa kita analogikan dengan sebuah kapasitor raksasa, di mana lempeng pertama adalah awan bisa lempeng negatif atau lempeng positif dan lempeng kedua adalah bumi dianggap netral.

Seperti yang sudah diketahui kapasitor adalah sebuah komponen pasif pada rangkaian listrik yang bisa menyimpan energi sesaat *energy storage*. Petir terjadi karena ada perbedaan potensial antara awan dan bumi. Proses terjadinya muatan pada awan karena dia bergerak terus menerus secara teratur, dan selama pergerakannya dia akan berinteraksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi atas atau bawah, sedangkan muatan positif berkumpul pada sisi sebaliknya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan muatan negatif elektron dari awan ke bumi atau sebaliknya untuk mencapai kesetimbangan. Pada proses pembuangan muatan ini, media yang dilalui elektron adalah udara. Pada saat elektron mampu menembus ambang batas isolasi udara inilah terjadi ledakan suara. Petir lebih sering terjadi pada musim hujan, karena ada keadaan tersebut udara mengandung kadar air yang lebih tinggi sehingga daya isolasinya turun dan arus lebih mudah mengalir. Karena ada awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif, maka petir juga bisa terjadi antar awan yang berbeda muatan. Petir merupakan hasil pemisahan muatan listrik secara alami di dalam awan-awan badai. Di dalam awan terjadi pemisahan muatan dimana beberapa teori menyatakan bahwasanya didalam awan, kristal es

bermuatan positif, sedangkan titik-titik air bermuatan negatif.



Gambar 2.1. Lidah petir pelopor tanpa pukulan balik



Gambar 2.2 Lidah petir pelopor dengan pukulan balik

2.8 Jenis-jenis petir yang terjadi di Bumi

1. *Petir St. Elmo's Fire*
2. *Petir Boom*
3. *Petir Deadly*
4. *Petir Cloud Flashes*
5. *Petir Cloud-To-Sea Lightning*
6. *Petir Re-strike*
7. *Petir Mind-Blowing Beauty*
8. *Petir Upper Atmospheric Lightning*
9. *Petir Scary Powerfull Strike To Tower, Buildings*
10. *Petir Double Lightning*
11. *Petir Multiple Strike & Long Exposure Photos*
12. *Petir Rocket Lightning*
13. *Petir Volcanic Triggered Lightning*
14. *Petir Sensational Volcanic-Lightning*

2.7 Kerusakan akibat sambaran petir [3]

Keadaan alam iklim tropis Indonesia pada umumnya termasuk daerah dengan hari petir yang tinggi setiap tahun. Karena keterbatasan data besarnya hari petir untuk setiap lokasi di Indonesia, pada saat ini diasumsikan bahwa lokasi-lokasi yang tinggi di atas gunung atau menara yang menonjol ditengah-tengah area yang bebas seperti sawah ladang mempunyai kemungkinan sambaran lebih tinggi dari pada tempat-tempat di tengah-tengah kota yang dikelilingi bangunan-bangunan tinggi lainnya. Sambaran petir memiliki kemampuan merusak yang sangat hebat dan merugikan bagi obyek-obyek di bumi antara lain :

1. Beban termal (terjadi panas pada bagian-bagian yang dialiri oleh arus petir).
2. Beban mekanis karena timbulnya gaya elektodinamis sebagai akibat tingginya puncak arus.
3. Beban gerak mekanis karena guntur.
4. Beban tegangan lebih karena adanya induksi dan pergeseran-pergeseran potensial di dalam bangunan.

2.9 Kerusakan Akibat Sambaran Langsung

Terdiri dari :

2.8 Kerusakan Akibat Sambaran Tidak Langsung [4]

Bahaya Loncatan Bunga Api dari Konduktor Pentanahan Menurut R.H.Golde perkiraan jarak D (cm) minimal yang diperlukan untuk mengisolasi bagian-bagian metal tersebut terhadap konduktor pentanahan supaya tidak terjadi loncatan bunga api, adalah :

$$D = 0.3 \cdot R + \frac{h}{15 \cdot n} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$d = 2 \times h \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

D= Jarak Aman Minimum

R= Tahanan dari Seluruh Sistem pentanahan

h= Tinggi Bangunan

n= Jumlah Konduktor Tanah

d= Perkiraan jarak sambaran petir

Rumus ini digunakan untuk menghitung benda-benda yang berada di sekitar konduktor pentanahan dari sistem pengamanan petir di Gedung.

2.9 Penggunaan dan perhitungan rumus^[4]

Suatu gedung :

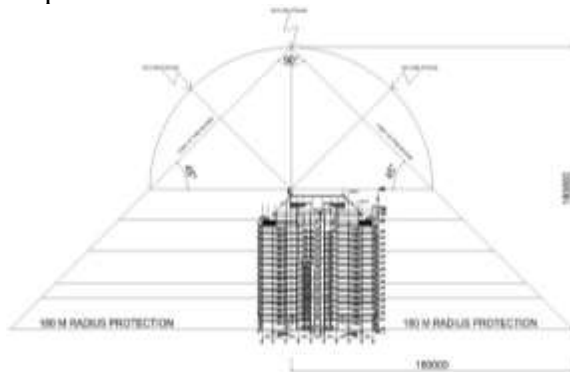
- Tinggi bangunan (sampai dengan terpasangnya penangkal petir) adalah 89,476 m (h).
- $d = 2 \times h = 2 \times 89,476 = 178,952$ meter (d adalah perkiraan jarak sambaran petir atau dibulatkan 180 meter)

Dengan demikian maka akan diketahui R (dengan melakukan pengukuran) dan jumlah konduktor tanah yang terpasang. Seperti terlihat pada contoh gambar 2.3

2.10 Gradien Tegangan di Dalam Tanah

2.10 Pencegahan kerusakan akibat timbulnya tegangan tanah ini dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain.^[5]

- Menanam elektroda pentanahan secara merata di sekeliling bangunan.
- Memperdalam pentanahan elektroda pentanahan.



Gambar 2.3 Radius perkiraan jarak sambaran petir

- Menghubungkan sistem perpipaan tersebut dengan elektroda pentanahan yang terdekat atau dengan menggunakan sistem pentanahan yang berbentuk grid

2.11 Sistem Proteksi Petir^[5]

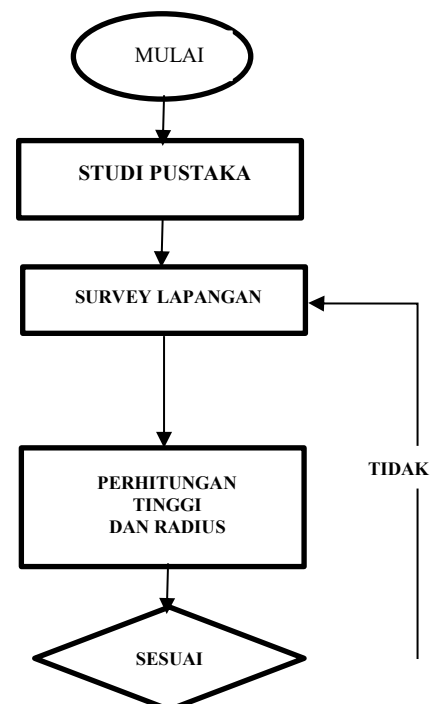
Pengadaan instalasi proteksi sambaran petir meliputi penangkal petir eksternal dan penangkal petir internal.

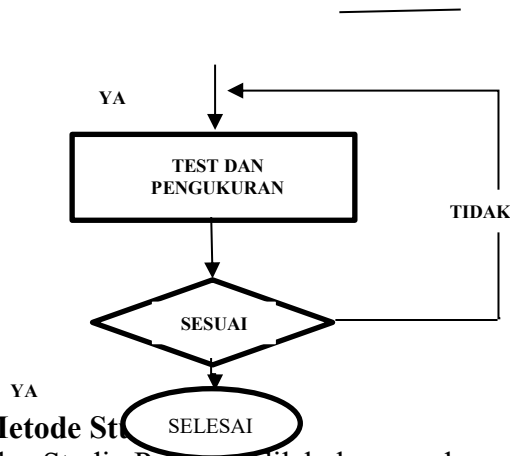
Penyaluran arus petir yang sangat cepat atau tertutup terhadap obyek sekitar dengan menggunakan terminal penerima dan kabel penghantar khusus yang memiliki sifat isolasi tegangan tinggi.

- Menciptakan elektron bebas awal yang besar sebagai *streamer emission* pada bagian puncak dari sistem penangkal petir terminal dan juga bebas radioaktif.
- Memberikan jaminan keamanan terhadap obyek yang dilindungi radius proteksi yang luas dari intensitas sambaran dari petir.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini dapat digambarkan seperti pada *flow chart* sbb :





3.1 Metode Studi Pustaka

Metode Studi Pustaka dilakukan pada Perpustakaan, browsing di web dan wawancara dengan para pakar sistem proteksi petir

3.2 Metode Survey lapangan

Untuk mengetahui kebutuhan penangkal petir, maka dilakukan survey lapangan agar dapat diketahui seberapa besar baik dimensi dan tinggi serta radiusnya untuk didapatkan data tersebut.

3.3 Metode pengukuran uji lapangan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis maka perlu dilakukan pengukuran terhadap konsep tersebut sehingga diketahui apakah dengan konsep tersebut sudah memadai untuk penangkal petir pada Gedung bertingkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari uraian ulasan penelitian tersebut diatas, ternyata sambaran petir tersebut sangat berbahaya baik bagi manusia ataupun peralatan, baik sambaran langsung ataupun tidak langsung. Untuk mengatasi hal tersebut dan memperkecil resiko sambaran petir, maka dapat dibuatkan beberapa solusi.

4.1 Penangkal Petir Eksternal

Proteksi External yang baik terdiri atas:

1. *Air Terminal* atau *Interseptor*
2. *Down Conductor*
3. *Equipotensialisasi*.

4.2 Penangkal Petir Internal

Penangkal Petir Internal berarti proteksi peralatan elektronik terhadap efek dari

arus petir. Terutama efek medan magnet dan medan listrik pada instalasi metal atau sistem listrik. Proteksi Internal terdiri atas

1. Pencegahan sambaran langsung
2. Pencegahan sambaran tidak langsung
3. Equipotesialisasi

4.3 Peralatan Proteksi Petir

Implementasi konsepsi penangkal petir internal pada dasarnya adalah upaya menghindari terjadinya beda potensial pada semua titik di instalasi atau peralatan yang diproteksi di dalam bangunan.

4.4 Pembuatan Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan berfungsi sebagai sarana mengalirkan arus petir yang menyebar ke segala arah ke dalam tanah. ^[6]

1. Sistem Penyaluran Arus Petir

Arus sambaran petir yang mengenai finial/ *Electrostatic Field* (E.F) harus secara cepat dialirkan ke tanah dengan pengadaan sistem penyaluran arus petir melalui jalan terpendek.

2. Proteksi Pembumihan

Bagian terpenting dalam instalasi sistem penangkal petir adalah sistem pembumiannya. Dimana semakin besar nilai R maka semakin besar pula bahaya serta kerusakan yang di timbulkan dari sambaran petir itu, maka kita perlu beberapa perhitungan :

3. Data dan Perhitungan

- a. Tahanan pentanahan dari seluruh system yang telah dibuat adalah sebesar = 2,22 Ohm berdasarkan rata-rata hasil pengukuran

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran *Grounding*

NO	URAIAN	PENGUKURAN (Ohm)			
		1	2	3	Rerata
1	Sumur 1	2,34	2,33	2,14	2,27
2	Sumur 2	2,56	2,51	2,26	2,44

3	Sumur 3	2,01	2,05	2,11	2,06
4	Sumur 4	2,05	2,06	2,35	2,15
5	Sumur 5	2,21	2,25	2,11	2,19
Jumlah (Σ)					11,1 1
Rerata (Σ) <i>Mutual Grounding (R)</i>					2,22

- b. Jumlah konduktor tanah (n) adalah 5
c. Tinggi Bangunan Gedung (h) 90 m
Dengan menggunakan rumus (2.1) dan (2.2) maka dapat dihitung sebagai berikut :
1) Perkiraan sambaran petir :

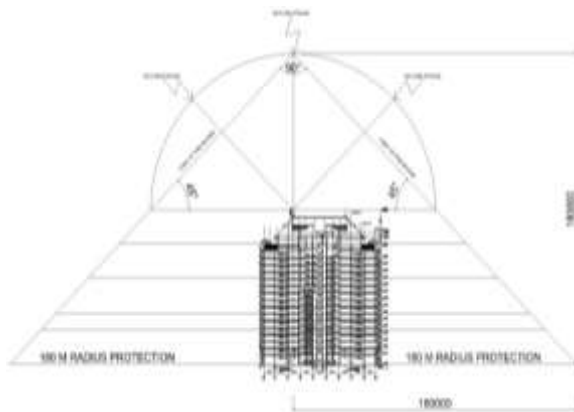
$$d = 2 \times h = 2 \times 90 \text{ m} = 180 \text{ m} = 18.000 \text{ cm}$$

Perkiraan Radius yang terlindungi dengan sangkar faraday adalah : 18.000 cm = 180 meter

- 2) Perkiraan jarak D (cm) minimal yang diperlukan untuk mengisolasi bagian-bagian metal tersebut terhadap konduktor pentanahan supaya tidak terjadi loncatan bunga api, adalah :

$$D = 0.3 \cdot R + \frac{h}{15 \cdot n} = 0.3 \cdot 2,22 + \frac{90.000}{15 \cdot 5}$$

$$D = 0,666 + 1.200 \text{ cm} = 1.200,666 = 12 \text{ meter}$$

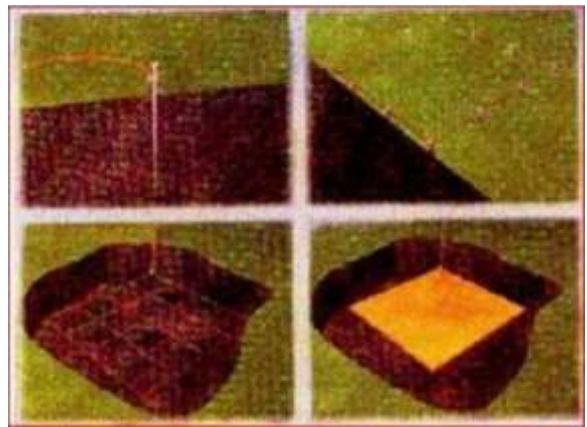


Gambar 4.1 *Radius Protection Sangkar Faraday*

4.5 Pemilihan bahan (material)

2.12 Plat sumuran [7]

Agar system pentanahan pada setiap sumuran mendapatkan nilai yang rendah sehingga akan mendapatkan tahanan tanah yang lebih baik maka dipilih bahan dengan hambatan jenis yang sangat rendah untuk penghantar kabelnya dan plat pada sumuran. Tembaga adalah bahan yang baik yaitu **Tembaga** memiliki nilai hambatan jenis (ρ) sebesar : 0,0000000172 Ohm / meter. Sehingga pemilihan bahan menggunakan tembaga sebagai Plat Sumuran dan kawat penghantarnya.



2.13 Gambar 4.2 Tembaga sebagai plat sumuran [8]

a. Splitzer (Air Terminal)

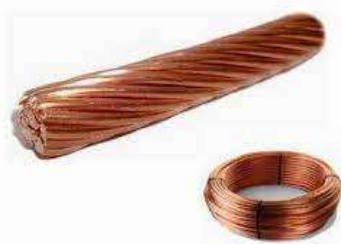
Penggunaan *Splitzer (Air Terminal)* untuk penangkal petir konvensional harus diperhitungkan serta dipertimbangkan baik menggunakan bahan yang terbaik serta untuk penangkapan dan meyalurkannya ke kabel penghantar.



Gambar 4.3 Tembaga sebagai *Splitzer* (*Air Terminal*)

2.14 Kabel penghantar ^[8]

Demikian juga pemilihan kabel penghantar agar dapat secepat mungkin mengalirkan sambaran petir tersebut kedalam tanah melalui terminal dan atau langsung melalui sumuran yang sudah diperhitungkan tersebut, dengan jarak antar sumuran yang sudah dihitung berdasarkan jarak D (cm) minimal yang diperlukan untuk mengisolasi bagian-bagian metal tersebut. Penggunaan Tembaga dengan kawat BC (tergantung diameter yang akan digunakan) akan sangat membantu dalam hal penyalurannya.



Gambar 4.4 Pemilihan kawat tembaga (BC) sebagai *kabel penghantar*

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis dan berdasarkan dari data-data yang ada, maka dapat disimpulkan :

1. Dengan menggunakan metode perhitungan praktis, maka dapat dihitung dan direncanakan suatu sistem penangkal petir pada bangunan yang mempunyai ketinggian rawan terhadap sambaran petir.
2. Menurut perhitungan dari *Golde R.H* dan standarisasi *EF (Elektrostatic Field)* jarak aman luas daerah yang menarik sambaran petir adalah harus berdiameter yang terlindungi, sehingga dengan demikian maka masih dibawah standar yang ditentukan, jika ketinggian bangunan gedung 90 meter, maka

Radius keamanan sesuai sangkar faraday dapat terlindungi dengan radius ± 180 meter

3. Hasil pengukuran tahanan tanah yang rendah (*Mutual Grounding System*) akan sangat berpengaruh terhadap pengisolasian bagaian-bagian metal agar tidak terjadi loncatan bunga api yang sangat membahayakan.
4. Penggunaan bahan (material) sangat dipertimbangkan untuk menggunakan tembaga dengan kualitas yang baik sehingga dapat menyalurkan sambaran petir secepat mungkin ke sumuran (tanah)

5.2 Saran

Untuk itu dalam penelitian dan tulisan ini penulis masih terdapat banyak kekurangan sehingga kedepan disarankan penelitian lanjutan dalam berbagai pengembangannya antara lain:

1. Menggunakan perhitungan yang lebih detail sehingga tingkat presisinya akan lebih baik.
2. Pengawasan Penggunaan material agar lebih diperketat dalam pelaksanaan dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Syamsir Abduh – Fenomena Petir, penerbit Universitas Trisakti 2004
2. T.S. Hutaaruk.Ir – Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Paralel, Erlangga, 1991
3. Aan Tabrani, Sistem Proteksi Penangkal Petir Di Gedung PT. Bhakti Wasantara NET Jakarta, Tahun 2009
4. *R.H Golde, Ph.D – Protection of Structures Against Lightning – Proc IEEE Vol.115, No.5 Oct 1968*
5. Eduardy Sadeli, Tugas Akhir Teknik Elektro, ITBU 2013-2014
6. Djoko Pitoyo, Tugas Akhir Sistem pembumian pada pemancar TV MNCTV beserta peralatan studio, Tugas akhir, Jakarta 2013-2014
7. Wikipedia

8. Brosur Penangkal Petir *Modern Electrostatic Field (E.F)* “Penangkal Petir Modern”

EVALUASI SISTEM DRAINASE DALAM UPAYA PENANGULANGAN BANJIR DI PERUMAHAN THE PALM RESIDENCE KECAMATAN TAMBUN UTARA KABUPATEN BEKASI

Yudi Setiawan

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo
yudis3499@yahoo.com*

Abstract

This study aims to determine the average rainfall, rainfall intensity, determine the design flood discharge and determine the required dimensions. The benefit of this research is that this planning is expected to be able to become one of the inputs in improving drainage at the study location, for local residents, especially those who live in housing, the results of this planning can cope with floods and inundation that often occur and prevent losses. The method used is descriptive-deductive/inductive method with primary and secondary data collection.

The research location is in The Palm Residence Housing, Bekasi Regency, Tambun Utara District. The results of this drainage system research with a 25-year design flood discharge (Q_t) tertiary channel 3.29 m³/sec. secondary channel 6.57 m³/s. The primary channel is 26.28 m³/sec, indicating that the existing drainage must be deepened and widened to prevent or cope with flooding with tertiary drainage (b) of 0.6 m, (bw) 0.6 and depth (h) of 0.9 m. secondary drainage (b) is 0.9 m, (bw) 0.9 and depth (h) is 1.1 m. Primary drainage (b) is 0.6 m, width (bw) 0.6 and depth (h) 1.4 m so that from this evaluation it is expected to be able to overcome flooding and inundation.

Keywords: *System, Drainage, Discharge, Flood, Primary*

1. Pendahuluan

Mengingat semakin maraknya pemanfaatan ruang dipertanian yang sangat padat dan sarat akan konflik dan kepentingan. Pembangunan perumahan dan permukiman selalu menghadapi permasalahan alokasi tanah dan ruang yang kurang tepat akibat pasar tanah dan keuntungan semata yang cenderung mempengaruhi tata ruang sehingga berimplikasi pada alokasi tanah dan ruang yang tidak sesuai dengan tujuan-tujuan pembangunan dan kondisi ekologis daerah yang bersangkutan, terlebih di daerah perkotaan terkait ketersediaan lahan yang terbatas. Daya dukung lingkungan seluruh wilayah pun telah terancam, dimana saat ini sebagian besar wilayah perkotaan di Indonesia diidentifikasi sebagai daerah rawan banjir.

Banjir disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alamiah dan faktor yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Faktor alamiah pada umumnya meliputi topografi, jenis tanah, penggunaan lahan dan curah hujan Sedangkan faktor aktivitas manusia terkait dengan perilaku dalam mengeksploitasi alam untuk kesejahteraan

manusia, sehingga akan cenderung merusak lingkungan.

Sistem Drainase yang baik dapat mengurangi banjir sejauh penataan tersebut memberi ruang untuk sistem menyerap dan mengalirkan air sedemikian rupa sehingga tidak terjadi aliran permukaan yang liar yang menyebabkan banjir. Hal yang perlu diperhatikan adalah kondisi daya tampung sistem drainase/saluran air apakah mampu menampung air atau tidak pada debit tertentu di perkotaan. Kejadian banjir tidak dapat dicegah, namun hanya dapat dikendalikan dan dikurangi dampak kerugian yang diakibatkannya. Berhubung datangnya relatif cepat, untuk mengurangi kerugian akibat bencana tersebut perlu dipersiapkan penanganan secara cepat dan tepat.

Masalah ini juga yang sering dialami oleh developer perumahan salah satunya Perumahan The Palm Residence Kecamatan Tambun Utara Kabupaten Bekasi dipertanian tersebut bila musim penghujan sering terjadi genangan dan banjir akibat sistem drainase yang kurang baik.

Sistem drainase perkotaan digunakan untuk melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah atau lewat dibawah permukaan tanah, untuk dibuang ke sungai, danau dan laut. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah domestik rumah tangga maupun air limbah industri. Oleh karena itu agar dapat mencegah terjadinya banjir pada daerah perkotaan atau perumahan, suatu sistem drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan juga keadaan lingkungan daerah sekitar.

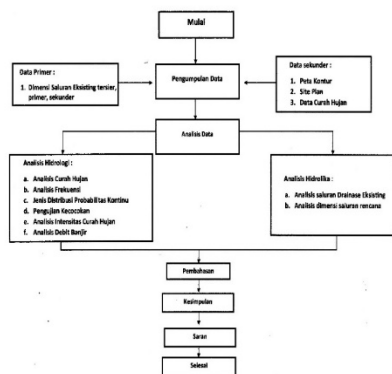
2. Metodologi

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyesuaian masalah pada kondisi telah selesai atau sudah dilaksanakan. Dalam mengevaluasi saluran drainase Perumahan The Palm Residence agar mendapatkan hasil yang maksimal dan optimal, dengan menggunakan metode tersebut diharapkan dapat mempermudah proses perencanaan dari tahap satu ke tahap selanjutnya. Sedangkan metodologinya menggunakan deduktif secara garis besar dinyatakan dalam bentuk kerangka pemikiran.

2.2. Kerangka Pemikiran

Dalam mengevaluasi dimensi saluran yang dapat menampung debit banjir 25 tahunan agar menanggulangi banjir memiliki tahapan sebagai berikut:



Sumber: Hasil Analisis 2021

2.3. Metode Penelitian

2.3.1. Metode Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data-data yang berhubungan dengan Drainase pada kawasan Perumahan The Palm Residence Kecamatan Tambun Utara Kabupaten Bekasi. Data tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Pengumpulan data secara Primer
Metode pengumpulan data secara primer adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data dari sumber yang diteliti. Data tersebut antara lain:
 - a. Dimensi saluran eksisting tersier, primer, sekunder.
2. Pengumpulan data secara Sekunder
 - a. Data hidrologi yang diperlukan yaitu data curah hujan harian maksimum tahunan dari Stasiun Curah Hujan yang berpengaruh dalam kajian daerah ini.
 - b. Peta Kontur diperoleh dari PT.Palm Indah Permai.
 - c. Site Plan Perumahan The Palm Residence diperoleh dari pengawas Lapangan Perumahan The Palm Residence.
 - d. Data jumlah total perumahan untuk mengetahui blok terbesar Untuk mengetahui data saluran eksisting yang meliputi data debit, bentuk penampang saluran pada daerah kajian.

2.3.2. Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini apabila sudah diketahui dimensi saluran drainase perumahan tersebut maka langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan ulang sistem drainase perumahan The Palm Residence agar saluran dapat menerima debit banjir dengan baik.

Dari data yang diperoleh penyusun mengolah, sehingga dapat digunakan untuk merencanakan dimensi saluran drainase sesuai dengan aturan SNI pedoman perencanaan sistem drainase dan sumber buku pendukung lainnya. Adapun

langkah-langkah pengolahan data untuk perencanaan adalah sebagai berikut:

- a) **Analisis Hidrologi**
 1. Analisis curah hujan maksimum tahunan.
 2. Analisis frekuensi
 3. Jenis distribusi probabilitas kontinu
 4. Pengujian kecocokan distribusi
 5. Analisis intensitas curah hujan rancangan
 6. Analisis debit banjir rancangan menggunakan metode rasional
- b) **Analisis Hidraulika**
 1. Analisis saluran eksisting
 2. Analisis dimensi saluran rencana 25 tahun

2.3.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Hasil analisis dilakukan berdasarkan dari data-data yang sudah dikumpulkan, dengan proses perhitungan berdasarkan SNI dan pedoman pendukung lainnya, hasil akhir dari analisis data yaitu besaran debit banjir rancangan (Q_t) yang kemudian digunakan untuk penentuan dimensi saluran drainase. Dalam analisis dimensi drainase dilakukan dengan cara trial atau asumsi yang kemudian di gunakan untuk menentukan dimensi debit saluran rencana (Q_r) yaitu debit rencana harus lebih besar dari debit banjir tahunan ($Q_r > Q_t$), setelah debit rencana sesuai dengan ketentuan tersebut maka dimensi drainase Perumahan tersebut dapat digunakan.

3. Analisis dan Pembahasan

3.1. Data Penelitian

Proses penelitian pada prinsipnya adalah proses pencarian dan pengolahan data. Peran data amat penting bagi penelitian ilmiah. Metode ilmiah dikatakan sistematis apabila perlakuan terhadap data sesuai dengan kaidah ilmiah. Pengumpulan data ini terebut meliputi data saluran di lokasi penelitian data curah hujan, peta kontur, site plan, yang nantinya digunakan untuk mengetahui debit rencana banjir.

Data-data yang digunakan untuk menganalisis penelitian ini ada 2 yaitu:

3.1.1 Dimensi eksisting saluran

Saluran eksisting ialah saluran yang sudah ada di lapangan, di Perumahan The Palm Residence mempunyai 3 kasifikasi saluran drainase yaitu saluran primer, sekunder, dan tersier. Jenis saluran penampang di Perumahan The Palm Residence ini ialah penampang persegi dan jenis kontruksi untuk penampang saluran ini yaitu pasangan batu kali. Dengan dimensi untuk saluran primer, sekunder, tersier bisa dilihat di tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 3.1. Dimensi eksisting saluran

Saluran Bentuk Persegi	Lebar atas(b)	Lebar bawah (bw)	kedalaman (h)
Saluran Primer	2 m	2 m	1 m
Saluran Sekunder	0,6 m	0,6 m	0,6 m
Saluran tersier	0,40 m	0,40 m	0,40 m

Sumber: Survai langsung ke lapangan

3.1.2 Peta kontur

Peta kontur adalah jenis peta khusus yang menggambarkan bentuk tinggi rendahnya permukaan bumi dengan menggunakan garis-garis tinggi di mana setiap garis mewakili angka yang menunjukkan ketinggian suatu tempat dari permukaan laut.

3.1.3 Site Plan

Secara istilah, pengertian site plan adalah konsep gambaran/ peta rencana pembagian bangunan/ kavling dengan segala fasilitas penunjangnya termasuk tata guna lahan dan perencanaan jalan dalam skala batas-batas luas lahan tertentu. Perumahan The Palm Residence adalah Perumahan dengan Luas Total 22,7187 m² dibuka pada tahun 2012 dengan blok A 23 unit, blok B 432 unit, blok C 875 unit, blok D 431 unit dan ruko 53 unit dengan total keseluruhan 1.852 rumah. Untuk luasan blok C sendiri yaitu 10,61 Ha(0,1061 km²).

3.1.4 Data Curah Hujan

Curah hujan atau yang sering disebut presipitasi dapat diartikan jumlah air hujan yang turun di daerah tertentu dalam satuan waktu tertentu. Jumlah curah hujan merupakan volume air yang terkumpul di permukaan bidang datar dalam suatu periode tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau tahunan).

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 15 tahun, yaitu dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2020, yang didapat dari Stasiun hujan Tambun dengan data pembandingan Stasiun hujan Perum Tirta II Bekasi. (Tabel 3.2 dan Tabel 3.3).

Tabel 3.2 Data curah hujan stasiun hujan Tambun

THN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	218	45	105	45	29	12	13	0	0	8	4	59
2007	87	330	24	60	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	47	0	45	135	9	26	17	39	4	0	0	0
2009	33	190	32	21	38	21	30	7	25	39	32	38
2010	79	28	74	67	10	219	45	37	30	67	31	17
2011	128	0	22	23	9	31	37	0	9	20	17	30
2012	26	16	39	214	31	22	1	0	4	30	37	29
2013	135	74	61	56	71	0	0	29	24	7	45	144
2014	140	97	96	82	13	23	37	35	23	11	26	72
2015	79	298	27	21	20	88	0	6	0	9	20	48
2016	78	227	54	16	49	113	45	28	21	54	15	31
2017	52	250	29	47	37	198	31	9	86	31	25	54
2018	58	84	21	189	30	7	0	7	8	20	77	51
2019	199	210	232	195	48	23	0	0	0	0	50	204
2020	366	595	221	183	50	21	12	0	4	208	87	135

Sumber: <http://dataonline.bmkg.go.id/>

Tabel 3.3 Data curah hujan stasiun hujan Perum Tirta II Bekasi.

THN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	61	200	46	91	76	52	72	53	54	72	79	75
2007	62	320	70	40	90	73	87	77	90	67	60	60
2008	43	61	75	130	40	88	63	90	73	59	40	39
2009	36	85	73	199	42	69	69	59	59	67	54	82
2010	71	58	238	96	73	69	66	52	76	36	31	83
2011	37	18	24	138	53	46	13	30	35	29	18	40
2012	42	48	57	210	60	89	64	72	63	46	61	96
2013	14	11	9	23	10	8	8	5	6	7	9	140
2014	125	13	10	10	9	11	7	1	3	1	9	10
2015	17	277	12	10	4	1	1	2	2	1	4	5
2016	13	249	12	10	7	3	6	8	7	14	12	9
2017	12	250	13	10	6	230	4	2	5	8	13	9
2018	102	54	77	189	83	96	43	57	53	36	80	198
2019	253	285	232	180	30	32	0	0	0	4	60	224
2020	350	286	230	187	54	18	0	0	7	185	93	140

Sumber: <http://dataonline.bmkg.go.id/>

3.2. Analisis Data

3.2.1 Analisis Hidrologi

Dalam melakukan perhitungan untuk menentukan besarnya intensitas hujan untuk berbagi periode ulang, terlebih dahulu harus dilakukan analisis terhadap data curah hujan maksimum yang diperoleh dari stasiun curah hujan di sekitar lokasi kajian.

a. Analisis Curah Hujan Rancangan

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan selama 15 tahun, yaitu dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2020, yang diperoleh dari stasiun Hujan Tambun

Tabel 3.4 Data curah hujan stasiun hujan tambun

No.	Tahun	Stasiun hujan	Keterangan
		Tambun	
1	2006	218	Januari
2	2007	330	Februari
3	2008	135	April
4	2009	190	Februari
5	2010	219	Juni
6	2011	128	Januari
7	2012	214	April
8	2013	144	Desember
9	2014	140	Januari
10	2015	298	Februari
11	2016	227	Februari
12	2017	230	Juni
13	2018	189	April
14	2019	232	Maret
15	2020	366	Januari

Sumber: Hasil analisis, 2021

Tabel 3.5 Data curah hujan stasiun hujan Tirta II Bekasi.

No.	Tahun	Stasiun	Keterangan
		Tirta II Bekasi	
1	2006	200	Februari
2	2007	320	Februari
3	2008	130	April
4	2009	199	April
5	2010	238	Maret
6	2011	138	April
7	2012	210	April
8	2013	140	Desember
9	2014	125	Januari
10	2015	277	Februari
11	2016	249	Februari
12	2017	250	Februari
13	2018	198	Desember
14	2019	285	Maret
15	2020	350	Januari

Sumber: Hasil analisis, 2021

3.3. Pembahasan Hasil Analisis

a. Data Curah Hujan

Berdasarkan data curah hujan rata-rata dari stasiun hujan Tambun dan stasiun Perum Tirta II dengan nilai rata-rata minimum (\bar{R} min) 358,0 mm dan nilai rata-rata maksimum (\bar{R} max) 218,97 mm

b. Analisis Curah Hujan

Hasil curah hujan rancangan (Rth) dengan kala ulang 25 tahunan menggunakan metode gumbel didapat sebesar 401,59 mm, sedangkan hasil intensitas curah hujan rancangan (Ith) dengan kala ulang 25 tahunan menggunakan metode gumbel sebesar 139,23mm/jam.

c. Analisis Banjir Rancangan (Qth)

Untuk hasil analisis banjir rancangan dengan (Qth) dengan kala ulang 25 tahunan didapatkan hasil sebesar 3,29 m³/det.

d. Analisis Hidraulika

1. Saluran eksisting Perumahan

Berdasarkan dari hasil analisis saluran eksisting drainase tersier, primer dan sekunder dapat disimpulkan bahwa saluran drainase yang ada saat ini sangat kecil dan tidak mampu menampung debit banjir 2 tahunan dengan debit banjir rancangan 1,71, dapat disimpulkan bahwa saluran drainase tersier Q saluran $1,710 < 0,384 \text{ m}^3/\text{det} \dots$ (Tidak Ok), saluran sekunder Q saluran $1,133 < 3,420 \text{ m}^3/\text{det} \dots$ (Tidak Ok), saluran primer $12,029 < 13,680 \text{ m}^3/\text{det} \dots$ (Tidak Ok)

2. Saluran Drainase rencana

Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan saluran rencana menggunakan Q_{t25} Tahun dapat disimpulkan bahwa saluran drainase tersier (Q_{saluran}) $3,33 \text{ m}^3/\text{det}$ saluran sekunder (Q_{saluran}) $7,71 \text{ m}^3/\text{det}$ dan saluran primer $26,28 \text{ m}^3/\text{det}$.

Maka dari kedua tipe $Q_{\text{saluran}} > Q_{t25}$ tahun dimensi tersebut dapat digunakan, yang ditetera pada tabel berikut:

Tabel. 3.5 Perhitungan Analisis Hidrologi dan Hidraulika

	lebar dasar(b)	Lebar atas (batas)	Tinggi saluran (h)	Qs	Qt	Qt 25
	(m)	(m)	(m)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	Qs > Qt 25
1. Saluran tersier	1	1	1,4	3,33	3,29	Ok
2. Saluran sekunder	1,5	1,5	1,7	7,71	6,57	Ok
3. Saluran primer	2,6	2,6	2,4	26,29	26,28	Ok

Sumber: hasil analisis, 2021

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah hasil analisis pada lokasi kegiatan di Perumahan The Palm Residence dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Evaluasi Debit Rencana dan Debit Eksisting saluran drainase

Hasil evaluasi Debit Rencana dan Debit Eksisting saluran drainase periode ulang 2 tahun di peroleh hasil $Q_S < Q_T$ maka dapat di simpulkan bahwa drainase tersebut tidak layak digunakan, Penyebab meluapnya banjir ini karena beberapa faktor seperti curah hujan yang tinggi,serta terjadi penyempitan penampang di ujung saluran sehingga menyulitkan air untuk mengalir kepembuangan akhir.

2. Perencanaan

- Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa debit banjir Q_{25} saluran tersier sebesar $3,29 \text{ m}^3/\text{det}$
- Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa debit banjir Q_{25} saluran sekunder sebesar $6,57 \text{ m}^3/\text{det}$.
- Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa debit banjir Q_{25} saluran primer sebesar $26,28 \text{ m}^3/\text{det}$.
- Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran tersier (Q_{t25}) 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 1 m, lebar saluran bawah (b_w) sebesar 1 m sedangkan tinggi muka air maksimal

- pada saat debit (Q_t) 25 tahun yaitu 0,6 m dengan debit sebesar $3,28 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (v) sebesar $2,3 \text{ m/det}$, sedangkan tinggi saluran menggunakan 1,4 m dengan tinggi jagaan (free board) sebesar 0,83 m. Dari perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar $3,33 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka disimpulkan $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 25 tahun dimensi tersebut dapat digunakan. Sedangkan dimensi awal saluran tersier diketahui lebar atas saluran (b) sebesar 0,40 m lebar saluran bawah (b_w) 0,40 dan kedalaman saluran (h) 0,5 maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,6 m, lebar bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman (h) sebesar 0,9 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.
- e. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran sekunder Q 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 1,5 m, lebar saluran bawah (b_w) sebesar 1,5 m sedangkan tinggi muka air maksimal (h) pada saat debit (Q_t) 25 tahun yaitu 0,8 m dengan debit sebesar $6,57 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (v) sebesar $3,0 \text{ m/det}$, sedangkan tinggi saluran menggunakan 1,7 m dengan tinggi jagaan (free board) sebesar 0,9 m. Dari perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar $7,71 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka disimpulkan $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 25 tahun dimensi tersebut dapat digunakan. Sedangkan dimensi awal saluran sekunder diketahui lebar atas saluran (b) sebesar 0,6 m lebar saluran bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman saluran 0,6 maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,9 m, lebar bawah (b_w) 0,9 dan kedalaman (h) sebesar 1,1 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.
 - f. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran primer Q 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 2,6 m, lebar saluran bawah (b_w) sebesar 2,6 m sedangkan tinggi muka air maksimal pada saat debit (Q_t) 25 tahun yaitu 1,4 m dengan debit sebesar $26,28 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (v) sebesar $4,2 \text{ m/det}$, sedangkan tinggi saluran menggunakan 2,4 m dengan tinggi jagaan (free board) sebesar 1,0 m. Dari perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar $26,29 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka disimpulkan $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 25 tahun dimensi tersebut dapat digunakan. Sedangkan dimensi awal saluran primer diketahui lebar atas saluran (b) sebesar 2 m lebar saluran bawah (b_w) 2 m dan kedalaman saluran 1 m, maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,6 m, lebar bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman (h) sebesar 1,4 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.
 - g. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran primer Q 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 2 m lebar saluran bawah (b_w) 2 m dan kedalaman saluran 1 m, maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,6 m, lebar bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman (h) sebesar 1,4 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.

4.2. Saran

- a. Perlu adanya operasi pemeliharaan untuk setiap perumahan agar saluran drainase dapat terpelihara dengan baik.
- b. Berhubung dimensi saluran berubah semakin dalam dan lebar disarankan untuk menggunakan saluran tertutup untuk keselamatan anak-anak dan warga setempat.
- c. Perlu adanya sumur resapan di setiap rumah untuk mengurangi turun langsung

nya air hujan ke saluran sehingga debit limpasan yang mengalir ke saluran tidak terlalu besar.

- d. Sistem drainase selain disesuaikan dengan kondisi di lapangan, juga harus diperhatikan pengaturan tata guna lahan agar setiap adanya pembangunan maka pembuatan saluran drainase harus diperhatikan betul-betul desainya. Sehingga dapat mengurangi permasalahan seperti timbulnya genangan saat hujan datang.

5. Daftar Pustaka

1. Kodoatie, Robert J dan sugiyanto. (2002). *Banjir*. Penerbit Santy Y. Utami, Yogyakarta
2. Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. andi Offset Yogyakarta.
3. Haryono, Sukarto. Drainase Perkotaan. *PT. Mediatama Saptakarya. Jakarta*, 1999
4. Mustofa, Muhammad Jazuli; kusumaastuti, Dyah Indriana; romdania, Yuda. Analisis hidrologi dan hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju hilir Kotabumi (menggunakan program HEC-RAS). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 2015, 3.2: 303-312.
5. Ramadani, M. M. N. (2018). Analisa Debit Air Menggunakan Metode Log Person Type Iii Dan Metode Gumbel Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG) Di Sub Das Martapura. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1(2), 165-175. Web Site :[Cara Perhitungan Debit Bajir Gumbel - Google Cendekia](#)
6. uroso, S., Suharyanto, A., Anwar, M. R., Pudyono, P., & Wicaksono, D. H. (2015). Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. *Rekayasa Sipil*, 8(3), 207-213. Web Site : [drainase perumahan - Google Cendekia](#)
7. Wigati, R., Fathonah, W., & Haryono, A. T. (2019). Studi analisis banjir Sungai Cilemer berdasarkan SNI 2415: 2016 tinjauan data curah hujan dengan kala ulang 50 tahun. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 8(2).
8. Nasional, Badan Standardisasi. "Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana SNI 2415–2016." (2016). Web Site : [Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana Sni - Google Cendekia](#)
9. Wildan, M., Afifah, V. G., & Yatmadi, D. (2019). perhitungan dimensi saluran drainase perumahan hillside colony bogor. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 672-677).
10. Akhir, O. (2019). evaluasi sistem saluran drainase perkotaan pada kawasan jalan laksana adisucipto yogyakarta. Web Site:[evaluasi sistem saluran drainase perkotaan pada kawasan jalan laksana adisucipto yogyakarta \(uii.ac.id\)](#)

EVALUASI SISTEM DRAINASE DALAM UPAYA PENANGULANGAN BANJIR DI PERUMAHAN THE PALM RESIDENCE KECAMATAN TAMBUN UTARA KABUPATEN BEKASI

Yudi Setiawan

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo
yudis3499@yahoo.com*

Abstract

This study aims to determine the average rainfall, rainfall intensity, determine the design flood discharge and determine the required dimensions. The benefit of this research is that this planning is expected to be able to become one of the inputs in improving drainage at the study location, for local residents, especially those who live in housing, the results of this planning can cope with floods and inundation that often occur and prevent losses. The method used is descriptive-deductive/inductive method with primary and secondary data collection.

The research location is in The Palm Residence Housing, Bekasi Regency, Tambun Utara District. The results of this drainage system research with a 25-year design flood discharge (Q_t) tertiary channel 3.29 m³/sec. secondary channel 6.57 m³/s. The primary channel is 26.28 m³/sec, indicating that the existing drainage must be deepened and widened to prevent or cope with flooding with tertiary drainage (b) of 0.6 m, (bw) 0.6 and depth (h) of 0.9 m. secondary drainage (b) is 0.9 m, (bw) 0.9 and depth (h) is 1.1 m. Primary drainage (b) is 0.6 m, width (bw) 0.6 and depth (h) 1.4 m so that from this evaluation it is expected to be able to overcome flooding and inundation.

Keywords: *System, Drainage, Discharge, Flood, Primary*

1. Pendahuluan

Mengingat semakin maraknya pemanfaatan ruang dipertanian yang sangat padat dan sarat akan konflik dan kepentingan. Pembangunan perumahan dan permukiman selalu menghadapi permasalahan alokasi tanah dan ruang yang kurang tepat akibat pasar tanah dan keuntungan semata yang cenderung mempengaruhi tata ruang sehingga berimplikasi pada alokasi tanah dan ruang yang tidak sesuai dengan tujuan-tujuan pembangunan dan kondisi ekologis daerah yang bersangkutan, terlebih di daerah perkotaan terkait ketersediaan lahan yang terbatas. Daya dukung lingkungan seluruh wilayah pun telah terancam, dimana saat ini sebagian besar wilayah perkotaan di Indonesia diidentifikasi sebagai daerah rawan banjir.

Banjir disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alamiah dan faktor yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Faktor alamiah pada umumnya meliputi topografi, jenis tanah, penggunaan lahan dan curah hujan Sedangkan faktor aktivitas manusia terkait dengan perilaku dalam mengeksploitasi alam untuk kesejahteraan

manusia, sehingga akan cenderung merusak lingkungan.

Sistem Drainase yang baik dapat mengurangi banjir sejauh penataan tersebut memberi ruang untuk sistem menyerap dan mengalirkan air sedemikian rupa sehingga tidak terjadi aliran permukaan yang liar yang menyebabkan banjir. Hal yang perlu diperhatikan adalah kondisi daya tampung sistem drainase/saluran air apakah mampu menampung air atau tidak pada debit tertentu di perkotaan. Kejadian banjir tidak dapat dicegah, namun hanya dapat dikendalikan dan dikurangi dampak kerugian yang diakibatkannya. Berhubung datangnya relatif cepat, untuk mengurangi kerugian akibat bencana tersebut perlu dipersiapkan penanganan secara cepat dan tepat.

Masalah ini juga yang sering dialami oleh developer perumahan salah satunya Perumahan The Palm Residence Kecamatan Tambun Utara Kabupaten Bekasi dipertanian tersebut bila musim penghujan sering terjadi genangan dan banjir akibat sistem drainase yang kurang baik.

Sistem drainase perkotaan digunakan untuk melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah atau lewat dibawah permukaan tanah, untuk dibuang ke sungai, danau dan laut. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah domestik rumah tangga maupun air limbah industri. Oleh karena itu agar dapat mencegah terjadinya banjir pada daerah perkotaan atau perumahan, suatu sistem drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan juga keadaan lingkungan daerah sekitar.

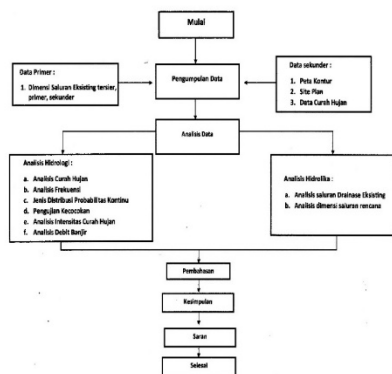
2. Metodologi

2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyesuaian masalah pada kondisi telah selesai atau sudah dilaksanakan. Dalam mengevaluasi saluran drainase Perumahan The Palm Residence agar mendapatkan hasil yang maksimal dan optimal, dengan menggunakan metode tersebut diharapkan dapat mempermudah proses perencanaan dari tahap satu ke tahap selanjutnya. Sedangkan metodologinya menggunakan deduktif secara garis besar dinyatakan dalam bentuk kerangka pemikiran.

2.2. Kerangka Pemikiran

Dalam mengevaluasi dimensi saluran yang dapat menampung debit banjir 25 tahunan agar menanggulangi banjir memiliki tahapan sebagai berikut:



Sumber: Hasil Analisis 2021

2.3. Metode Penelitian

2.3.1. Metode Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data-data yang berhubungan dengan Drainase pada kawasan Perumahan The Palm Residence Kecamatan Tambun Utara Kabupaten Bekasi. Data tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Pengumpulan data secara Primer
 - Metode pengumpulan data secara primer adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data dari sumber yang diteliti. Data tersebut antara lain:
 - a. Dimensi saluran eksisting tersier, primer, sekunder.
2. Pengumpulan data secara Sekunder
 - a. Data hidrologi yang diperlukan yaitu data curah hujan harian maksimum tahunan dari Stasiun Curah Hujan yang berpengaruh dalam kajian daerah ini.
 - b. Peta Kontur diperoleh dari PT.Palm Indah Permai.
 - c. Site Plan Perumahan The Palm Residence diperoleh dari pengawas Lapangan Perumahan The Palm Residence.
 - d. Data jumlah total perumahan untuk mengetahui blok terbesar Untuk mengetahui data saluran eksisting yang meliputi data debit, bentuk penampang saluran pada daerah kajian.

2.3.2. Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini apabila sudah diketahui dimensi saluran drainase perumahan tersebut maka langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan ulang sistem drainase perumahan The Palm Residence agar saluran dapat menerima debit banjir dengan baik.

Dari data yang diperoleh penyusun mengolah, sehingga dapat digunakan untuk merencanakan dimensi saluran drainase sesuai dengan aturan SNI pedoman perencanaan sistem drainase dan sumber buku pendukung lainnya. Adapun

langkah-langkah pengolahan data untuk perencanaan adalah sebagai berikut:

- a) **Analisis Hidrologi**
 1. Analisis curah hujan maksimum tahunan.
 2. Analisis frekuensi
 3. Jenis distribusi probabilitas kontinu
 4. Pengujian kecocokan distribusi
 5. Analisis intensitas curah hujan rancangan
 6. Analisis debit banjir rancangan menggunakan metode rasional
- b) **Analisis Hidraulika**
 1. Analisis saluran eksisting
 2. Analisis dimensi saluran rencana 25 tahun

2.3.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Hasil analisis dilakukan berdasarkan dari data-data yang sudah dikumpulkan, dengan proses perhitungan berdasarkan SNI dan pedoman pendukung lainnya, hasil akhir dari analisis data yaitu besaran debit banjir rancangan (Q_t) yang kemudian digunakan untuk penentuan dimensi saluran drainase. Dalam analisis dimensi drainase dilakukan dengan cara trial atau asumsi yang kemudian di gunakan untuk menentukan dimensi debit saluran rencana (Q_r) yaitu debit rencana harus lebih besar dari debit banjir tahunan ($Q_r > Q_t$), setelah debit rencana sesuai dengan ketentuan tersebut maka dimensi drainase Perumahan tersebut dapat digunakan.

3. Analisis dan Pembahasan

3.1. Data Penelitian

Proses penelitian pada prinsipnya adalah proses pencarian dan pengolahan data. Peran data amat penting bagi penelitian ilmiah. Metode ilmiah dikatakan sistematis apabila perlakuan terhadap data sesuai dengan kaidah ilmiah. Pengumpulan data ini terebut meliputi data saluran di lokasi penelitian data curah hujan, peta kontur, site plan, yang nantinya digunakan untuk mengetahui debit rencana banjir.

Data-data yang digunakan untuk menganalisis penelitian ini ada 2 yaitu:

3.1.1 Dimensi eksisting saluran

Saluran eksisting ialah saluran yang sudah ada di lapangan, di Perumahan The Palm Residence mempunyai 3 kasifikasi saluran drainase yaitu saluran primer, sekunder, dan tersier. Jenis saluran penampang di Perumahan The Palm Residence ini ialah penampang persegi dan jenis kontruksi untuk penampang saluran ini yaitu pasangan batu kali. Dengan dimensi untuk saluran primer, sekunder, tersier bisa dilihat di tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 3.1. Dimensi eksisting saluran

Saluran Bentuk Persegi	Lebar atas(b)	Lebar bawah (bw)	kedalaman (h)
Saluran Primer	2 m	2 m	1 m
Saluran Sekunder	0,6 m	0,6 m	0,6 m
Saluran tersier	0,40 m	0,40 m	0,40 m

Sumber: Survai langsung ke lapangan

3.1.2 Peta kontur

Peta kontur adalah jenis peta khusus yang menggambarkan bentuk tinggi rendahnya permukaan bumi dengan menggunakan garis-garis tinggi di mana setiap garis mewakili angka yang menunjukkan ketinggian suatu tempat dari permukaan laut.

3.1.3 Site Plan

Secara istilah, pengertian site plan adalah konsep gambaran/ peta rencana pembagian bangunan/ kavling dengan segala fasilitas penunjangnya termasuk tata guna lahan dan perencanaan jalan dalam skala batas-batas luas lahan tertentu. Perumahan The Palm Residence adalah Perumahan dengan Luas Total 22,7187 m² dibuka pada tahun 2012 dengan blok A 23 unit, blok B 432 unit, blok C 875 unit, blok D 431 unit dan ruko 53 unit dengan total keseluruhan 1.852 rumah. Untuk luasan blok C sendiri yaitu 10,61 Ha(0,1061 km²).

3.1.4 Data Curah Hujan

Curah hujan atau yang sering disebut presipitasi dapat diartikan jumlah air hujan yang turun di daerah tertentu dalam satuan waktu tertentu. Jumlah curah hujan merupakan volume air yang terkumpul di permukaan bidang datar dalam suatu periode tertentu (harian, mingguan, bulanan, atau tahunan).

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 15 tahun, yaitu dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2020, yang didapat dari Stasiun hujan Tambun dengan data pembandingan Stasiun hujan Perum Tirta II Bekasi. (Tabel 3.2 dan Tabel 3.3).

Tabel 3.2 Data curah hujan stasiun hujan Tambun

THN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	218	45	105	45	29	12	13	0	0	8	4	59
2007	87	330	24	60	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	47	0	45	135	9	26	17	39	4	0	0	0
2009	33	190	32	21	38	21	30	7	25	39	32	38
2010	79	28	74	67	10	219	45	37	30	67	31	17
2011	128	0	22	23	9	31	37	0	9	20	17	30
2012	26	16	39	214	31	22	1	0	4	30	37	29
2013	135	74	61	56	71	0	0	29	24	7	45	144
2014	140	97	96	82	13	23	37	35	23	11	26	72
2015	79	298	27	21	20	88	0	6	0	9	20	48
2016	78	227	54	16	49	113	45	28	21	54	15	31
2017	52	250	29	47	37	198	31	9	86	31	25	54
2018	58	84	21	189	30	7	0	7	8	20	77	51
2019	199	210	232	195	48	23	0	0	0	0	50	204
2020	366	595	221	183	50	21	12	0	4	208	87	135

Sumber: <http://dataonline.bmkg.go.id/>

Tabel 3.3 Data curah hujan stasiun hujan Perum Tirta II Bekasi.

THN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2006	61	200	46	91	76	52	72	53	54	72	79	75
2007	62	320	70	40	90	73	87	77	90	67	60	60
2008	43	61	75	130	40	88	63	90	73	59	40	39
2009	36	85	73	199	42	69	69	59	59	67	54	82
2010	71	58	238	96	73	69	66	52	76	36	31	83
2011	37	18	24	138	53	46	13	30	35	29	18	40
2012	42	48	57	210	60	89	64	72	63	46	61	96
2013	14	11	9	23	10	8	8	5	6	7	9	140
2014	125	13	10	10	9	11	7	1	3	1	9	10
2015	17	277	12	10	4	1	1	2	2	1	4	5
2016	13	249	12	10	7	3	6	8	7	14	12	9
2017	12	250	13	10	6	230	4	2	5	8	13	9
2018	102	54	77	189	83	96	43	57	53	36	80	198
2019	253	285	232	180	30	32	0	0	0	4	60	224
2020	350	286	230	187	54	18	0	0	7	185	93	140

Sumber: <http://dataonline.bmkg.go.id/>

3.2. Analisis Data

3.2.1 Analisis Hidrologi

Dalam melakukan perhitungan untuk menentukan besarnya intensitas hujan untuk berbagi periode ulang, terlebih dahulu harus dilakukan analisis terhadap data curah hujan maksimum yang diperoleh dari stasiun curah hujan di sekitar lokasi kajian.

a. Analisis Curah Hujan Rancangan

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan selama 15 tahun, yaitu dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2020, yang diperoleh dari stasiun Hujan Tambun

Tabel 3.4 Data curah hujan stasiun hujan tambun

No.	Tahun	Stasiun hujan	Keterangan
		Tambun	
1	2006	218	Januari
2	2007	330	Februari
3	2008	135	April
4	2009	190	Februari
5	2010	219	Juni
6	2011	128	Januari
7	2012	214	April
8	2013	144	Desember
9	2014	140	Januari
10	2015	298	Februari
11	2016	227	Februari
12	2017	230	Juni
13	2018	189	April
14	2019	232	Maret
15	2020	366	Januari

Sumber: Hasil analisis, 2021

Tabel 3.5 Data curah hujan stasiun hujan Tirta II Bekasi.

No.	Tahun	Stasiun	Keterangan
		Tirta II Bekasi	
1	2006	200	Februari
2	2007	320	Februari
3	2008	130	April
4	2009	199	April
5	2010	238	Maret
6	2011	138	April
7	2012	210	April
8	2013	140	Desember
9	2014	125	Januari
10	2015	277	Februari
11	2016	249	Februari
12	2017	250	Februari
13	2018	198	Desember
14	2019	285	Maret
15	2020	350	Januari

Sumber: Hasil analisis, 2021

3.3. Pembahasan Hasil Analisis

a. Data Curah Hujan

Berdasarkan data curah hujan rata-rata dari stasiun hujan Tambun dan stasiun Perum Tirta II dengan nilai rata-rata minimum (\bar{R} min) 358,0 mm dan nilai rata-rata maksimum (\bar{R} max) 218,97 mm

b. Analisis Curah Hujan

Hasil curah hujan rancangan (R_{th}) dengan kala ulang 25 tahunan menggunakan metode gumbel didapat sebesar 401,59 mm, sedangkan hasil intensitas curah hujan rancangan (I_{th}) dengan kala ulang 25 tahunan menggunakan metode gumbel sebesar 139,23mm/jam.

c. Analisis Banjir Rancangan (Q_{th})

Untuk hasil analisis banjir rancangan dengan (Q_{th}) dengan kala ulang 25 tahunan didapatkan hasil sebesar 3,29 m³/det.

d. Analisis Hidraulika

1. Saluran eksisting Perumahan

Berdasarkan dari hasil analisis saluran eksisting drainase tersier, primer dan sekunder dapat disimpulkan bahwa saluran drainase yang ada saat ini sangat kecil dan tidak mampu menampung debit banjir 2 tahunan dengan debit banjir rancangan 1,71, dapat disimpulkan bahwa saluran drainase tersier Q saluran $1,710 < 0,384 \text{ m}^3/\text{det} \dots$ (Tidak Ok), saluran sekunder Q saluran $1,133 < 3,420 \text{ m}^3/\text{det} \dots$ (Tidak Ok), saluran primer $12,029 < 13,680 \text{ m}^3/\text{det} \dots$ (Tidak Ok)

2. Saluran Drainase rencana

Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan saluran rencana menggunakan $Q_{t 25}$ Tahun dapat disimpulkan bahwa saluran drainase tersier ($Q_{saluran}$) 3,33 m³/det saluran sekunder ($Q_{saluran}$) 7,71 m³/det dan saluran primer 26,28 m³/det.

Maka dari kedua tipe $Q_{saluran} > Q_{t 25}$ tahun dimensi tersebut dapat digunakan, yang ditetera pada tabel berikut:

Tabel. 3.5 Perhitungan Analisis Hidrologi dan Hidraulika

	lebar dasar(b)	Lebar atas (batas)	Tinggi saluran (h)	Q_s	Q_t	$Q_t > Q_s$
	(m)	(m)	(m)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	Ok
1. Saluran tersier	1	1	1,4	3,33	3,29	Ok
2. Saluran sekunder	1,5	1,5	1,7	7,71	6,57	Ok
3. Saluran primer	2,6	2,6	2,4	26,29	26,28	Ok

Sumber: hasil analisis, 2021

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah hasil analisis pada lokasi kegiatan di Perumahan The Palm Residence dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Evaluasi Debit Rencana dan Debit Eksisting saluran drainase

Hasil evaluasi Debit Rencana dan Debit Eksisting saluran drainase periode ulang 2 tahun di peroleh hasil $Q_S < Q_T$ maka dapat di simpulkan bahwa drainase tersebut tidak layak digunakan, Penyebab meluapnya banjir ini karena beberapa faktor seperti curah hujan yang tinggi,serta terjadi penyempitan penampang di ujung saluran sehingga menyulitkan air untuk mengalir kepembuangan akhir.

2. Perencanaan

- Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa debit banjir Q_{25} saluran tersier sebesar 3,29 m³/det
- Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa debit banjir Q_{25} saluran sekunder sebesar 6,57 m³/det.
- Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa debit banjir Q_{25} saluran primer sebesar 26,28 m³/det.
- Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran tersier (Q_t) 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 1 m, lebar saluran bawah (b_w) sebesar 1 m sedangkan tinggi muka air maksimal

- pada saat debit (Q_t) 25 tahun yaitu 0,6 m dengan debit sebesar $3,28 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (v) sebesar $2,3 \text{ m/det}$, sedangkan tinggi saluran menggunakan 1,4 m dengan tinggi jagaan (free board) sebesar 0,83 m. Dari perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar $3,33 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka disimpulkan $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 25 tahun dimensi tersebut dapat digunakan. Sedangkan dimensi awal saluran tersier diketahui lebar atas saluran (b) sebesar 0,40 m lebar saluran bawah (b_w) 0,40 dan kedalaman saluran (h) 0,5 maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,6 m, lebar bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman (h) sebesar 0,9 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.
- e. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran sekunder Q 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 1,5 m, lebar saluran bawah (b_w) sebesar 1,5 m sedangkan tinggi muka air maksimal (h) pada saat debit (Q_t) 25 tahun yaitu 0,8 m dengan debit sebesar $6,57 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (v) sebesar $3,0 \text{ m/det}$, sedangkan tinggi saluran menggunakan 1,7 m dengan tinggi jagaan (free board) sebesar 0,9 m. Dari perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar $7,71 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka disimpulkan $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 25 tahun dimensi tersebut dapat digunakan. Sedangkan dimensi awal saluran sekunder diketahui lebar atas saluran (b) sebesar 0,6 m lebar saluran bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman saluran 0,6 maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,9 m, lebar bawah (b_w) 0,9 dan kedalaman (h) sebesar 1,1 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.
 - f. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran primer Q 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 2,6 m, lebar saluran bawah (b_w) sebesar 2,6 m sedangkan tinggi muka air maksimal pada saat debit (Q_t) 25 tahun yaitu 1,4 m dengan debit sebesar $26,28 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kecepatan aliran (v) sebesar $4,2 \text{ m/det}$, sedangkan tinggi saluran menggunakan 2,4 m dengan tinggi jagaan (free board) sebesar 1,0 m. Dari perhitungan debit saluran (Q_{saluran}) diperoleh sebesar $26,29 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka disimpulkan $Q_{\text{saluran}} > Q_t$ 25 tahun dimensi tersebut dapat digunakan. Sedangkan dimensi awal saluran primer diketahui lebar atas saluran (b) sebesar 2 m lebar saluran bawah (b_w) 2 m dan kedalaman saluran 1 m, maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,6 m, lebar bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman (h) sebesar 1,4 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.
 - g. Berdasarkan hasil analisis dimensi saluran primer Q 25 tahunan didapatkan dimensi saluran dengan lebar saluran atas (b) sebesar 2 m lebar saluran bawah (b_w) 2 m dan kedalaman saluran 1 m, maka kesimpulannya developer harus melebarkan saluran (b) sebesar 0,6 m, lebar bawah (b_w) 0,6 dan kedalaman (h) sebesar 1,4 m sehingga dapat menanggulangi banjir dan genangan yang sering terjadi di Perumahan The Palm Residence.

4.2. Saran

- a. Perlu adanya operasi pemeliharaan untuk setiap perumahan agar saluran drainase dapat terpelihara dengan baik.
- b. Berhubung dimensi saluran berubah semakin dalam dan lebar disarankan untuk menggunakan saluran tertutup untuk keselamatan anak-anak dan warga setempat.
- c. Perlu adanya sumur resapan disetiap rumah untuk mengurangi turun langsung

nya air hujan ke saluran sehingga debit limpasan yang mengalir ke saluran tidak terlalu besar.

- d. Sistem drainase selain disesuaikan dengan kondisi di lapangan, juga harus diperhatikan pengaturan tata guna lahan agar setiap adanya pembangunan maka pembuatan saluran drainase harus diperhatikan betul-betul desainya. Sehingga dapat mengurangi permasalahan seperti timbulnya genangan saat hujan datang.

5. Daftar Pustaka

1. Kodoatie, Robert J dan sugiyanto. (2002). *Banjir*. Penerbit Santy Y. Utami, Yogyakarta
2. Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. andi Offset Yogyakarta.
3. Haryono, Sukarto. Drainase Perkotaan. *PT. Mediatama Saptakarya*. Jakarta, 1999
4. Mustofa, Muhammad Jazuli; kusumaastuti, Dyah Indriana; romdania, Yuda. Analisis hidrologi dan hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju hilir Kotabumi (menggunakan program HEC-RAS). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 2015, 3.2: 303-312.
5. Ramadani, M. M. N. (2018). Analisa Debit Air Menggunakan Metode Log Person Type Iii Dan Metode Gumbel Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG) Di Sub Das Martapura. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1(2), 165-175. Web Site :[Cara Perhitungan Debit Bajir Gumbel - Google Cendekia](#)
6. uroso, S., Suharyanto, A., Anwar, M. R., Pudyono, P., & Wicaksono, D. H. (2015). Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. *Rekayasa Sipil*, 8(3), 207-213. Web Site : [drainase perumahan - Google Cendekia](#)
7. Wigati, R., Fathonah, W., & Haryono, A. T. (2019). Studi analisis banjir Sungai Cilemer berdasarkan SNI 2415: 2016 tinjauan data curah hujan dengan kala ulang 50 tahun. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 8(2).
8. Nasional, Badan Standardisasi. "Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana SNI 2415–2016." (2016). Web Site : [Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana Sni - Google Cendekia](#)
9. Wildan, M., Afifah, V. G., & Yatmadi, D. (2019). perhitungan dimensi saluran drainase perumahan hillside colony bogor. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 672-677).
10. Akhir, O. (2019). evaluasi sistem saluran drainase perkotaan pada kawasan jalan laksana adisucipto yogyakarta. Web Site:[evaluasi sistem saluran drainase perkotaan pada kawasan jalan laksana adisucipto yogyakarta \(uii.ac.id\)](#)

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 dipublikasikan pada Jurnal ismeTek dapat berupa hasil penelitian atau ulasan ilmiah.
3. Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia.
4. Penentuan layak tidaknya naskah yang akan dipublikasikan ditentukan oleh Dewan Redaksi Jurnal ismeTek berdasarkan masukan dari Redaksi Ahli yang kompeten. Naskah dikirimkan ke redaksi dalam bentuk naskah asli dan *softcopy (microsoft office word)* dalam CD atau dapat dikirimkan melalui *email*. Naskah dapat dikirimkan kepada: Redaksi Jurnal ismeTek, Institut Teknologi Budi Utomo Jl. Raya Mawar Merah No.23 Pondok Kopi Jakarta Timur Telp. (021) 8611849 – 8611850 Fax. 8613627 , e-mail : ismetek14@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 format *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 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 penulis yang bertanggung jawab untuk surat-menyurat (*corresponding author*), lengkap dengan alamat surat dan alamat *e-mail*.

2. Abstrak.

Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. 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 (*keywords*)

Kata kunci ditulis dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia, terdiri atas lima kata, 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 teknis dan rinci sehingga percobaan dapat diulang dengan baik oleh peneliti lainnya. Jika dalam penelitian digunakan peralatan/instrumen khusus, maka perlu diberikan spesifikasi alat dan kondisi operasi.

6. Uraian Isi (untuk Naskah Ulasan Ilmiah).

Bagian ini berisi pembahasan dari topik yang dipilih dalam ulasan ilmiah. Bagian ini dapat terdiri atas beberapa bab.

7. 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.

8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan ditulis secara ringkas tetapi menggambarkan substansi hasil penelitian atau ulasan ilmiah yang diperoleh.

Saran diberikan secara jelas untuk dapat ditindaklanjuti oleh pihak yang relevan.

9. Daftar Pustaka

Disusun berdasarkan urutan abjad dan angka menggunakan *author-date system* yang relevan dengan tulisan dengan penulisan//1

Pustaka yang digunakan merupakan pustaka mutakhir (10 tahun terakhir).

Buku :

1. Budiyo, 2013, *Teknik Pengolahan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta

Jurnal atau Majalah atau Prosiding

5. Marpaung, Budi, "Perbandingan Metode *Hungarian* dan Pendekatan Program Dinamis dalam Pemecahan *Assignment Problem*", Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer Vol. 01 No. 01 (Januari - Maret 2012) : 79-87.

