

## JURNAL TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN

**Analisis Kapasitas Drainase Jalan Lasda Yos Sudarso Brebes dengan Metode Rasional**  
Emsa Sunjaya, Iskahar, Teguh Marhendi

**Evaluasi Sistem Drainase terhadap Banjir pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek Km 08+000 s.d. Km 10+000**

Abu Rizal Khairi, Nuzul Barkah Prihutomo

**Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Metode SNI dengan Metode AHSP pada Program Revitalisasi Pembangunan Gedung Laboratorium Praktek SMK Al-Asror Semarang**  
Rifki Pribadi, Arif Kurniawan Suksmono, Mukti Agung Wibowo

**Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan Banyumas Jawa Tengah**

Ricko Dwi Prihantoro, Sulfah Anjarwati, Cremona Ayu Novita Sari

**Perencanaan *Traffic Light* pada Simpang Tak Bersinyal Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti Kota Pekanbaru**

Azharul Aswad Perdana Putra, Fadrizal Lubis, Hendri Rahmat

**Analisa Indeks Kekeringan Kota Bengkulu Menggunakan Metode Thornthwaite-Mather**  
Muhammad Hakem Sedo Putra, Syahidus Syuhada

**Pengaruh Penambahan *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Bebas dan Nilai Kuat Geser Tanah Lempung**

Ades Andi Nurcahyo, Amris Azizi, Agus Salim

**Analisis Faktor Kecelakaan Kendaraan Keluar Jalur pada Ruas Tol Semarang – Batang**  
Feri Saputra, Dani Fitria Brilianti, Rifano



**Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto**



# CIVeng

Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan

Terbit pertama kali tahun 2020  
SK Rektor Nomor A11.IV/373-S.Kep./UMP/VIII/2020  
e-ISSN 2774-8413

### **Publisher**

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

### **Editor in Chief**

Cremona Ayu Novita Sari, S.T., M.T.

### **Editorial Board**

Amris Azizi, S.T., M.Si.  
Aan Andriawan, S.T., M.T., MCE., IPP.

### **Peer Reviewers**

Moechamad Agus Salim Al Fathoni, S.T., M.T. ( Universitas Muhammadiyah Purwokerto )  
Dr. T. Ir. Iskahar, S.T., M.T. ( Universitas Muhammadiyah Purwokerto )  
Dr. Juanita, S.T., M.T., ACPE. ( Universitas Muhammadiyah Purwokerto )  
Dr. Dyah Ari Wulandari, S.T., M.T. ( Universitas Diponegoro )  
Dr. Yulita Arni Priastiwi, S.T., M.T. ( Universitas Diponegoro )  
Dr. Endah Safitri, S.T., M.T. ( Universitas Sebelas Maret )  
Dr. Henny Herawati, S.T., M.T. ( Universitas Tanjungpura )  
Dr. Subekti, S.T., M.T. ( Universitas Sultan Ageng Tirtayasa )

### **Layout Editor**

Ibnu Fata, S.T.  
P. Budi Prasetyo, S.T.

### **Address**

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Jl. K. H. Ahmad Dahlan PO Box 202, Purwokerto 53182  
Telp. 0281-636751 Ext.165

<http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/civeng>

Email : [jurnalciveng@ump.ac.id](mailto:jurnalciveng@ump.ac.id)

CIVeng diterbitkan oleh Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto sebagai media informasi dan forum pembahasan masalah Teknik Sipil dan Lingkungan, berisi tulisan-tulisan ilmiah hasil penelitian serta gagasan-gagasan baru yang orisinal. Redaksi mengundang para ahli, peneliti, dan praktisi untuk berdiskusi dan menulis secara bebas dan kreatif. CIVeng terbit dua kali setahun setiap bulan Januari dan Juli

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
<b>Analisis Kapasitas Drainase Jalan Lasda Yos Sudarso Brebes dengan Metode Rasional</b> Emsa Sunjaya, Iskahar, Teguh Marhendi	(65 – 72)
<b>Evaluasi Sistem Drainase terhadap Banjir pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek Km 08+000 s.d. Km 10+000</b> Abu Rizal Khairi, Nuzul Barkah Prihutomo	(73 – 84)
<b>Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Metode SNI dengan Metode AHSP pada Program Revitalisasi Pembangunan Gedung Laboratorium Praktek SMK Al-Asror Semarang</b> Rifki Pribadi, Arif Kurniawan Suksmono, Mukti Agung Wibowo	(85 – 90)
<b>Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan Banyumas Jawa Tengah</b> Ricko Dwi Pihantoro, Sulfah Anjarwati, Cremona Ayu Novita Sari	(91 – 96)
<b>Perencanaan <i>Traffic Light</i> pada Simpang Tak Bersinyal Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti Kota Pekanbaru</b> Azharul Aswad Perdana Putra, Fadrizal Lubis, Hendri Rahmat	(97 – 102)
<b>Analisa Indeks Kekeringan Kota Bengkulu Menggunakan Metode Thornthwaite-Mather</b> Muhammad Hakem Sedo Putra, Syahidus Syuhada	(103 – 108)
<b>Pengaruh Penambahan <i>Fly Ash</i> terhadap Kuat Tekan Bebas dan Nilai Kuat Geser Tanah Lempung</b> Ades Andi Nurcahyo, Amris Azizi, Agus Salim	(109 – 116)
<b>Analisis Faktor Kecelakaan Kendaraan Keluar Jalur pada Ruas Tol Semarang – Batang</b> Feri Saputra, Dani Fitria Brilianti, Rifano	(117 – 122)

## Analisis Kapasitas Drainase Jalan Lasda Yos Sudarso Brebes dengan Metode Rasional

### Analysis of Drainage Capacity of Lasda Yos Sudarso Brebes Road using Rational Method

Emsa Sunjaya<sup>1</sup>, Iskahar<sup>2</sup>, Teguh Marhendi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 20 Januari 2025  
Direvisi, 10 Juli 2025  
Diterima, 23 Juli 2025

#### Korespondensi Penulis:

Emsa Sunjaya  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
Jl. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email: emsa827@gmail.com

#### ABSTRAK

Jalan Yos Sudarso Brebes, sering mengalami genangan air akibat sedimentasi dan tertutupnya aliran menuju drainase yang mengurangi fungsi saluran drainase. Kondisi ini diperparah oleh curah hujan tinggi yang mengganggu aktivitas pengguna jalan dan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kapasitas drainase jalan tersebut menggunakan metode rasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah saluran eksisting drainase di jalan Lasda Yos Sudarso Brebes masih mampu menampung debit rencana. Metode rasional dipilih karena dapat memperhitungkan debit curah hujan dan menentukan distribusi alirannya untuk memperoleh dimensi saluran drainase yang optimal. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data primer dan sekunder, meliputi data saluran drainase eksisting, curah hujan, luas permukiman, dan dimensi Jalan Yos Sudarso. Data-data tersebut kemudian dianalisis secara hidrologi dan hidrolika untuk mendapatkan dimensi saluran yang sesuai dengan kebutuhan. Hasil analisis menunjukkan bahwa semua saluran drainase yang ada masih mampu menampung limpasan air hujan, dengan debit aliran hitung lebih besar dari debit aliran yang direncanakan.

**Kata Kunci :** Drainase, Kapasitas Drainase, Gumbel, Log Pearson, Metode Rasional

#### ABSTRACT

Residential property developers need to conduct project feasibility studies to Yos Sudarso street Brebes, often experiences water retention due to sedimentation and blocked flow to the drainage which reduces the function of the drainage channel. This condition is exacerbated by high rainfall that disrupts the activities of road users and the surrounding community. Therefore, this study was conducted to analyze the drainage capacity of the road using a rational method. This study aims to determine whether the drainage channels on Jalan Lasda Yos Sudarso Brebes are still able to accommodate the planned discharge. The rational method was chosen because it can calculate the rainfall discharge and determine the distribution of its flow to obtain the optimal drainage channel dimensions. This study began with the collection of primary and secondary data, including data on existing drainage channels, rainfall, organizational area, and dimensions of Jalan Yos Sudarso. The data were then analyzed hydrologically and hydraulically to obtain channel dimensions that were in accordance with needs. The results of the analysis showed that all existing drainage channels were still able to accommodate rainwater runoff, with a flow rate greater than the planned flow rate.

**Keyword :** Drainage, Drainage capacity, Gumbel, Log Person, Rational Method

## 1. PENDAHULUAN

Drainase termasuk salah satu infrastruktur perkotaan yang sangat penting. Drainase merupakan sistem pembuangan untuk mengurangi kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan baik melalui permukaan tanah maupun bawah permukaan tanah untuk menghindari terjadinya genangan air sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu. [1]. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu kawasan permukiman. Suatu kawasan permukiman yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman [2]. Jalan Lasda Yos Sudarso yang terletak di kabupaten Brebes Jawa Tengah seirng terjadi genangan pada saat hujan dengan intensitas yang tinggi sehingga mengganggu pengguna jalan yang melintas. Menurut Suripin (2004), untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu ada konsep mendasar pengembangan pengendalian sistem saluran drainase yang berkelanjutan dalam mengatasi meningkatnya daya guna air, meminimalisir kerugian, serta memperbaiki dan konservasi lingkungan. Berdasarkan uraian diatas maka penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kapasitas Drainase Jalan Lasda Yos Sudarso Brebes Dengan Metode Rasional”.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang ditandai dengan garis merah berada di Jalan Lasda Yos Suidarso Kabupaten Brebes.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Jalan Lasda Yos Sudarso

Sumber : Google Earth, 2024

### 2.2. Pengumpulan Data

Langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut

1. Data Primer
 

Data primer diperoleh langsung dari lapangan dengan cara pengamatan dan pengukuran eksisting pada saat penelitian. Berikut data primer yang diperoleh :

Dimensi Saluran existing, dan Panjang Jalan Lasda Yos Sudarso Kabupaten Brebes
2. Data Sekunder
 

Data sekunder diperoleh dari instansi yang berhubungan dengan penelitian ini, berikut datanya :

  - a. Peta DAS
  - b. Data curah hujan (Sta. Kota Brebes) selama 10 tahun terakhir (2013-2022)
  - c. Luasan Wilayah permukiman sekitar jalan Lasda Yos Sudarso Kabupaten Brebes

### 2.3. Analisis Data

Tahapan analisis data dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Identifikasi serta evaluasi masalah saluran yang akan diteliti.
2. Analisis data curah hujan, Data curah hujan yang telah diperoleh dari instansi Dinas Pengolahan Sumber Daya dan Tata Ruang Air Brebes lalu dianalisis frekuensi dan probabilitasnya menggunakan perhitungan Distribusi Log Pearson-III.

## a. Perhitungan Parameter Statistik

$$\text{Rata rata} \quad \bar{X} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

$$\text{Standar deviasi} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

$$\text{Koefisien Kemencengan (Skewness)} \quad C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.3)$$

$$\text{Koefisien Kurtosis (Curtosis)} \quad C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)^4} \sum (X_i - \bar{X})^4 \quad (2.4)$$

$$\text{Koefisien Variasi (Variation)} \quad C_v = \frac{s}{\bar{X}} \quad (2.5)$$

## b. Pemilihan Jenis Dsitribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$
Gumbel Tipe 1	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$

Sumber : Soewarno, 2004

## c. Metode Log Pearson Tipe III

Metode yang digunakan untuk menghitung jenis sebaran yaitu metode Log Pearson III dengan urutan perhitungan sebagai berikut:

$$1) \text{ Hitung nilai rerata :} \quad \log \bar{X} = \frac{\sum \log X}{n} \quad (2.6)$$

$$2) \text{ Hitung nilai deviasi standar dari log X :} \quad S_{\log X} = \sqrt{\frac{(\log X - \log \bar{X})^2}{n}} \quad (2.7)$$

$$3) \text{ Hitung nilai koefisien kemencengan (Skewness)} \quad C_s = \frac{\sum_{i=0}^n (\log X - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log X})^3} \quad (2.8)$$

$$4) \text{ Hitung logaritma hujan:} \quad \log X_T = \log \bar{X} + G.S \quad (2.9)$$

3. Lalu uji hasil distribusi frekuensi sampel data yang dipilih dengan uji Kecocokan Chi-Kuadrat dan uji Smirnov – Kolmogorov dengan tujuan untuk persamaan distribusi frekuensi sampel data yang dipilih memenuhi atau tidak. Dengan persamaan :

## a. uji Chi-Kuadrat

untuk menghitung uji Chi-Kuadrat digunakan rumus berikut :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G x \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.10)$$

Dimana :

$X_h^2$  = parameter chi-kuadrat terhitung

$G$  = jumlah sub kelompok

$O_i$  = jumlah pengamatan pada sub kelompok i

$E_i$  = jumlah nilai

## b. uji Smirnov-Kolgomorof

untuk menghitung uji Smirnov-Kolgomorof Digunakan dengan cara berikut:

1) Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$X1 = P(X1)$ ,  $X2 = P(X2)$ ,  $X3 = P(X3)$ , dan seterusnya.

2) Mengurutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.

$X1 = P'(X1)$ ,  $X2 = P'(X2)$ ,  $X3 = P'(X3)$ , dan seterusnya.

Menentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis.

$D = \text{maksimum } [P(Xn) - P'(Xn)]$ .

Berdasarkan table nilai kritis (Smirnov – Kolmogorov test) ditentukan harga  $D0$  dari Tabel 2.10.

## 4. Menganalisa Intensitas hujan dengan rumus mononob :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.11)$$

I = intensitas hujan (mm/jam)

$T_c$  = lamanya waktu konsentrasi hujan (jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimum harian (mm)

## 5. Menentukan debit banjir puncak dengan metode rasional untuk periode ulang 10 tahun dengan rumus

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2.12)$$

Keterangan :

Q = Debit maksimum rencana (m<sup>3</sup>/det)

A = Luas daerah aliran (ha)

C = Koefisien aliran

F = Koefisien satuan luas, dalam ha = 0,002778

I = Intensitas curah hujan waktu konsentrasi (mm/jam)

## 6. Menghitung kapasitas drainase yang tersedia menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = A \times V \quad (2.13)$$

Dengan keterangan

Q = Debit saluran (m<sup>3</sup>/detik)

A = Luas Saluran (m<sup>2</sup>)

V = Kecepatan Aliran (detik)

7. Menganalisa kapasitas drainase apakah mampu menampung debit banjir puncak atau tidak. Jika  $Q < Q_s$  maka saluran drainase masih mampu menampung debit yang ada.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 1. Analisis parameter statistik

Tabel Perhitungan Analisis Frekuensi

No	Tahun	$X_i$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2013	97,00	-18,00	324,00	-5832,00	104976,00
2	2014	91,00	-24,00	576,00	-13824,00	331776,00
3	2015	114,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
4	2016	150,00	35,00	1225,00	42875,00	1500625,00
5	2017	124,00	9,00	81,00	729,00	6561,00
6	2018	114,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
7	2019	103,00	-12,00	144,00	-1728,00	20736,00
8	2020	119,00	4,00	16,00	64,00	256,00

9	2021	146,00	98,28	9659,67	949387,51	93309246,49
10	2022	92,00	92,00	8464,00	778688,00	71639296,00
Jumlah		1150,00	182,28	20491,67	1750357,51	166913474,49
$\bar{X}$		115,00				
S		47,72				

Sumber : Hasil Analisis 2024

## 2. Pemilihan Jenis Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Kesimpulan
1	Gumbel	$Cs \leq 1,1396$	$Cs = 2,2376$	Tidak memenuhi
		$Ck \leq 5,4002$	$Ck = 6,3884$	Memenuhi
2	Log Person Type III	$Cs \neq 0$	$Cs = 2,2376$	Memenuhi
3	Normal	$Cs \approx 0$	$Cs = 2,2376$	Tidak Memenuhi
		$Ck = 0$	$Ck = 6,3884$	
4	Log Normal	$Cs \approx 3 Cv + Cv^3 = 1,3162$	$Cs = 2,2376$	Tidak Memenuhi
		$Ck = 5,3830$	$Ck = 6,3884$	

Sumber : Hasil Analisis 2024

## 3. Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III

No	Tahun	$X_i$	$\text{Log } X_i$	$\text{Log } \bar{X} = \sum_{i=1}^n / n$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4$
1	2013	97,00	1,9868		0,0046	-0,0003	0,0000
2	2014	91,00	1,9590		0,0091	-0,0009	0,0001
3	2015	114,00	2,0569		0,0000	0,0000	0,0000
4	2016	150,00	2,1761		0,0148	0,0018	0,0002
5	2017	124,00	2,0934		0,0015	0,0001	0,0000
6	2018	114,00	2,0569	2,0546	0,0000	0,0000	0,0000
7	2019	103,00	2,0128		0,0017	-0,0001	0,0000
8	2020	119,00	2,0755		0,0004	0,0000	0,0000
9	2021	146,00	2,1644		0,0121	0,0013	0,0001
10	2022	92,00	1,9638		0,0082	-0,0007	0,0001
Jumlah		1150,00	20,546		0,0525	0,0525	0,0012

Sumber : Hasil Analisis 2024

## 4. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan curah hujan tersebut dapat menggunakan rumus monobe, karena data yang tersedia merupakan data curah hujan harian. Sebagai contoh untuk durasi 1 jam dengan hujan harian rencana

$$I = \frac{R_{24}}{24} x \left[ \frac{24}{t} \right]^{2/3} = \frac{145,61}{24} x \left[ \frac{24}{1} \right]^{2/3} = 50,481$$

## 5. Waktu Konsentrasi

STA	Nama Jalan	Ls m	nd	S	v m/det	To		Td		Tc
						menit	jam	menit	jam	
00+00 - 04+15	Utara Jl Akasia Barat	210	0,013	0,02	0,9	42,21	0,7035	3,89	0,0648	0,7683
	Selatan Jl Akasia Barat	210	0,013	0,02	0,9	42,21	0,7035	3,89	0,0648	0,7683
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	415	0,013	0,02	0,9	83,42	1,3903	7,69	0,1281	1,5184
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	415	0,013	0,02	0,9	83,42	1,3903	7,69	0,1281	1,5184
04+15 - 09+30	Utara Gg Masjid Al Marzuq	360	0,013	0,02	0,9	72,36	1,2060	6,67	0,1111	1,3172
	Selatan Gg Masjid Al Marzuq	360	0,013	0,02	0,9	72,36	1,2060	6,67	0,1111	1,3172
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	515	0,013	0,02	0,9	103,52	1,7253	9,54	0,1590	1,8843
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	535	0,013	0,02	0,9	107,54	1,7923	9,91	0,1651	1,9574

Sumber : Hasil Analisis 2024

## 6. Perhitungan Debit Limpasan

## a. Koefisien Limpasan

Jalan C = 0,70

Pemukiman C = 0,25

## b. Metode Rasional

STA	Nama Saluran	Luas Tangkapan Aliran (Ha)	Koefisien Satuan (F)	Koefisien Pengaliran (C)	Intensitas Hujan (I) mm/jam	Debit Rencana (Q) m <sup>3</sup> /det
00+00 - 04+15	Utara Jl Akasia Barat	5,03	0,00278	0,25	50,48	0,18
	Selatan Jl Akasia Barat	2,54	0,00278	0,32	50,48	0,11
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	3,80	0,00278	0,27	50,48	0,14
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	4,78	0,00278	0,26	50,48	0,17
04+15 - 09+30	Utara Gg Masjid Al Marzuq	2,88	0,00278	0,27	50,48	0,11
	Selatan Gg Masjid Al Marzuq	4,88	0,00278	0,26	50,48	0,18
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	7,63	0,00278	0,25	50,48	0,27
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	6,88	0,00278	0,26	50,48	0,25

Sumber : Hasil Analisis 2024

## 7. Menghitung kapasitas drainase

STA	Nama Saluran	Dimensi Saluran			Sedimen	A m <sup>2</sup>	P m	R m	nd	S	V m/detik	Debit Saluran m <sup>3</sup> /detik
		B (m)	H (m)	W (m)								
00+00 - 04+15	Utara Jl Akasia Barat	0,60	0,40	0,00	0,08	0,19	1,40	0,14	0,01	0,02	2,89	0,64
	Selatan Jl Akasia Barat	0,60	0,40	0,00	0,12	0,17	1,40	0,12	0,01	0,02	2,65	0,56
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	0,75	0,65	0,00	0,21	0,33	2,05	0,16	0,01	0,02	3,22	1,27
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	3,00	1,20	0,10	0,39	2,43	5,40	0,45	0,01	0,02	6,39	15,91
04+15 - 09+30	Utara Gg Masjid Al Marzuq	0,80	0,60	0,00	0,09	0,41	2,00	0,20	0,01	0,02	3,77	1,63
	Selatan Gg Masjid Al Marzuq	0,80	0,60	0,00	0,11	0,39	2,00	0,20	0,01	0,02	3,67	1,55
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	1,40	1,30	0,00	0,22	1,51	4,00	0,38	0,01	0,02	5,69	8,82
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	3,00	1,12	0,20	0,37	2,25	5,24	0,43	0,01	0,02	6,19	14,30

Sumber : Hasil Analisis 2024

## 8. Membandingkan Kapasitas Saluran Drainase Rencana Dengan Drainase Eksisting

STA	Nama Saluran	Q Saluran Eksisting m <sup>3</sup> /detik	Q Saluran Rencana m <sup>3</sup> /detik	Keterangan
00+00 - 04+15	Utara Jl Akasia Barat	0,64	0,18	Memenuhi
	Selatan Jl Akasia Barat	0,56	0,11	Memenuhi
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	1,27	0,14	Memenuhi
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	15,91	0,17	Memenuhi
04+15 - 09+30	Utara Gg Masjid Al Marzuq	1,63	0,11	Memenuhi
	Selatan Gg Masjid Al Marzuq	1,55	0,18	Memenuhi
	Timur Jl Lasda Yos Sudarso	8,82	0,27	Memenuhi
	Barat Jl Lasda Yos Sudarso	14,30	0,25	Memenuhi

Sumber : Hasil Analisis 2024

Berdasarkan Tabel terhitung bahwa Q setiap saluran yang ada di jalan Lasda Yos Sudarso Brebes dengan sedimentasi lebih besar dari Q saluran Rencana, artinya setiap saluran yang berada di jalan Lasda Yos Sudarso Brebes masih mampu menampung limpasan air hujan. Untuk intensitas hujan berdasarkan tabel curah maksimal hujan 10 tahun terakhir didapat 145,61 mm/jam serta durasi 1 jam dengan intensitas curah hujan sebesar 50,481 mm/jam. Hal ini menunjukkan bahwa hujan deras hanya berlangsung pada waktu yang singkat.

Terkait genangan yang sering terjadi dikarenakan di sekitar jalan Lasda Yos Suidarso dikarenakan laju air tidak masuk langsung ke drainase akibat terhalang oleh sampah dan gundukan tanah disertai rumput yang

---

mengakibatkan air menggenang di sekitar jalan Lasda Yos Sudarso. Penyebab lain juga adanya tumpang tindih fungsi dari saluran irigasi yang dipenuhi sampah dan sedimen yang seharusnya tidak menampung air limpasan aliran air dari jalan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis secara keseluruhan perhitungan kapasitas di jalan Laksda Yos Sudarso Brebes, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

Seluruh drainase yang ada di jalan Lasda Yos Sudarso Brebes masih mampu menampung limpasan air hujan berdasarkan nilai Q saluran dengan sedimen lebih besar dari Q saluran rencana.

Genangan bukan dikarenakan kapasitas saluran yang tidak mampu menampung curah hujan harian rata rata namun diakibatkan kurang adanya pemeliharaan terhadap saluran drainase yang berada di jalan lasda yos sudarso brebes,serta kurangnya kesadaran masyarakat tentang kebersihan yang mengakibatkan penyumbatan aliran air menuju asluran drainase ketika hujan terjadi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pekerjaan Umum. *Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan (SNI 06-2405-1991)*. Yayasan LPMB. Bandung.
- [2] Hasmar (2011). *Drainasi Terapan*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- [3] Kamiana. I.M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana BanngunanAir*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [4] S.R. Bhakar, Anil Kumar Bansal, Neeraj Chhajed and R. C. Purobit (2006). *Frequency Analysis of Consecutive Days Maximum Fainfall at Banswara*, Rajasthan, Indi. Department of Soil and Water Engineering, CT Ae, Udaipur, Rajasthan, India.
- [5] Soemanto. C.D. (1999). *Hidrologi Teknik* . Erlangga. Jakarta.
- [6] Soewarno (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova. Bandung.
- [7] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-3224-1994 (1994). *Tata Cara Perencanaan Drainasi Permukaan Jalan*. Bandar Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [8] Suripin (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- [9] Triatmojo, B. (1995). *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta.
- [10] Westi (2008). *Drainase Perkotaan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.



## Evaluasi Sistem Drainase terhadap Banjir pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek Km 08+000 s.d. Km 10+000

### Evaluation of Drainage System Against Flooding on the Jakarta-Cikampek Toll Road from Km 08+000 to Km 10+000

Abu Rizal Khairi<sup>1</sup>, Nuzul Barkah Prihutomo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta

#### Informasi Artikel

Dikirim, 29 Agustus 2024  
Direvisi, 10 Juli 2025  
Diterima, 25 Juli 2025

#### Korespondensi Penulis:

Abu Rizal Khairi  
Program Studi Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta  
Jl. Prof. DR. G.A Siwabessy,  
Depok, Indonesia , 16425  
Email:  
aburizalkhairi@gmail.com

#### ABSTRAK

Peristiwa banjir kerap sekali terjadi pada wilayah Ibukota. Salah satu wilayah ruas jalan tol Jatibening. Pada 25 Februari 2020, ruas tol Jatibening menuju Jakarta terendam banjir dengan ketinggian air di pintu tol mencapai 1,5 meter. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi, meninjau, dan mengatasi permasalahan sistem drainase dengan langkah-langkah seperti mengumpulkan data primer berupa hasil observasi secara langsung, wawancara pada warga sekitar dan petugas keamanan, dan pengajuan dokumen kepada instansi terkait serta mengumpulkan data sekunder sebagai penunjang data primer berupa data curah hujan dan peta topografi. Setelah data didapatkan, maka dilakukan analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Hasil analisis pada kapasitas saluran terdapat beberapa saluran yang tidak dapat menampung air dan dapat mengakibatkan genangan atau banjir di saluran B3 Segmen 2 yang dimana hasil debit saluran sebenarnya sebesar 0,047 m<sup>3</sup>/detik tidak dapat menampung debit banjir rencana pada periode ulang 2 tahun sebesar 0,05 m<sup>3</sup>/detik, 5 tahun sebesar 0,07 m<sup>3</sup>/detik, dan 10 tahun sebesar 0,08 m<sup>3</sup>/detik. Dengan melakukan perencanaan ulang pada dimensi saluran yang tidak aman, didapatkan hasil yang dapat menampung limpasan sebesar 1,47 m<sup>3</sup>/detik pada saluran B3 Segmen 1 dan 0,83 m<sup>3</sup>/detik pada saluran B3 Segmen 2, agar tidak terjadinya genangan atau banjir yang sama dengan periode ulang 2,5, dan 10 tahun.

**Kata Kunci :** Banjir, Curah hujan, Jalan tol.

#### ABSTRACT

*Flood events often occur in the Capital Region. One of the areas of the Jatibening toll road section. On February 25, 2020, the Jatibening toll road to Jakarta was flooded with the water level at the toll gate reaching 1.5 meters. This research was carried out to identify, review, and overcome drainage system problems with steps such as collecting primary data in the form of direct observation results, interviews with local residents and security officers, and submitting documents to related agencies as well as collecting secondary data to support primary data in the form of rainfall data and topographic maps. After the data is obtained, hydrological analysis and hydraulic analysis are carried out. The results of the analysis on the channel capacity there are several channels that cannot accommodate water and can result in inundation or flooding in the B3 Segment 2 channel where the actual channel discharge result of 0.047 m<sup>3</sup>/second cannot accommodate the planned flood discharge in the 2-year repeat period of 0.05 m<sup>3</sup>/second, 5 years of 0.07 m<sup>3</sup>/second, and 10 years of 0.08 m<sup>3</sup>/second. By re-planning the unsafe channel dimensions, results were obtained that could accommodate runoff of 1.47 m<sup>3</sup>/s in channel B3 Segment 1 and 0.83 m<sup>3</sup>/second in channel B3 Segment 2, so that inundation or flooding did not occur in the same period as the recurrence period of 2.5 and 10 years.*

**Keyword :** Flood, Rainfall, Toll road

## 1. PENDAHULUAN

Semakin berkembang pesat pertumbuhan penduduk menuntut adanya ketersediaan lahan. Banyak kawasan yang berfungsi sebagai kawasan penyerapan air hujan beralih fungsi menjadi kawasan infrastruktur. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Fenomena banjir yang terjadi pada drainase jalan tol telah menjadi perhatian besar bagi pemerintah dan masyarakat karena tidak hanya mengganggu lalu lintas tetapi juga menyebabkan kerugian material dan meningkatkan risiko kecelakaan bagi pengguna jalan. Penyebab terjadinya peristiwa banjir dapat disebabkan curah hujan tinggi, topografi wilayah, pasang surut pada air sungai, pertumbuhan penduduk, pembangunan sarana dan prasarana, dan pengurangan kapasitas air sungai (Setiawan et al, 2020).

Peristiwa banjir sering terjadi pada wilayah Ibukota. Salah satu wilayah yang terkena dampaknya yaitu beberapa ruas tol Jakarta-Cikampek khususnya ruas tol Jatibening. Pada 25 Februari 2020, ruas tol Jatibening menuju Jakarta terendam banjir dengan ketinggian air di pintu tol mencapai 1,5 meter. Sehingga beberapa kendaraan baik bus maupun truk tidak dapat melintas di jalan tol, bahkan pengguna jalan tol yang sudah terlanjur melewati jalan terjebak di tengah jalan tol (Kompas, 2020). Pada 20 Februari 2021, tol Jatibening ditutup total karena jalan menuju tol Jatibening tergenang air dengan ketinggian sekitar 40-60 cm dan jalan ruas tersebut tergenang sepanjang 500 meter (Liputan6, 2021).

Banjir merupakan suatu kondisi dimana saluran pembuang air sudah tidak dapat menampung sehingga mengakibatkan air meluap dan menggenangi kawasan sekitarnya (Suripin dalam Prasaptiami, 2021). Banjir menjadi permasalahan umum yang sering terjadi di beberapa kawasan di Indonesia, khususnya kawasan perkotaan. Kerugian yang disebabkan sangat besar baik dari kerugian materi maupun jiwa.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian tersebut dilakukan pada sekitar Jalan Tol Jakarta-Cikampek Ruas Jatibening KM 8+000 S.D. KM 10+000 dari koordinat 6°15'26.58"S, 106°56'18.04"E sampai 6°15'22.36"S, 106°57'31.26"E dan objek yang akan ditinjau adalah sistem drainase pada Kawasan yang disebutkan sebelumnya.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Untuk alat yang dibutuhkan dalam pengumpulan data pada penelitian tersebut adalah ponsel seluler sebagai pengumpulan data-data primer dan sekunder untuk sementara dan mencadangkan data dan alat ukur berupa meteran sebagai pengukuran dimensi drainase.

Pada penelitian ini, Teknik analisis dan pengolahan data yang dilakukan dalam evaluasi drainase adalah sebagai berikut.

Analisa Hidrologi:

a. Analisa Data Hujan (Metode Rata-rata Aritmatik)

Jika hilang data kurang dari 10%, maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$H_x = 1/3 (H_a + H_b + H_c) \quad (1)$$

Dimana:

$H_x$  = curah hujan pos X

$H_a, H_b, \text{ dan } H_c$  = curah hujan pos A, B, dan C

Jika hilang data lebih dari 10%, maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$H_x = 1/3 [N_x/N_a \dots H_a + N_x/N_b H_b + N_x/N_c H_c] \quad (2)$$

Dimana:

$N_a, N_b$  dan  $N_c$  = hujan normal tahunan di pos A, B dan C

$H_x, H_a, H_b$  dan  $H_c$  = curah hujan pos X, A, B, dan C

b. Tebal Rata-Rata Hujan (Metode Rata-rata Hitung)

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (3)$$

Dimana:

$\bar{R}$  = curah hujan rata-rata

$R_1 - R_n$  = curah hujan untuk masing-masing pos

$n$  = banyaknya pos hujan

c. Analisa Frekuensi Hujan (Metode Log Person)

Pada bagian Analisa frekuensi, dibuatlah hitungan elemen rumus seperti  $(x_i - \bar{x})$ ,  $(x_i - \bar{x})^2$ ,  $(x_i - \bar{x})^3$ , dan  $(x_i - \bar{x})^4$ . Setelah elemen rumus didapatkan, maka dapat membuat hitungan parameter terlebih dahulu pada metode yang digunakan dapat menggunakan perhitungan berikut.

- Nilai Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (4)$$

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (5)$$

- Standar Deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (6)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \quad (7)$$

- Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}}$$

- Koefisien Kemenceng

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (8)$$

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (9)$$

- Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (X_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \quad (10)$$

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (\log X_i - \log \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \quad (11)$$

Dimana:

$X_i$  = curah hujan harian maksimum (mm)

$\bar{x}$  = nilai rata-rata curah hujan harian maksimum (mm)

$n$  = jumlah tahun data hujan

$s$  = standar deviasi

$C_v$  = koefisien variasi

$C_s$  = koefisien kemenceng

$C_k$  = koefisien kurtosis

Untuk syarat yang digunakan dalam memilih jenis distribusi adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pedoman Penentuan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Gumbell	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$
Log Person III	$C_s \neq 0$

Sumber : C.D. Soemarto, Hidrologi Teknik, Edisi 2

d. Uji Distribusi Probabilitas (Metode Chi-Kuadrat)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (12)$$

Dimana:

$\chi^2$  = nilai chi kuadrat

$E_i$  = frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya

$O_i$  = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

$n$  = jumlah sub kelompok dalam satu grup (jumlah kelas)

Untuk nilai  $E_i$  didapatkan dari:

$$E_i = \frac{n}{N} \quad (13)$$

Dimana:

$N$  = jumlah kelas

$N$  = jumlah data

Untuk derajat kebebasan didapatkan dari:

$$dk = K - (\alpha + 1)$$

$$k = 1 + 3,3 \log n$$

Dimana:

$dk$  = derajat kebebasan

$k$  = banyak kelas

$\alpha$  = jumlah parameter (untuk chi kuadrat = 2)

$n$  = jumlah data

Jika nilai derajat kebebasan sudah didapatkan, maka nilai chi kuadrat kritis ( $\chi^2_{ct}$ ) didapatkan dari tabel sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai Chi kuadrat kritis

Dk	0.99	0.975	0.95	0.05
1	0.000157	0.000982	0.00393	3.841
2	0.0201	0.0506	0.103	5.991

Sumber : C.D. Soemarto, Hidrologi Teknik, Edisi 2

Jika nilai perbandingan pada  $x^2$  (nilai chi kuadrat) lebih kecil dari  $x^2_{ct}$  (nilai chi kuadrat kritis), maka sampel dapat diterima

e. Analisis Intensitas Curah Hujan (Metode Dr. Monosobe)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (14)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya turun hujan (jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)

Analisa Hidrolika:

a. Debit Banjir Rencana

Untuk tahapan dalam analisis yang digunakan adalah sebagai berikut.

a) Kecepatan Aliran

$$V = 72. \left( \frac{H}{L} \right)^{0,6} \quad (15)$$

Dimana:

H = Beda tinggi antara titik terjauh dan mulut daerah pengaliran (km)

L = panjang sungai (km)

V = kecepatan banjir (km/jam)

b) Waktu Konsentrasi

$$t_c = t_o + t_d \quad (16)$$

$$t_o = \left( \frac{2}{3} \cdot 3.28 \cdot L_o \cdot \frac{nd}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,167} \quad (17)$$

$$t_d = \frac{L}{60 \cdot V} \quad (18)$$

Dimana:

$t_o$  = waktu limpasan (menit)

$L_o$  = panjang limpasan (m)

$S_o$  = kemiringan medan limpasan (%)

C = angka pengaliran

L = panjang saluran (m)

V = kecepatan alir rata-rata (m/detik)

c) Intensitas Curah Hujan

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (19)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya turun hujan (jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)

d) Koefisien Aliran

$$C_w = \frac{A_1.C_1 + A_2.C_2 + \dots + A_n.C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (20)$$

Dimana:

$C_1, C_2,$  dan  $C_n$  = koefisien pengaliran untuk setiap sub catchment area

$A_1, A_2,$  dan  $A_n$  = sub area dengan karakteristik permukaan tanah berbeda

e) Debit Banjir Rencana

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (21)$$

Dimana:

$Q$  = kapasitas pengaliran ( $m^3/detik$ )

$C$  = koefisien pengaliran

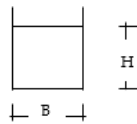
$I$  = intensitas hujan pada periode ulang tertentu (mm/jam)

$A$  = luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

b. Analisa Kapasitas Saluran

a) Dimensi Penampang Saluran

- Penampang Persegi



Luas Penampang

$$(F_s) = B.H \quad (22)$$

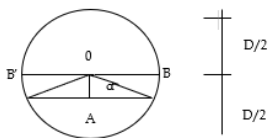
Keliling Basah

$$(P_s) = B + 2H \quad (23)$$

Radius Hidrolik

$$(R_s) = F_s/P_s \quad (24)$$

- Penampang Lingkaran



Luas Penampang

$$(F_s) = (1/2.BB'.OA) + ((2\alpha/360^\circ).1/4\pi D^2) \quad (25)$$

Keliling Basah

$$(P_s) = 2\alpha/360\pi D \quad (26)$$

Radius Hidrolik

$$(R_s) = F_s/P_s \quad (27)$$

b) Kecepatan Aliran (Metode Manning)

$$v = \frac{1}{n} R_s^{2/3} S^{1/2} \quad (28)$$

Dimana:

- v = kecepatan aliran air di saluran (m/detik)  
 n = koefisien kekerasan dinding  
 Rs = radius hidrolis  
 S = kemiringan saluran

c) *Run Off Coefficient*

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (29)$$

Dimana:

- Q = kapasitas pengaliran (m<sup>3</sup>/detik)  
 C = koefisien pengaliran  
 I = intensitas hujan pada periode ulang tertentu (mm/jam)  
 A = luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 3 stasiun yang ditinjau, maka data curah hujan yang diambil pada penelitian ini adalah data curah hujan Stasiun BMKG Halim Perdanakusuma.

Tabel 3. Data Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maks Tahunan (mm)
1	2014	120.80
2	2015	124.60
3	2016	111.60
4	2017	136.30
5	2018	101.20
6	2019	100.65
7	2020	214.01
8	2021	91.99
9	2022	180.24
10	2023	72.61
rata-rata		125.40

#### 3.1. Tebal Rata-rata Hujan

Untuk rata-rata curah hujan yang hanya hanya menggunakan 1 stasiun terdekat saja dan mengambil contoh rata-rata curah hujan pada tahun 2014 dihitung dengan menggunakan metode aritmatik dan rumus nomor 3, maka dapat diperoleh rata-rata curah hujan selama 10 tahun sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tebal rata-rata hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maks Tahunan (mm)
1	2014	120.80
2	2015	124.60
3	2016	111.60
4	2017	136.30
5	2018	101.20
6	2019	100.65
7	2020	214.01
8	2021	91.99
9	2022	180.24
10	2023	72.61
rata-rata		125.40

#### 3.2. Analisa Frekuensi

Pada bagian Analisa frekuensi, maka dapat membuat hitungan elemen rumus terlebih dahulu pada metode yang digunakan, setelah elemen rumus didapat, maka dapat membuat hitungan parameter terlebih dahulu dan

dari hasil analisa frekuensi yang diperoleh, maka diambil dari perbandingan syarat distribusi yang memenuhi kriteria dengan ditunjukkan tabel sebagai berikut.

**Tabel 5. Perbandingan Syarat Distribusi dan Hasil Perhitungan**

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Gumbell	$C_s \leq 1.1396$	1.1641	Tidak Memenuhi
	$C_k \leq 5.4002$	4.8730	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3$	0.4996	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5.383$	4.1411	Tidak Memenuhi
Normal	$C_s \approx 0$	1.1641	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx 3$	4.8730	Tidak Memenuhi
Log Person III	$C_s < 0$	0.4996	Memenuhi

Untuk jenis distribusi yang digunakan adalah metode distribusi Log Person III, maka dapat diperoleh hasil periode ulang tahun sebagai berikut.

**Tabel 6. Hasil Analisis Frekuensi**

Periode Ulang (Tahun)	G	Log X	Xt
2	-0.083	2.066439	116.5304
5	0.808	2.189216	154.6022
10	1.323	2.260181	182.0459
20	1.714	2.314105	206.1129
25	1.91	2.341067	219.3145
50	2.311	2.396324	249.0713
100	2.686	2.447997	280.5417

### 3.3. Uji Distribusi Probabilitas

Sebelum melakukan pengujian kesesuaian distribusi probabilitas, data curah hujan harus diurutkan terlebih dahulu dari nilai curah hujan yang terbesar sampai dengan yang terkecil atau sebaliknya, setelah mendapatkan periode ulang dari kelas distribusi, dilakukan pengujian kesesuaian distribusi probabilitas, sebelum menghitung nilai untuk  $x_2$ , maka menghitung dahulu nilai pada interval kelas sesuai dengan kelas distribusi dan periode ulang (tahun) seperti pada tabel berikut.

**Tabel 7. Interval Kelas distribusi Probabilitas**

Periode Ulang (Tahun)	Kt	Log Xt	Xt (mm)
5	0.81	2.1892	154.6022
2.5	0.066	2.0869	122.1524
1.67	-0.42	2.0196	104.6096
1.25	-0.86	1.9599	91.1848

Untuk perhitungan nilai  $x^2$  pada distribusi probabilitas seperti pada tabel berikut.

**Tabel 8. Hasil Uji Chi-kuadrat**

Kelas	Interval	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> )	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
1	< 91.1848	1	2	-1	0.5
2	91.1848 – 104.6096	3	2	1	0.5
3	104.6096 – 122.1524	2	2	0	0
4	122.1524 – 154.6022	2	2	0	0
5	> 154.6022	2	2	0	0
Jumlah		10	10	0	1

Sesuai dengan syarat sampel distribusi tersebut dapat dianalisis adalah nilai  $x_2 < x_{2ct}$ . Dari hasil diatas, maka dapat dilakukan analisis dengan sebagai berikut  $x_2 = 1 < x_{2ct} = 5,991 \rightarrow$  Dapat dilakukan analisis

### 3.4. Intensitas Curah Hujan

Dengan menggunakan rumus yang sama dalam menghitung intensitas curah hujan di jam berikutnya, maka dapat diperoleh intensitas curah hujan selama 24 jam dengan tabel 5 jam sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Perhitungan pada Intensitas Curah Hujan

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	116.53	154.60	182.05	219.31	249.07	280.54
1	40,3988	53,5976	63,1118	76,0321	86,3482	97,2584
2	25,4497	33,7644	39,7579	47,8972	54,3960	61,2689
3	19,4217	25,7670	30,3410	36,5524	41,5119	46,7569
4	16,0323	21,2702	25,0459	30,1734	34,2673	38,5970
5	13,8162	18,3301	21,5839	26,0026	29,5307	33,2619

### 3.5. Debit Banjir Rencana

Untuk contoh debit banjir rencana pada saluran GA1 Segmen 1 didapatkan dari saluran yang membawa aliran air pada saluran sebelumnya, yaitu A1A segmen 4 dan 5. Dengan menggunakan rumus yang sama dalam menghitung debit banjir rencana untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun, maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 10. Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran

Saluran	Segmen	A km <sup>2</sup>	to (menit)	td (menit)	tc (jam)	I			Cw	Qr (m <sup>3</sup> /detik)		
						R2	R5	R10		R2	R5	R10
saluran samping 1 (arah cikampek)												
a1		0,005	1,48	8,15	0,16	30,42	40,36	47,53	0,95	0,04	0,05	0,06
a1a	1	0,000	0,25	4,90	0,09	24,62	32,67	38,47	0,95	0,00	0,00	0,00
	2	0,000	0,47	9,55	0,17	15,80	20,96	24,68	0,95	0,00	0,00	0,00
	3	0,005	0,37	3,26	0,06	31,06	41,21	48,53	0,95	0,04	0,05	0,06
	4	0,001	0,44	0,82	0,02	62,91	83,47	98,29	0,95	0,01	0,02	0,02
	5	0,000	0,33	5,73	0,10	22,08	29,30	34,50	0,95	0,00	0,00	0,00
gal	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,02	0,02
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,02	0,02
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,04	0,05
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,06	0,07
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,10	0,11
a2		0,007	1,99	11,80	0,22	13,12	17,40	20,49	0,84	0,02	0,03	0,04
a3	1	0,000	1,64	5,55	0,12	19,71	26,15	30,79	0,95	0,00	0,00	0,00
	2	0,000	1,43	0,55	0,03	46,63	61,86	72,84	0,95	0,00	0,00	0,00
	3	0,002	1,44	7,63	0,15	16,88	22,39	26,36	0,94	0,01	0,01	0,01
	4	0,005	2,77	6,36	0,13	18,90	25,07	29,52	0,52	0,01	0,02	0,02
	5	0,002	2,83	1,64	0,07	27,03	35,86	42,22	0,40	0,00	0,01	0,01
a3a	1	0,003	1,57	3,75	0,09	24,08	31,94	37,61	0,95	0,02	0,02	0,03
	2	0,006	1,42	15,23	0,28	11,26	14,94	17,59	0,95	0,02	0,02	0,03
	3	0,000	1,24	1,56	0,05	36,97	49,05	57,76	0,95	0,00	0,00	0,00
	4	0,011	1,44	28,95	0,51	7,54	10,00	11,78	0,95	0,02	0,03	0,03
a4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,03	0,04
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,06	0,07
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,09	0,11
	4	0,004	1,37	17,12	0,31	10,50	13,93	16,40	0,95	0,01	0,02	0,02
	5	0,001	1,34	5,85	0,12	19,70	26,13	30,77	0,95	0,01	0,01	0,01
saluran samping 2 (arah jakarta)												
b1		0,005	0,67	0,56	0,02	537,12	712,61	839,10	0,95	0,69	0,91	1,07
gb1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	0,91	1,07
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	1,82	2,14
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,73	3,22
b1a	1	0,000	1,12	1,11	0,04	363,25	481,92	567,47	0,85	0,01	0,02	0,02
	2	0,002	1,05	11,33	0,21	115,69	153,48	180,73	0,61	0,04	0,05	0,06
	3	0,001	0,78	6,06	0,11	171,84	227,98	268,45	0,64	0,02	0,03	0,04
	4	0,000	0,77	1,76	0,04	333,16	442,00	520,46	0,60	0,01	0,02	0,02
	5	0,002	0,91	14,28	0,25	100,92	133,90	157,67	0,68	0,04	0,05	0,06
b2		0,006	0,61	11,95	0,21	114,61	152,05	179,04	0,95	0,18	0,24	0,28
b3	1	0,006	0,73	5,92	0,11	175,13	232,35	273,60	0,95	0,28	0,37	0,44
	2	0,006	1,07	2,33	0,06	274,08	363,62	428,17	0,95	0,44	0,58	0,69

gb2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	0,96	1,13
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,16	1,54	1,82
b4		0,006	0,53	16,98	0,29	91,83	121,83	143,46	0,95	0,14	0,18	0,22	
saluran median													
m1		0,010	0,69	8,26	0,15	143,68	190,63	224,47	0,95	0,37	0,49	0,58	
mg		-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,53	0,63	
m2		0,030	0,55	37,73	0,64	54,52	72,33	85,17	0,95	0,43	0,57	0,67	
box culvert													
bc		-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	1,41	1,67	

### 3.6. Analisa Kapasitas dan Perbandingan

Dengan menggunakan rumus yang sama dalam menghitung kapasitas saluran untuk, maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Analisa kapasitas dan Perbandingan dengan Debit rencana

Saluran	Segmen	B	H	Fs	Ps	Rs	So	nd	V	Qs	Keterangan		
		(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(%)		(m/detik)	(m <sup>3</sup> /detik)	R2	R5	R10
saluran samping 1 (arah cikampek)													
a1		1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,002	0,033	0,82	1,38	AMAN	AMAN	AMAN
a1a	1	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,047	0,033	3,68	6,18	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,007	0,033	1,43	2,41	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,014	0,033	2,05	3,44	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,008	0,033	1,55	2,60	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,020	0,033	2,41	4,05	AMAN	AMAN	AMAN
ga1	1	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,042	0,033	3,49	5,87	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,045	0,033	3,59	6,03	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,013	0,033	1,96	3,30	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,007	0,033	1,46	2,46	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,051	0,033	3,85	6,47	AMAN	AMAN	AMAN
a2		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,003	0,033	0,49	0,12	AMAN	AMAN	AMAN
a3	1	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,006	0,033	1,17	1,87	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,022	0,033	2,23	3,57	AMAN	AMAN	AMAN
	3	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,015	0,033	1,86	2,98	AMAN	AMAN	AMAN
	4	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,001	0,033	0,41	0,66	AMAN	AMAN	AMAN
	5	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,001	0,033	0,57	0,91	AMAN	AMAN	AMAN
a3a	1	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,003	0,035	0,55	0,27	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,009	0,035	0,96	0,46	AMAN	AMAN	AMAN
	3	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,052	0,035	2,37	1,14	AMAN	AMAN	AMAN
	4	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,009	0,035	0,96	0,46	AMAN	AMAN	AMAN
a4	1	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,018	0,035	2,47	5,45	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,103	0,035	5,82	12,84	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,071	0,035	4,84	10,70	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,022	0,035	2,69	5,95	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,044	0,035	3,81	8,42	AMAN	AMAN	AMAN
saluran samping 2 (arah jakarta)													
b1		1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,002	0,035	0,88	1,95	AMAN	AMAN	AMAN
gb1	1	1,00	1,00	0,67	2,21	0,30	0,043	0,035	2,68	1,80	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,00	1,00	0,67	2,21	0,30	0,091	0,035	3,90	2,62	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,00	1,00	0,67	2,21	0,30	0,073	0,035	3,49	2,35	AMAN	AMAN	AMAN
b1a	1	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,022	0,035	2,69	5,93	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,026	0,035	2,94	6,49	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,066	0,035	4,65	10,27	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,067	0,035	4,71	10,40	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,040	0,035	3,65	8,06	AMAN	AMAN	AMAN
b2		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,003	0,033	0,48	0,12	AMAN	AMAN	AMAN
b3	1	0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,002	0,033	0,37	0,09	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,001	0,033	0,21	0,05	TIDAK AMAN	TIDAK AMAN	TIDAK AMAN

gb2	1	2,00	2,00	4,00	6,00	0,67	0,009	0,035	2,11	8,42	AMAN	AMAN	AMAN
	2	2,00	2,00	4,00	6,00	0,67	0,006	0,035	1,66	6,64	AMAN	AMAN	AMAN
b4		1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,005	0,035	1,28	2,83	AMAN	AMAN	AMAN
saluran median													
m1		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,002	0,033	0,41	0,10	AMAN	AMAN	AMAN
mg		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,002	0,033	0,36	0,09	AMAN	AMAN	AMAN
m2		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,004	0,033	0,57	0,14	AMAN	AMAN	AMAN
box culvert													
bc		2,60	6,00	15,60	14,60	1,07	0,031	0,033	5,57	86,82	AMAN	AMAN	AMAN

### 3.7. Pemecahan Masalah

Dengan menggunakan rumus, maka hasil perhitungan perencanaan ulang yang diperoleh, maka perbandingan antara debit saluran sebenarnya dengan debit rencana banjir dapat ditunjukkan tabel sebagai berikut.

Tabel 12. Hasil Perencanaan Ulang dan Perbandingannya

Saluran	Segmen	Qs	Qr (m <sup>3</sup> /detik)			Keterangan		
		(m <sup>3</sup> /detik)	R2	R5	R10	R2	R5	R10
b3	1	1.471408995	0.28	0.37	0.44	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0.834107213	0.44	0.58	0.69	AMAN	AMAN	AMAN

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan identifikasi yang dilakukan pada kawasan terjadinya banjir hingga ketinggian air di pintu tol mencapai 1,5meter dan ketinggian sekitar 40-60 cm yang tergenang sepanjang 500meter diakibatkan kondisi dari beberapa saluran dikawasan tersebut terdapat sedimentasi yang diakibatkan adanya sampah, tumbuhnya tanaman liar, sedimentasi akibat Proyek pembangunan kereta cepat KCIC khususnya pada bagian sekitar tol Jatibening arah Jakarta dan curah hujan yang tinggi pada saat waktu tersebut. Saluran yang tidak dapat menampung air dan dapat mengakibatkan genangan atau banjir, walaupun saluran tersebut dilakukan pembersihan dari sampah dan tanaman liar seperti pada saluran B3 Segmen 2 yang dimana hasil debit saluran sebenarnya sebesar 0,047 m<sup>3</sup>/detik tidak dapat menampung debit banjir rencana pada periode ulang 2 tahun sebesar 0,05 m<sup>3</sup>/detik, 5 tahun sebesar 0,07 m<sup>3</sup>/detik, dan 10 tahun sebesar 0,08 m<sup>3</sup>/detik. Dengan melakukan perencanaan ulang pada dimensi saluran yang tidak aman, didapatkan hasil yang dapat menampung limpasan sebesar 1,47 m<sup>3</sup>/detik pada saluran B3 Segmen 1 dan 0,83 m<sup>3</sup>/detik pada saluran B3 Segmen 2, agar tidak terjadinya genangan atau banjir yang sama dengan periode ulang 2,5, dan 10 tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurmajida N. *Perencanaan Drainase Jalan Tol Pandaan-Malang STA. 15+000-STA. 30+000*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November; 2019.
- [2] Meuraxa YRP. *Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1*. Medan. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 2021.
- [3] Reza T. KompasTV. 2020. *Banjir di Tengah Tol Jakarta-Cikampek, Truk dan Mobil Terjebak*. Available from: <https://www.kompas.tv/nasional/68263/banjir-di-tengah-tol-jakarta-cikampek-truk-dan-mobil-terjebak>
- [4] Ramadhan HF. *Analisis Intensitas Hujan Kala Ulang 2, 5 Dan 10 Tahun Di Kampus I Universitas Muhammadiyah Purwokerto Menggunakan Metode Analisis Frekuensi*. Purwokerto. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. 2017.
- [5] Setiawan H, Jalil M, Purwadi F, S CA, Brata AW, Jufda AS. *Analisis Penyebab Banjir di Kota Samarinda*. J Geogr Gea. 2020;20(1):39–43.
- [6] Sinulingga B. Liputan6. 2021. *Terendam Banjir 60 Sentimeter, Gerbang Tol Jatibening Bekasi Ditutup*. Available from: <https://www.liputan6.com/news/read/4488089/terendam-banjir-60-sentimeter-gerbang-tol-jatibening-bekasi-ditutup>
- [7] Prasaptiami I, Anggraeni R. *Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Banjir Di Wilayah Bulak Barat Dan Tengah, Klender, Jakarta Timur*. Politeknik Negeri Jakarta; 2021.
- [8] Bukhori A, Winskayati. *Kajian Perencanaan Drainase Pada Jalan Tol Cisumdawu Seksi 6A Kecamatan Ujung Jaya Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat*. Semin Nas dan Disem Tugas Akhir 2023. 2023;272–7.
- [9] Saidah H, Nur NK, Parea RR, Nur NK. *Drainase Perkotaan*. Watrianthos R, editor. Vol. 20, Yayasan Kita Menulis. Medan; 2021.
- [10] Arasty DM. *Perencanaan Saluran Drainase Jalan Tol Serpong Balaraja Seksi 1B STA. 5+150 – STA. 8+150*. J Online Skripsi Manaj Rekayasa Konstr Politek Negeri Malang. 2024;5(2):1–5.
- [11] Permana S, Fadilah M. *Analisis Curah Hujan dan Debit Banjir DAS Cipeles Terhadap Drainase Jalan Tol Cisumdawu Phase III*. J Konstr Inst Teknol Garut. 2022;20:240–51.



## Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Metode SNI dengan Metode AHSP pada Program Revitalisasi Pembangunan Gedung Laboratorium Praktek SMK Al-Asror Semarang

### Comparison of Budget Plan Between the SNI Method and AHSP Method in Revitalization Program of Laboratory Building Construction of SMK Al-Asror Semarang

Rifki Pribadi<sup>1</sup>, Arif Kurniawan Suksmono<sup>2</sup>, Mukti Agung Wibowo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 14 Agustus 2024  
Direvisi, 11 Juli 2025  
Diterima, 29 Juli 2025

#### Korespondensi Penulis:

Rifki Pribadi  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
Jl. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
rifkipribadi10@gmail.com

#### ABSTRAK

Program revitalisasi SMK pembangunan Gedung laboratorium praktek SMK Al-Asror Semarang merupakan proyek yang beralamat di Jalan Legoksari No.3, Patemon, Kecamatan Gunungpati Pati, Kota Semarang, Jawa Tengah. Revitalisasi pembangunan gedung laboratorium praktek SMK Al-Asror Semarang Gedung ini di bangun mencakup aspek pekerjaan gedung lantai dasar, gedung lantai atas, gedung perkantoran, dan laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan Rencana Anggaran Biaya menggunakan Metode SNI dan Metode AHSP pada Program Revitalisasi Pembangunan Gedung Laboratorium Praktek SMK Al-Asror Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi biaya dengan Metode SNI sebesar Rp941.874.824, sementara dengan Metode AHSP sebesar Rp1.085.334.395, dengan perbedaan sebesar Rp143.495.571 atau 15%. Perbedaan ini terutama berkaitan dengan biaya alat, bahan, dan upah pekerja.

**Kata Kunci :** Metode SNI, Metode AHSP, RAB.

#### ABSTRACT

*The revitalization program for SMK Al-Asror Semarang involves the construction of a practical laboratory building at Jalan Legoksari No.3, Patemon, Gunungpati district, Semarang City, Jawa Tengah Province. The project includes the construction of the ground floor, upper floors, office building, and laboratory. This study aims to compare the budget plan (RAB) using the SNI and AHSP methods in the revitalization program for the practicum laboratory building at SMK (Vocational High School) Al-Asror Semarang. The results indicate that the estimated cost using the SNI Method is IDR 941,874,824, while the AHSP Method estimates a cost of IDR 1,085,334,395, resulting in a difference of Rp143,495,571 or 15%. This difference is mainly due to variations in equipment, materials, and labor costs*

**Keyword :** SNI Method, AHSP Method, Budget Plan

## 1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi bangunan dan proyek konstruksi bangunan sipil adalah dua kategori yang termasuk dalam proyek. Proyek konstruksi yang melibatkan bangunan termasuk rumah, tempat kerja, pabrik, dan struktur lain yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau tempat kerja. Di sisi lain, proyek konstruksi bangunan sipil melibatkan pembangunan jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur publik lainnya [1].

Bagian penting dalam melaksanakan proyek bangunan adalah memperkirakan biaya. Hal ini digunakan untuk menentukan biaya konstruksi proyek atau investasi pada tahap pertama. Diperlukan metode mendasar untuk menentukan harga satuan, yaitu Analisis Biaya Konstruksi [6], untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasi pembangunan gedung dan bangunan dalam industri konstruksi. Untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kegiatan yang berhubungan dengan konstruksi, seperti pembangunan dan pengembangan, Analisis Anggaran Biaya Pelaksanaan menjelaskan bahwa diperlukan metode dasar untuk menentukan harga satuan. Metode ini dikenal sebagai Analisis Biaya Konstruksi. Metode ini melibatkan perkalian indeks bahan bangunan dan upah kerja dengan harga bahan bangunan dan standar upah pekerja untuk mendapatkan satuan pekerjaan konstruksi yang diketahui, yaitu analisis AHSP dan metode SNI [2].

Dikarenakan adanya perbedaan perhitungan antara metode SNI 2021 dengan metode AHSP 2021, maka peneliti memutuskan untuk membandingkan Rencana Anggaran Biaya antara Metode SNI dengan Metode AHSP pada Program Revitalisasi Pembangunan Gedung Laboratorium Praktik SMK AL-Asror Semarang [8].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian adalah Proyek Revitalisasi Gedung Laboratorium Praktek SMK Al-Asror Semarang. Gedung ini terletak di Patemon, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang, Jawa Tengah.

Proyek revitalisasi gedung laboratorium ini memiliki nilai biaya pekerjaan sebesar Rp1.086.970.391 (Satu Milyar Delapan puluh Enam Juta Sembilan Ratus Tujuh Puluh Ribu Tigaratus Sembilan Puluh Satu Rupiah) dengan tanggal kontrak 10 April 2021 dan tahun anggaran 2021.

### 2.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif, dengan cara mengumpulkan data dan mengolah data yang diperoleh agar penulis dapat memperoleh perbandingan yang rencana anggaran yang lebih efisien [10].

Data yang diambil pada penelitian ini yakni data kuantitatif dan kualitatif, merupakan data yang berbentuk angka sehingga dapat diolah secara numerik dan akurat serta data yang didapat merupakan data sekunder yang pengambilannya dari pihak lain [10].

### 2.3. Tahapan Penelitian

#### 2.3.1 Tahapan Persiapan

Penelitian ini akan membutuhkan beberapa referensi yang berkaitan dengan pokok permasalahan penelitian, seperti data dan teori yang diperoleh dari berbagai literatur, buku, hasil penelitian dan sebagainya.

#### 2.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Yaitu mengumpulkan data-data yang diperlukan mulai dari Gambar rencana, AHSP (Analisis Harga Satuan Pekerjaan) 2021, Bil Of Quantity, Analisis SNI 2021. Data ini diambil dari pihak penyedia jasa/kontraktor.

#### 2.3.3 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data berdasarkan data RAB SMK Al-Asror Semarang menggunakan Perbandingan SNI 2021 dan AHSP SMK Al-Asror Semarang Tahun 2021.

#### 2.3.4 Tahap Pembahasan dan Kesimpulan

Pada tahap ini semua perhitungan akan dibahas dengan detail dan mudah dipahami lalu kemudian diambil sebuah kesimpulan sebagai hasil akhir penelitian.

### 2.4. Analisa Data

Analisis harga satuan ini menetapkan perhitungan harga satuan upah tenaga kerja, serta bahan, peralatan, dan pekerjaan yang dapat didasarkan pada metode kerja dan asumsi yang sesuai dengan. yang dijelaskan dalam spesifikasi teknik, gambar desain, dan komponen harga satuan. Berikut ini beberapa data yang akan dianalisis [9]:

1. Harga Satuan Bahan
2. Harga Satuan Upah
3. Harga Satuan Pekerjaan
4. Rencana Anggaran Biaya SNI

5. Rencana Anggaran Biaya Smk Al-Asror Semarang
6. Perhitungan Selisih Harga Satuan Pekerjaan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Harga Satuan Bahan

Berdasarkan Standarisasi Harga Satuan Bahan Bangunan, Upah dan Analisa Pekerjaan untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Semarang Tahun Anggaran 2021 didapat data sebagai berikut [4]:

Tabel 1. Harga Satuan Bahan

No	Item	Unit	Harga
1	Kayu Klas III (Terentang)	m <sup>3</sup>	Rp 1.900.000,00
2	Paku Biasa 2" -5"	Kg	Rp 14.962,00
3	Minyak Bekisting	Ltr	Rp 8.550,00
4	Batu belah	m <sup>3</sup>	Rp 244.300
5	Pasir Urug	m <sup>3</sup>	Rp250.100,00
6	Pasir Urug	m <sup>3</sup>	Rp250.100,00
7	Portland Cement	Kg	Rp1.500,00
8	Besi Beton Polos	Kg	Rp9.500,00
9	Kawat Beton	Kg	Rp13.775,00
10	Pasir Beton	m <sup>3</sup>	Rp388.900,00
11	Kerikil Beton	m <sup>3</sup>	Rp210,00
12	Balok Kayu Kelas II	m <sup>3</sup>	Rp6.258.125,00
13	Plywood tebal 9mm	Lbr	Rp88.825,00
14	Dolken Kayu Galam diameter 8 - 10 cm / 4 m	Btg	Rp17.100,00
15	Bambu cerucuk Ø 15 Panjang 600 cm	Btg	Rp22.600,00

Sumber: Standarisasi Harga Satuan Bahan Bangunan, Upah dan Analisa Pekerjaan untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Semarang Tahun Anggaran 2021

#### 3.2. Harga Satuan Upah

Berdasarkan Standarisasi Harga Satuan Bahan Bangunan, Upah dan Analisa Pekerjaan untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Semarang Tahun Anggaran 2021 didapat data sebagai berikut [4]:

Tabel 2. Harga Satuan Upah

No	Item	Unit	Harga Satuan
1	Pekerja	OH	Rp105.000,00
2	Tukang Kayu	OH	Rp130.000,00
3	Kepala Tukang	OH	Rp140.000,00
4	Mandor	OH	Rp130.000,00
5	Tukang Batu	OH	Rp130.000,00
6	Tukang Besi	OH	Rp130.000,00

Sumber: Standarisasi Harga Satuan Bahan Bangunan, Upah dan Analisa Pekerjaan untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Semarang Tahun Anggaran 2021

#### 3.3. Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan dapat dipelajari secara rinci untuk menentukan biaya dan risiko yang terkait dengan proyek konstruksi. Metode AHP merupakan metode yang sistematis dan objektif untuk melakukan hal tersebut. Meskipun terdapat perbedaan antara analisis, terutama dalam besarnya koefisien, setiap metode dapat digunakan sebagai panduan saat membuat anggaran biaya bangunan [2].

#### 3.4. Analisa Rencana Anggaran Biaya SNI 2021

Setelah dilakukan perhitungan analisa harga satuan pekerjaan, kemudian menyusun rencana anggaran biaya. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya bangunan dengan metode AHSP dan metode SNI yang selanjutnya membandingkan jumlah dari kedua perhitungan sehingga didapatkan selisih harga dari tiap kelompok pekerjaan dan jumlah total biaya dari Proyek Pekerjaan Revitalisasi Laboratorium Praktek SMK AL- Asror Semarang. Disajikan hasil perhitungan tiap pekerjaan, jumlah total rencana anggaran biaya SNI sebagai berikut [3]:

Tabel 3. Harga Satuan Upah

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>II. PEK.PONDASI</b>					
1	Pek. Beton Tumbuk Lantai Kerja 1: 3: 5	8,68	m <sup>3</sup>	Rp1.380.028	Rp11.978.643
2	Pek. Pomdasi Tapak Beton 1: 2: 3	16,80	m <sup>3</sup>	Rp1.395.422	Rp23.443.089,60
3	Pas. Pondasi Batu Kosong Batu Kali / Aanstamping	24,80	m <sup>3</sup>	Rp672.554	Rp16.679.339
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 Pc : 4 Ps	56,40	m <sup>3</sup>	Rp1.354.321	Rp76.383.704,40
5	Pek. Angkur Besi ø10 pada Pondasi (pj = 45 cm)	24,00	ttk	Rp37.892	Rp909.408
				Total	Rp129.394.184
<b>III. PEK. BETON</b>					
1	Pek. Beton Sloof Utama 1:2:3 (S1 20/30)	5,40	m <sup>3</sup>	Rp3.930.580	Rp21.225.130
2	Pek. Beton Sloof Selasar 1:2:3 (S2 15/20)	1,35	m <sup>3</sup>	Rp3.930.580	Rp5.306.282
3	Pek. Beton Kolom Utama 1:2:3 (K1 30/40)	35,52	m <sup>3</sup>	Rp5.492.473	Rp195.092.627
4	Pek. Beton Kolom Utama 1:2:3 (K2 40/40)	4,62	m <sup>3</sup>	Rp5.492.473	Rp25.375.223
5	Pek. Beton Kolom Selasar 1:2:3 (K2 30/30)	16,20	m <sup>3</sup>	Rp5.492.473	Rp88.978.056
6	Pek. Beton Kolom Praktis 1:2:3 (K5 15/15)	5,13	m <sup>3</sup>	Rp5.492.473	Rp28.176.384
7	Pek. Beton Balok Struktur 1:2:3 (B1 25/50)	5,20	m <sup>3</sup>	Rp5.640.270	Rp29.329.402
8	Pek. Beton Balok Anak 1:2:3 (B2 20 /40)	4,80	m <sup>3</sup>	Rp5.640.270	Rp27.073.294
9	Pek. Beton Plat Lantai 1 : 2 : 3 t = 12	46,6	m <sup>3</sup>	Rp5.640.270	Rp262.836.565
10	Pek. Beton Balok Gantung Selasar 1:2:3 (K4 15/20)	1,08	m <sup>3</sup>	Rp5.640.270	Rp6.091.491
11	Pek. Beton Ring Balok 1:2:3 (R3 15/20)	20,92	m <sup>3</sup>	Rp5.640.270	Rp117.994.441
13	Pek. Angkur Besi ø10 pada Dinding (pj = 45 cm)	132,00	ttk	Rp37.892	Rp5.001.744
				Total	Rp812.480.640
<b>Sub Total Uraian Pekerjaan</b>					<b>Rp941.874.824</b>

Sumber: Standarisasi Harga Satuan Bahan Bangunan, Upah dan Analisa Pekerjaan untuk Kegiatan Pembangunan Pemerintah Kota Semarang Tahun Anggaran 2021

### 3.5. Analisa Rencana Anggaran Biaya SMK Al-Asror

Disajikan hasil perhitungan tiap pekerjaan, jumlah total rencana anggaran biaya SMK Al- Asror sebagai berikut:

Tabel 4. Analisis Rencana Anggaran Biaya SMK Al-Asror

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Sat	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>I PEK.PONDASI</b>					
1	Pek. Beton Tumbuk Lantai Kerja 1: 3: 5	8,68	m <sup>3</sup>	Rp1.527.638	Rp13.259.898
2	Pek. Pomdasi Tapak Beton 1: 2: 3	16,80	m <sup>3</sup>	Rp3.830.364	Rp64.350.115,20
3	Pas. Pondasi Batu Kosong Batu Kali / Aanstamping	24,80	m <sup>3</sup>	Rp544.333	Rp13.499.458
4	Pas. Pondasi Batu Kali 1 Pc : 4 Ps	56,40	m <sup>3</sup>	Rp991.946	Rp55.945.754,40
5	Pek. Angkur Besi ø10 pada Pondasi (pj = 45 cm)	24,00	ttk	Rp10.430	Rp250.320
				Total	Rp147.305.546
<b>II PEK. BETON</b>					
1	Pek. Beton Sloof Utama 1:2:3 (S1 20/30)	5,40	m <sup>3</sup>	Rp4.608.566	Rp24.886.256
2	Pek. Beton Sloof Selasar 1:2:3 (S2 15/20)	1,35	m <sup>3</sup>	Rp4.608.566	Rp6.221.564
3	Pek. Beton Kolom Utama 1:2:3 (K1 30/40)	35,52	m <sup>3</sup>	Rp7.777.230	Rp276.247.210
4	Pek. Beton Kolom Utama 1:2:3 (K2 40/40)	4,62	m <sup>3</sup>	Rp7.777.230	Rp35.930.803
5	Pek. Beton Kolom Selasar 1:2:3 (K2 30/30)	16,20	m <sup>3</sup>	Rp7.777.230	Rp125.991.126
6	Pek. Beton Kolom Praktis 1:2:3 (K5 15/15)	5,13	m <sup>3</sup>	Rp3.468.700	Rp17.794.431
7	Pek. Beton Balok Struktur 1:2:3 (B1 25/50)	5,20	m <sup>3</sup>	Rp6.219.669	Rp32.342.279
8	Pek. Beton Balok Anak 1:2:3 (B2 20 /40)	4,80	m <sup>3</sup>	Rp5.641.365	Rp27.078.552
9	Pek. Beton Plat Lantai 1 : 2 : 3 t = 12	46,6	m <sup>3</sup>	Rp5.709.224	Rp266.049.838
10	Pek. Beton Balok Gantung Selasar 1:2:3 (K4 15/20)	1,08	m <sup>3</sup>	Rp5.641.365	Rp6.092.674
11	Pek. Beton Ring Balok 1:2:3 (R3 15/20)	20,92	m <sup>3</sup>	Rp5.641.365	Rp118.017.356
13	Pek. Angkur Besi ø10 pada Dinding (pj = 45 cm)	132,00	ttk	Rp10.430	Rp1.376.760
				Total	Rp938.028.849
<b>Sub Total Uraian Pekerjaan</b>					<b>Rp1.085.334.395</b>

Sumber: SMK Al-Asror, 2021

### 3.6. Perhitungan Selisih Harga Satuan Pekerjaan

Dari hasil perhitungan dengan metode AHSP SNI 2021, AHSP SMK Al Asror Semarang 2021, Pekerjaan Revitalisasi Laboratorium Praktek SMK AL- Asror Semarang didapat hasil estimasi harga satuan pekerjaan sebagai berikut.

Tabel 5. Estimasi Harga Satuan Pekerjaan SMK Al-Asror

Uraian Pekerjaan	Nilai Pekerjaan		Selisih Harga	Persen-tase Selisih	Keterangan SNI - SMK Al Asror
	SNI 2021	RAB SMK AL-ASROR			
II. PEK.PONDASI					
1 Pek. Beton Tumbuk Lantai Kerja 1: 3: 5	Rp11.978.643	Rp13.259.898	Rp1.281.255	11%	Lebih Murah
2 Pek. PONDASI Tapak Beton 1: 2: 3	Rp23.443.089,60	Rp64.350.115,20	Rp40.907.026	174%	Lebih Murah
3 Pas. Pondasi Batu Kosong Batu Kali / Aanstamping	Rp16.679.339	Rp13.499.458	Rp3.179.881	19%	Lebih Mahal
4 Pas. Pondasi Batu Kali 1 Pc : 4 Ps	Rp76.383.704,40	Rp55.945.754,40	Rp20.437.950	27%	Lebih Mahal
5 Pek. Angkur Besi ø10 pada Pondasi (pj = 45 cm)	Rp909.408	Rp250.320	Rp659.088	72%	Lebih Mahal
Sub Total Uraian Pekerjaan	Rp129.394.184	Rp147.305.546	Rp17.911.362	14%	Lebih Murah
III. PEK. BETON					
1 Pek. Beton Sloof Utama 1:2:3 (S1 20/30)	Rp21.225.130	Rp24.886.256	Rp3.661.127	17%	Lebih Murah
2 Pek. Beton Sloof Selasar 1:2:3 (S2 15/20)	Rp5.306.282	Rp6.221.564	Rp915.282	17%	Lebih Murah
3 Pek. Beton Kolom Utama 1:2:3 (K1 30/40)	Rp195.092.627	Rp276.247.210	Rp81.154.583	42%	Lebih Murah
4 Pek. Beton Kolom Utama 1:2:3 (K2 40/40)	Rp25.375.223	Rp35.930.803	Rp10.555.579	42%	Lebih Murah
5 Pek. Beton Kolom Selasar 1:2:3 (K2 30/30)	Rp88.978.056	Rp125.991.126	Rp37.013.070	42%	Lebih Murah
6 Pek. Beton Kolom Praktis 1:2:3 (K5 15/15)	Rp28.176.384	Rp17.794.431	Rp10.381.953	37%	Lebih Mahal
7 Pek. Beton Balok Struktur 1:2:3 (B1 25/50)	Rp29.329.402	Rp32.342.279	Rp3.012.877	10%	Lebih Murah
8 Pek. Beton Balok Anak 1:2:3 (B2 20 /40)	Rp27.073.294	Rp27.078.552	Rp5.258	0,02%	Lebih Murah
9 Pek. Beton Plat Lantai 1 : 2 : 3 t = 12	Rp262.836.565	Rp266.049.838	Rp3.213.273	1%	Lebih Murah
10 Pek. Beton Balok Gantung Selasar 1:2:3 (K4 15/20)	Rp6.091.491	Rp6.092.674	Rp1.183	0,02%	Lebih Murah
11 Pek. Beton Ring Balok 1:2:3 (R3 15/20)	Rp117.994.441	Rp118.017.356	Rp22.915	0,02%	Lebih Murah
13 Pek. Angkur Besi ø10 pada Dinding (pj = 45 cm)	Rp5.001.744	Rp1.376.760	Rp3.624.984	72%	Lebih Mahal
Sub Total Uraian Pekerjaan	Rp812.480.640	Rp938.028.849	Rp125.548.209	15%	Lebih Murah
Total Keseluruhan	Rp941.874.824	Rp1.085.334.395	Rp143.459.571	15%	Lebih Murah

Sumber: SMK Al-Asror, 2021

## 4. KESIMPULAN

Hasil estimasi dengan biaya menggunakan Metode SNI 2021 adalah Rp.941.874.824 sedangkan estimasi biaya dengan Metode AHSP 2021 pada proyek revitalisasi SMK Al-Asror Semarang adalah Rp.1.085.334.395. Perbedaan ini mencakup elemen biaya alat, bahan, dan upah pekerja.

Perbandingan selisih estimasi anggaran biaya antara metode metode SNI 2021 dan AHSP SMK Al-Asror Semarang Tahun 2021 adalah sebesar Rp.143.495.571. Metode SNI 2021 15% lebih murah dibandingkan dengan AHSP SMK Al-Asror Semarang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ratag, K. A., Malingkas, G. Y., & Tjakra, J. (2021). *Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Antara Metode SNI Dengan Metode AHSP Pada Proyek Gedung Pendidikan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi*. 19(79), 299–305.

- 
- [2] Anderson, F. (2018). *Perbandingan Perkiraan Biaya Antara Metode Sni Dengan Metode Ahsp Pada Pekerjaan Drainase Perumahan Sirih Nasfah Indah*. November, 424–433. <http://repository.una.ac.id/id/eprint/93>
  - [3] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum
  - [4] Badan Standarisasi Nasional (BSN) Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum
  - [5] Rencana, P., Biaya, A., Bow, M., & Dan, A. (2023). *Kontraktor pada Proyek Peningkatan Jalan*. April, 69–75. <https://doi.org/10.37253/leader.v1i1.7729>
  - [6] Resta, M. B. (2023). *Optimasi Biaya & Waktu pada Penjadwalan Proyek Perumahan Dengan Microsoft Project (Studi kasus : Perumahan Cluster Pamulang)*. 1(4), 295–306.
  - [7] Sukma, D. A., & Girsang, H. (2023). *Analysis of Cost and Time Implementation of Red Brick, Light Brick, and Precast Panel Wall Work in Housing Project*. 12(02), 63–70.
  - [8] Irawan, S. (2021). *Analysis Comparative of Costs on Structural and Architectural Works for Shophouse Construction Projects Using the BOW Method and the Minister of PUPR Regulation No . 28 of 2016*. 2(1), 15–19.
  - [9] Junaidi, F. A., Sari, S. N., & Ardian, O. H. (2023). *Analisa Rancangan Anggaran Biaya san Penjadwalan pada Pembangunan Dinding Penahan Tanah*. 2(3), 77–86.
  - [10] Haqiqi, A. H. K., & Djaelani, M. (2023). *Analisa Perbandingan Rancangan Anggaran Biaya Pembangunan Jalan Aspal Perumahan Indraprasta View Pacet Dengan Metode AHSP dengan Perancangan Proyek pada PT. Indraprasta Graha Utama*. 1(4), 95–108

## Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan Banyumas Jawa Tengah)

### An Analysis on Performance of Unsignalized Intersections (A Case Study of Perintis Kemerdekaan Street Intersection Banyumas Central Java)

Ricko Dwi Prihantoro<sup>1</sup>, Sulfah Anjarwati<sup>2</sup>, Cremona Ayu Novita Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 13 Agustus 2024  
Direvisi, 12 Juli 2025  
Diterima, 4 Agustus 2025

#### Korespondensi Penulis:

Ricko Dwi Prihantoro  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
rickoprihantoro69@gmail.com

#### ABSTRAK

Simpang Perintis merupakan salah satu simpang tak bersinyal di Purwokerto yang merupakan pertemuan antara Jalan Perintis Kemerdekaan bagian utara (mayor), Jalan Situmpur (mayor), Jalan Perintis Kemerdekaan bagian selatan (minor) dan Jalan Kalibener Gg.1 (minor). Hasil pengamatan awal menunjukkan kemacetan kerap terjadi di simpang ini, terutama di jam-jam sibuk. PKJI 2014 digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini, pengambilan data yang dilakukan melalui survei lalu lintas untuk mendapatkan kinerja simpang berupa volume lalu lintas ( $Q$ ), kapasitas ( $C$ ), derajat kejenuhan ( $DJ$ ), Tundaan ( $T$ ), dan peluang antrean ( $Pa$ ). Hasil analisis kinerja simpang didapatkan volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pukul 09.00 – 10.00 WIB pada Hari Rabu sebesar 2447 skr/jam. Dengan kapasitas ( $C$ ) sebesar = 4081,76 skr/jam, derajat kejenuhan ( $DJ$ ) = 0,61, tundaan total ( $T$ ) = 11,27 detik/skr, dan peluang antrean ( $Pa$ ) = 16-33%, dengan tingkat pelayanan masuk kategori C dengan keterangan sedang. Sementara itu untuk analisis kinerja simpang tahun 2028 volume arus lalu lintas yang didapatkan sebesar ( $V$ ) = 3132,8 skr/jam dengan nilai derajat kejenuhan ( $DJ$ ) = 0,77, tundaan total ( $T$ ) = 13,88 detik/skr, dan peluang antrean ( $Pa$ ) = 24-48%, dengan tingkat pelayanan masuk kategori D dengan keterangan kurang.

**Kata Kunci :** Kinerja Simpang Tak Bersinyal Simpang Perintis, Derajat Kejenuhan, Prediksi 5 tahun Mendatang, PKJI 2014

#### ABSTRACT

*Perintis Intersection is one of the unsignalized intersections in Purwokerto which is a meeting between Perintis Kemerdekaan street north (major), Situmpur street (major), Perintis Kemerdekaan street south (minor) and Kalibener street Gg.1 (minor). Initial observations showed that these intersections are often congested, especially during peak hours. PKJI 2014 is used as a reference in this study, data collection is done through traffic surveys to obtain intersection performance in the form of traffic volume ( $Q$ ), capacity ( $C$ ), degree of saturation ( $DJ$ ), delay ( $T$ ), and queuing opportunities ( $Pa$ ). The results of the intersection analysis obtained the highest traffic volume occurred at 09.00 - 10.00 WIB on Wednesday amounting to 2447 skr/hour. With a capacity ( $C$ ) of = 4081,76 skr/hour, degree of saturation ( $DJ$ ) = 0.61, total delay ( $T$ ) = 11.27 seconds/skr, and queuing opportunities ( $Pa$ ) = 16-33%, with the level of service in category C with moderate information. Meanwhile, for the performance of the intersection in 2028, the volume of traffic flow obtained was ( $V$ ) = 3132.8 skr/hour with a degree of saturation ( $DJ$ ) = 0.77, total delay ( $T$ ) = 13.88 seconds/skr, and queuing opportunities ( $Pa$ ) = 24-48%, with the level of service in category D with less information.*

**Keyword :** Unsignalized Intersection Performance, Perintis Intersection, Degree Saturation, Prediction for the Next 5 years, PKJI 2014

## 1. PENDAHULUAN

Persimpangan jalan adalah titik pertemuan berbagai pergerakan dalam arah yang berbeda. Persimpangan jalan memegang peranan utama dalam menjamin kelancaran arus lalu lintas. Persimpangan ada 2 (dua) macam yaitu persimpangan bersinyal dan persimpangan tak bersinyal, simpang bersinyal yaitu simpang yang mempunyai alat pemberi isyarat lalu lintas berupa traffic light, sedangkan simpang tak bersinyal yaitu simpang yang tidak mempunyai alat pemberi isyarat.

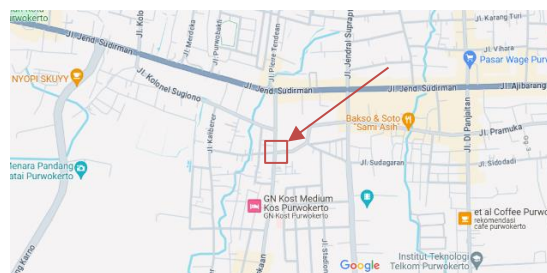
Simpang Perintis merupakan salah satu simpang 4 lengan tak bersinyal di Purwokerto yang merupakan pertemuan antara Jalan Perintis Kemerdekaan bagian utara (mayor), Jalan Situmpur (mayor), Jalan Perintis Kemerdekaan bagian selatan (minor) dan Jalan Kalibener Gg.1 (minor). Hasil pengamatan awal menunjukkan kemacetan kerap terjadi di simpang ini, paling penting di jam-jam sibuk. Hal ini terjadi sebab simpang tersebut merupakan jalan yang melewati suatu kawasan dengan aktivitas yang cukup padat, antara lain di jalan perintis kemerdekaan bagian utara dan jalan situmpur yang merupakan kawasan pertokoan. Sedangkan di jalan perintis kemerdekaan bagian selatan merupakan kawasan sekolah dan pemukiman. Hal ini tentu akan menimbulkan kemacetan. Pada uraian tipe lingkungan jalan dalam buku PKJI Tahun 2014, lokasi penelitian ini termasuk dalam kawasan komersial.

Berdasarkan hasil uraian di atas muncul ketertarikan peneliti untuk melakukan penelitian di persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan – Jalan Situmpur. di saat waktu sibuk semisal saat pagi, siang serta waktu sore, ketika banyak kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut untuk menuju ke beberapa titik sekolah, pusat perbelanjaan dan pusat pemerintahan yang dekat dengan persimpangan atau tempat lainnya. Sehubungan dengan hal itu, penulis bermaksud untuk meneliti penelitian yang judulnya “Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan Banyumas Jawa Tengah)”.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Simpang Perintis yang terletak di Jl. Perintis Kemerdekaan, Kecamatan Purwokerto Selatan, Kabupaten Banyumas. untuk pengambilan data baik itu data primer maupun sekunder. Setelah pengambilan data dilakukan pengolahan data untuk mengetahui hasil penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: Google Maps, 2023

### 2.2. Metode Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan berupa data primer dan data sekunder, data primer penelitian yang dibutuhkan berupa geometrik simpang, volume lalu lintas dan hambatan samping. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data jumlah penduduk dan data jumlah kendaraan Kabupaten Banyumas 2022.

### 2.3. Pengolahan Data

Pada tahap ini, data hasil Survei diolah menggunakan Microsoft Excel untuk mengetahui hasil dari kinerja simpang tak bersinyal.

### 2.4. Analisis Data

#### a. Tabulasi Data

Tabulasi data merupakan pengumpulan data dari hasil jalannya penelitian. Data – data ini meliputi geometrik simpang, data kependudukan, arus lalu lintas, dan hambatan samping. Tabulasi data digunakan sebagai bahan untuk proses analisa.

- Menganalisa waktu puncak yakni analisa hasil survei dijalankan dengan menganalisa jam puncak per 15 menit, dianalisa menggunakan peraturan PKJI 2014.
- Analisa hambatan samping berdasarkan hasil survei, termasuk penentuan frekuensi hambatan samping berdasarkan peraturan PKJI 2014.

- Hasil pengelolaan jam puncak dan hambatan samping lalu bakal diperoleh tingkat pelayanan pada kinerja simpang, meliputi kapasitas dan derajat kejenuhan. Perhitungan tingkat pelayanan tertuang pada formulir S-I dan S-II yaitu formulir simpang tak bersinyal.
  - Mengelola jam sibuk dan hambatan samping akan berdampak pada kinerja persimpangan, termasuk kapasitas dan kejenuhan.
- b. Volume dan Arus Lalu Lintas  
Sesuai dengan PKJI 2014. Volume lalu lintas yaitu total alat transportasi yang melewati suatu lokasi pengamatan dalam satuan hari, jam, atau menit. Lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan, dan kapasitas bervariasi sesuai dengan jumlah dan lebar lajur.
  - c. Derajat Kejenuhan  
 $D_j$  adalah rasio arus lalu lintas (skr/jam) terhadap kapasitas (skr/jam).
  - d. Tundaan  
Tundaan berisi dari  $T_{LL}$  dan  $T_G$ .  $D_j$  yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya merupakan salah satu parameter masukan utama untuk menentukan Tundaan.
  - e. Peluang Antrean  
Peluang antrean bergantung pada nilai  $D_j$  dari perhitungan sebelumnya.
  - f. Tingkat Pelayanan  
Setelah dilakukan analisis kinerja pada persimpangan, hasil perhitungan derajat kejenuhan akan diklasifikasi kedalam indikator tingkat pelayanan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Volume Kendaraan

- a. Minggu, 17 Desember 2023

Tabel 1. Data Arus Lalu Lintas (skr) hari Minggu, 17 Desember 2023

Waktu	Pendekat												Jumlah Total (skr)
	Utara (Jl. Perintis Kemerdekaan)			Timur (Jl. Situmpur)			Selatan (Jl. Perintis Kemerdekaan)			Barat (Jln. Kalibener)			
	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	
06.00-07.00	6	201	163	443	118	10	112	8	165	13	6	12	1257
07.00-08.00	9	335	161	502	122	15	186	10	204	10	7	20	1581
08.00-09.00	15	239	171	556	99	12	169	9	175	10	8	13	1476
09.00-10.00	12	293	168	387	113	11	181	7	212	9	7	12	1412
10.00-11.00	11	242	191	399	97	12	196	11	209	7	6	10	1391
11.00-12.00	13	253	178	433	137	12	159	16	205	11	9	12	1438
12.00-13.00	12	281	203	424	102	9	165	11	190	8	8	12	1425
13.00-14.00	10	261	183	368	79	12	155	19	205	9	9	9	1319
14.00-15.00	12	289	195	406	110	11	144	11	212	11	10	13	1424
15.00-16.00	13	268	198	489	138	11	198	12	216	7	7	9	1566
<b>16.00-17.00</b>	<b>11</b>	<b>329</b>	<b>196</b>	<b>639</b>	<b>192</b>	<b>14</b>	<b>218</b>	<b>14</b>	<b>241</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>1889</b>
17.00-18.00	8	269	178	546	159	12	245	15	265	8	8	12	1725

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2023

- b. Rabu, 20 Desember 2023

Tabel 2. Data Arus Lalu Lintas (skr) hari Rabu, 20 Desember 2023

Waktu	Pendekat												Jumlah Total (skr)
	Utara (Jl. Perintis Kemerdekaan)			Timur (Jl. Situmpur)			Selatan (Jl. Perintis Kemerdekaan)			Barat (Jln. Kalibener)			
	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	$\frac{L}{T}$	ST	RT	LT	ST	
06.00-07.00	4	429	245	541	97	11	294	12	276	21	10	14	1954
07.00-08.00	5	525	257	767	145	13	322	12	283	16	10	24	2378
08.00-09.00	7	476	262	722	159	8	265	11	348	11	10	15	2293
<b>09.00-10.00</b>	<b>6</b>	<b>611</b>	<b>234</b>	<b>748</b>	<b>132</b>	<b>9</b>	<b>303</b>	<b>11</b>	<b>353</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>2447</b>
10.00-11.00	10	539	224	815	155	12	255	11	290	12	4	17	2343
11.00-12.00	7	434	256	693	139	13	224	14	267	11	7	16	2082
12.00-13.00	7	422	215	586	98	13	220	15	299	12	9	12	1908

*Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan Banyumas Jawa Tengah) (Ricko Dwi Prihantoro)*

Waktu	Pendekat												Jumlah Total (skr)
	Utara (Jl. Perintis Kemerdekaan)			Timur (Jl. Situmpur)			Selatan (Jl. Perintis Kemerdekaan)			Barat (Jln. Kalibener)			
	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	$\frac{L}{T}$	ST	RT	LT	ST	
13.00-14.00	9	359	234	549	134	17	259	12	304	12	5	18	1911
14.00-15.00	7	399	232	579	141	16	270	12	306	11	9	20	2002
15.00-16.00	8	466	256	745	150	17	292	14	334	22	5	19	2307
16.00-17.00	5	475	229	763	211	15	337	12	330	27	9	21	2433
17.00-18.00	9	477	190	730	183	19	269	11	299	16	8	18	2229

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2023

Setelah dilakukan perhitungan, maka dapat ditemukan bahwasanya total arus lalu lintas paling banyak atau jam puncak hari Rabu dialami saat siang hari diantara pukul 09.00-10.00 WIB dan volume berdasarkan Gambar 4.3 sebesar 2447 skr/jam.

### 3.2. Kapasitas

Mengalikan perhitungan kapasitas dasar, faktor koreksi lebar pendekat, faktor koreksi hambatan samping, faktor koreksi arus belok kiri, faktor koreksi median jalan utama, faktor koreksi ukuran kota, faktor koreksi arus belok kanan, dan faktor koreksi rasio arus jalan minor menghasilkan kapasitas simpang tak bersinyal. Cara menghitung kapasitas simpang (C):

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{RM_i} \\
 C &= 2900 \times 1,228 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 1,27 \times 1 \times 0,95 \\
 C &= 4081,76 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

### 3.3. Kinerja Lalu Lintas 2023

#### a. Derajat Kejenuhan ( $D_j$ )

$$\begin{aligned}
 D_j &= \frac{Q}{C} \\
 &= \frac{2490 \text{ skr/jam}}{4081,76 \text{ skr/jam}} = 0,61 < 0,85
 \end{aligned}$$

#### b. Tundaan (T)

$$\begin{aligned}
 T_{LL} &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times D_j)} - (1 - D_j)^2 \\
 &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times 0,61)} - (1 - 0,61)^2 \\
 &= 6,85 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_G &= (1 - D_j) \times \{6 R_B + 3 (1 - R_B)\} + 4 D_j \\
 &= (1 - 0,61) \times \{(6 \times 0,696) + 3(1 - 0,696)\} + 4 \times 0,61 \\
 &= 4,42 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

Tundaan persimpangan secara keseluruhan adalah T, yang dihitung dengan menjumlahkan  $T_{LL}$  dan  $T_G$ . Perhitungan nilai T:

$$\begin{aligned}
 T &= T_{LL} + T_G \\
 &= 6,85 + 4,42 \\
 &= 11,27 \text{ detik/skr}
 \end{aligned}$$

#### c. Peluang Antrean ( $P_a$ )

$$\begin{aligned}
 \text{Batas atas} &= (47,71 \times D_j) - (24,68 \times D_j^2) + (56,47 \times D_j^3) \\
 &= 47,71 \times 0,61 - 24,68 \times 0,61^2 + 56,47 \times 0,61^3 \\
 &= 32,74 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Batas bawah} &= (9,02 \times D_j) + (20,66 \times D_j^2) + (10,49 \times D_j^3) \\
 &= 9,02 \times 0,61 + 20,66 \times 0,61^2 + 10,49 \times 0,61^3 \\
 &= 15,57 \%
 \end{aligned}$$

## d. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja lalu lintas 2023 diketahui derajat kejenuhan ( $D_j$ ) terbesar pada hari Rabu pagi besarnya 0,61 dengan tingkat pelayanan masuk kategori C dengan keterangan sedang.

**3.4. Kinerja Lalu Lintas 2028**

Untuk menghitung kinerja simpang di tahun yang akan datang, diasumsikan bahwasanya kondisi lalu lintas sekarang sama dengan keadaan lalu lintas di masa kedepannya, dan menggunakan tingkat pertumbuhan kendaraan, yaitu 4,7% per tahun untuk kendaraan bermotor di Kabupaten Banyumas.

a. Volume ( $V$ )

$$\begin{aligned} V_n &= V_0 (1 + i)^n \\ &= 2490 (1 + 4,7\%)^5 \\ &= 3132,8 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

b. Derajat Kejenuhan ( $D_j$ )

$$D_j = \frac{3132,8 \text{ skr/jam}}{4081,76 \text{ skr/jam}} = 0,77 < 0,85$$

c. Tundaan ( $T$ )

$$\begin{aligned} T_{LL} &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times D_j)} - (1 - D_j)^2 \\ &= \frac{1,0504}{0,2742 - (0,2042 \times 0,77)} - (1 - 0,77)^2 \\ &= 8,93 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - D_j) \times \{6 R_B + 3 (1 - R_B)\} + 4 D_j \\ &= (1 - 0,77) \times \{(6 \times 0,696) + 3 (1 - 0,696)\} + 4 \times 0,77 \\ &= 4,95 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

Tundaan persimpangan secara keseluruhan adalah  $T$ , yang dihitung dengan menjumlahkan  $T_{LL}$  dan  $T_G$ . Perhitungan nilai  $T$ :

$$\begin{aligned} T &= T_{LL} + T_G \\ &= 8,93 + 4,95 \\ &= 13,88 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

d. Peluang Antrean ( $P_a$ )

$$\begin{aligned} \text{Batas atas} &= (47,71 \times D_j) - (24,68 \times D_j^2) + (56,47 \times D_j^3) \\ &= 47,71 \times 0,77 - 24,68 \times 0,77^2 + 56,47 \times 0,77^3 \\ &= 47,89 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas bawah} &= (9,02 \times D_j) + (20,66 \times D_j^2) + (10,49 \times D_j^3) \\ &= 9,02 \times 0,77 + 20,66 \times 0,77^2 + 10,49 \times 0,77^3 \\ &= 23,98 \% \end{aligned}$$

## e. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja lalu lintas 2028 diketahui derajat kejenuhan ( $D_j$ ) sebesar 0,77 dengan tingkat pelayanan masuk kategori D dengan keterangan kurang.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil Analisa terhadap Kinerja Simpang tak Bersinyal Persimpangan Jalan Perintis Kemerdekaan Banyumas Volume pada jam sibuk tertinggi terjadi pada ruas Jl. Situmpur dengan volume lalu lintas 890 skr/jam.

Kinerja Lalu Lintas Tahun 2023 didapatkan kapasitas ( $C$ ) = 4081,76 skr/jam dengan nilai  $DJ$  = 0,61. Tundaan yang didapatkan besarnya 11,27 det/skr. Peluang Antrean ( $P_a$ ) yang diperoleh besarnya 16% – 33%. Dari nilai yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kinerja simpang pada tahun 2023 kondisi simpang tidak jenuh atau baik, dengan indikator tingkat pelayanan masuk kategori C dengan keterangan sedang.

Tahun 2028 Nilai Volume didapatkan sebesar = 3132,8 skr/jam dengan nilai  $DJ$  = 0,77. Tundaan yang didapatkan sebesar 13,88 det/skr. Peluang Antrean ( $P_a$ ) yang diperoleh sebesar 24% – 48%. Dari nilai yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kinerja simpang pada tahun 2028 kondisi simpang tidak jenuh atau baik namun indikator tingkat pelayanan masuk kategori D dengan keterangan kurang.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Adiansyah, D.N., Rudy, S., Bambang, S. (2020). *Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Bersinyal Gresges Kota Surabaya*. Surabaya: Universitas Dr. Soetomo Surabaya.
- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014, “Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)”, pemutakhiran “Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)”, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.
- [3] Hariman Al Faritzie. (2021). ANALISIS PENGUKURAN DERAJAT KEJENUHAN DAN TINGKAT PELAYANAN RUAS JALAN R. SUKAMTO KOTA PALEMBANG, Palembang: Universitas Tridinanti Palembang.
- [4] Heru Asianto, Muhammad Rusmin, Slamet Widodo, dan Asrul Saputra. (2020). *Analisa Kinerja Simpang Tiga Bersinyal Dengan Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*, Sorong: Universitas Muhammadiyah Sorong.
- [5] Ilham Rifki Rivaldy, Ircham, Herna Puji Astutik. (2022). *Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Pasar Ngasem (Studi Kasus: Jalan Polowijan – Jalan Ngasem Kraton, Kota Yogyakarta)*. Yogyakarta: Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- [6] Kurniawan, O. (2017). Analisis Efektivitas Simpang Tak Bersinyal Jalan Gatot Subroto dan Jalan Gereja di Purwokerto untuk 10 Tahun. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- [7] Rahmanto, Y.D. (2017). *Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Kaliori-Patikraja-Banyumas untuk 10 Tahun*. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- [8] Rizal, R. S., Wiyono, E., Naja, I. S., & Sari, M. A. F. (2022). Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Parung Bingung (Sawangan Depok). *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 9(1)
- [9] Savira Anggraeni, Yosef Cahyo S. P, Sigit Winarto. (2019). *ANALISIS KINERJA LALU LINTAS DI JALAN SEKITAR HYPERMART JL. VETERAN, PENANGGUNGAN, KLOJEN, MALANG*, Malang: Universitas Kadiri.
- [10] Y. Bian, S. E. Li, W. Ren, J. Wang, K. Li and H. X. Liu, "Cooperation of Multiple Connected Vehicles at Unsignalized Intersections: Distributed Observation, Optimization, and Control," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 67, no. 12, pp. 10744-10754, Dec. 2020, doi: 10.1109/TIE.2019.2960757.
- [11] <https://jateng.bps.go.id/indicator/17/1006/2/jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-kendaraan-di-provinsi-jawa-tengah.html> (diakses pada tanggal 30 Desember 2023)
- [12] <https://banyumaskab.bps.go.id/publication/23/02/28/3596aa444255c7c07b8041e0/kabupaten-banyumas-dalam-angka-2023.html> (diakses pada tanggal 27 Desember 2023)

## Perencanaan *Traffic Light* pada Simpang Tak Bersinyal Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti Kota Pekanbaru

### Traffic Light Planning at The Signal-Free Intersection of Air Hitam Street and Garuda Sakti Street in Pekanbaru City

Azharul Aswad Perdana Putra<sup>1</sup>, Fadrizal Lubis<sup>2</sup>, Hendri Rahmat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Lancang Kuning

#### Informasi Artikel

Dikirim, 28 April 2025  
Direvisi, 12 Agustus 2025  
Diterima, 14 Agustus 2025

#### Korespondensi Penulis:

Azharul Aswad Perdana Putra  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Lancang Kuning  
Jl. Yos Sudarso No.KM. 8,  
Umban Sari, Kec. Rumbai,  
Kota Pekanbaru, Riau 28266  
Email:  
azharul.aswad31@gmail.com

#### ABSTRAK

Simpang Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti di Pekanbaru merupakan salah satu titik dengan volume lalu lintas tinggi yang sering mengalami konflik antar pengguna jalan, terutama pada jam sibuk. Tidak adanya Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) menyebabkan kemacetan dan meningkatkan risiko kecelakaan. Tujuan penelitian adalah untuk merencanakan sistem traffic light guna meningkatkan kelancaran, keselamatan, dan efisiensi lalu lintas di persimpangan tersebut. Analisis dilakukan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada Senin, 4 November 2024 pada jam 16.00-17.00 dengan total kendaraan 10683 kendaraan/jam. Perencanaan dengan pengaturan 2 fase didapatkan waktu siklus sebesar 55 detik, yang berada dalam batas waktu siklus layak, yaitu 40 - 80 detik. Derajat kejenuhan yang diperoleh adalah 0,80 ( $<0,85$ ), menunjukkan bahwa arus lalu lintas belum mendekati arus jenuh. Selain itu, tundaan rata-rata yang dihasilkan adalah 19,74 detik/smp, yang menunjukkan tingkat pelayanan dikategorikan arus masih baik. Sementara itu, perhitungan dengan pengaturan 3 fase menunjukkan hasil yang tidak optimal, dengan waktu siklus sebesar 210 detik, jauh dari batas siklus layak. Hal ini menunjukkan bahwa sistem 3 fase tidak sesuai untuk diterapkan di persimpangan ini. Dengan demikian, hasil penelitian menyimpulkan bahwa pengaturan 2 fase merupakan solusi yang baik dalam meningkatkan kinerja lalu lintas di persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti. Sistem ini memberikan keseimbangan antara efisiensi waktu siklus, derajat kejenuhan yang terkendali, serta tundaan yang rendah.

**Kata Kunci :** Derajat kejenuhan, PKJI 2023, traffic light, waktu siklus

#### ABSTRACT

*The intersection of Air Hitam Road and Garuda Sakti Road in Pekanbaru is one of the points with high traffic volume that often experiences conflicts between road users, especially during rush hour. The absence of Traffic Signal Devices (APILL) causes congestion and increases the risk of accidents. Therefore, this study aims to plan a traffic light system to improve the smoothness, safety, and efficiency of traffic at the intersection. The analysis was carried out based on the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI 2023). The results showed that the highest traffic volume occurred on Monday, November 4, 2024 at 16.00-17.00 with a total of 10683 vehicles/hour. Planning with a 2-phase arrangement obtained a cycle time of 55 seconds, which is within the feasible cycle time limit, which is 40 - 80 seconds. The degree of saturation obtained was 0,80 ( $<0,85$ ), indicating that the traffic flow has not yet approached saturation flow. In addition, the average delay produced is 19,74 seconds/smp, which indicates that the service level is categorized as still good. Meanwhile, the calculation with 3-phase arrangement shows suboptimal results, with a cycle time of 210 seconds, far from the feasible cycle limit. This indicates that the 3-phase system is not suitable for application at this intersection. Thus, the results of the study conclude that 2-phase arrangement is a good solution in improving traffic performance at the intersection of Jalan Air Hitam and Jalan Garuda Sakti. This system provides a balance between cycle time efficiency, controlled saturation levels, and low delays.*

**Keyword :** Degree of saturation, PKJI 2023, traffic light, cycle time

## 1. PENDAHULUAN

Pekanbaru sebagai pusat pertumbuhan ekonomi di Provinsi Riau, mencatatkan pertumbuhan ekonomi yang signifikan selama beberapa tahun terakhir. Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Pekanbaru mengalami kenaikan rata-rata 7% per tahun dalam periode lima tahun terakhir [1]. Pertumbuhan ini sejalan dengan peningkatan aktivitas ekonomi dan urbanisasi, yang pada gilirannya menempatkan tekanan tambahan pada infrastruktur kota.

Pekanbaru memiliki penduduk yang menggunakan moda kendaraan pribadi dalam melakukan perjalanan, sehingga angka kepemilikan kendaraan pribadi juga meningkat setiap tahunnya [2]. Kerawanan kemacetan banyak sekali ditemukan diruas jalan, khususnya pada jam-jam sibuk [3] seperti pada persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti. Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti merupakan simpang tak bersinyal yang menghubungkan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti [4]. Kondisi persimpangan tersebut berpotensi terjadinya kemacetan dikarenakan persimpangan tersebut tidak adanya *traffic light*, perilaku pengguna jalan yang tidak teratur dan kawasan persimpangan terletak pada kawasan perekonomian, pergudangan dan perdagangan [5]. Jumlah volume lalu lintas pada persimpangan tersebut akan terus bertambah nantinya, karena kawasan ini merupakan salah satu akses menuju Pusat Kota Pekanbaru.

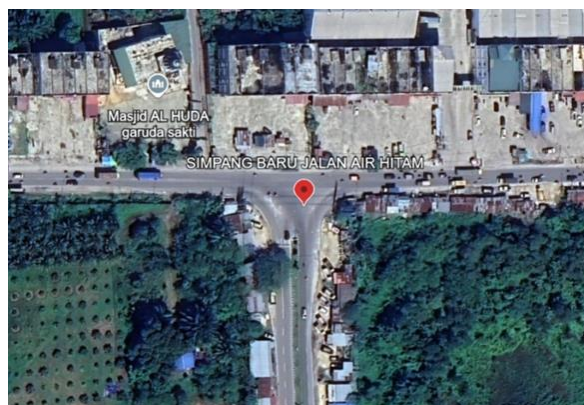
Banyaknya kendaraan ringan dan kendaraan berat yang melintasi persimpangan tersebut dapat menimbulkan permasalahan, salah satunya yaitu tundaan pada jam-jam tertentu seperti pagi, siang, sore maupun malam hari. Pengguna jalan banyak yang memanfaatkan bahu jalan untuk mencapai tujuannya dengan cepat tetapi hal tersebut membuat keadaan jalan semakin buruk dan susah dikendalikan, serta kurangnya kedisiplinan pengendara dalam berkendara dipersimpangan tersebut. Menurunnya kinerja persimpangan akan menimbulkan kerugian pada pengguna jalan dikarenakan terjadinya penurunan kecepatan, peningkatan tundaan dan antrian panjang. Hal ini menyebabkan kepadatan kendaraan sering terjadi akibat kesemrawutan pengendara, sempitnya badan jalan, serta tidak diterapkannya manajemen lalu lintas pada masing-masing ruas jalan sehingga mengakibatkan kemacetan pada persimpangan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan perencanaan ulang pengaturan fase alat pengatur lalu lintas pada persimpangan [6].

Berberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan seperti yang dilakukan oleh Royan [7] menekankan pentingnya desain siklus yang tepat untuk mengoptimalkan kinerja persimpangan. Tuda et al. [8] menganalisis perhitungan kapasitas menggunakan MKJI 1987 dan menghasilkan pengaturan fase yang efisien pada persimpangan dengan arus padat. Sementara itu, Wirianata et al. [9] menggarisbawahi perlunya penyesuaian desain sinyal lalu lintas dengan karakteristik lalu lintas setempat agar solusi yang diimplementasikan benar-benar efektif.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat dilakukan penelitian agar operasional lalu lintas pada persimpangan tak bersinyal Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti dapat teratur dan terpenuhi. Maka dari itu pembuatan fasilitas transportasi seperti lampu lalu lintas (*traffic light*) berguna untuk mengatur arus lalu lintas pada persimpangan.

## 2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti sebagaimana Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 2.1. Waktu Survey

Waktu Survei volume lalu lintas di Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti dilaksanakan selama 3 hari, yaitu hari Senin, Kamis dan Sabtu. Dimana hari Senin dan Kamis sudah mewakili jam kerja dan

hari Sabtu mewakili hari libur kerja. Pemilihan waktu survei dilakukan pada kondisi arus lalu lintas jam-jam sibuk seperti pagi hari yang dimulai pada pukul 06.00 wib s/d 10.00 wib, pada siang hari dimulai pada pukul 11.00 wib s/d 14.00 wib, dan sore hari dimulai pada pukul 16.00 wib s/d 19.00 wib.

## 2.2. Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dari hasil survei yang telah dilakukan pada persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti Kota Pekanbaru. Adapun data yang akan diambil ialah:

1. Data lalu lintas: merujuk pada informasi yang terkait dengan pergerakan kendaraan atau orang di suatu wilayah atau jalan. Data ini bisa mencakup berbagai informasi, seperti jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik dalam periode waktu tertentu, kecepatan rata-rata kendaraan, jenis kendaraan yang melintas, pola lalu lintas sepanjang hari dan lain sebagainya.
2. Data geometrik jalan merujuk pada informasi yang terkait dengan karakteristik fisik dan geometris dari suatu jalan atau ruas jalan. Data ini mencakup berbagai elemen seperti lebar jalan, radius tikungan, elevasi jalan, perubahan elevasi, jarak antara persimpangan, jumlah lajur, dan lain sebagainya.

## 2.3. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi dari instansi pemerintah yang relevan dengan penelitian ini. Data sekunder digunakan untuk melengkapi kinerja data asli. Data sekunder yang dibutuhkan adalah data statistik penduduk Kota Pekanbaru yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru tahun 2024 [10].

## 2.4. Metode Penyusunan Data

Penyusunan data volume dilakukan berdasarkan periode waktu dengan interval 20 menit, masing-masing kendaraan dihitung jumlahnya sesuai dengan arah pergerakan lurus, belok kiri, dan kanan (sesuai dengan pembagian dalam satuan kendaraan sedang, mobil penumpang dan sepeda motor). Dari hasil analisa ini nantinya bisa di dapat kesimpulan dan solusi yang akan diambil untuk penanganan kemacetan pada persimpangan tersebut. Data-data yang diperlukan untuk menganalisa kapasitas dan tundaan pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti yaitu:

1. Data volume lalu lintas setiap lengan persimpangan pada jam sibuk.
2. Data geometri jalan (lebar dan jumlah lajur).
3. Data keadaan lingkungan dan tata guna lahan didaerah persimpangan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan perhitungan analisis data, peneliti terlebih dahulu menyajikan data geometrik jalan dan data jumlah penduduk. Tujuan penyajian data ini adalah untuk memperoleh data yang dapat mendukung proses analisis lebih lanjut. Selanjutnya analisis perhitungan dilakukan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023) [11].

### 3.1. Data Geometri

Pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti, di mana Jalan Air Hitam memiliki 2 jalur dan 4 lajur serta adanya median pemisah ditengah jalan tersebut, sementara Jalan Garuda Sakti memiliki 2 jalur dan 2 lajur tanpa median. Berikut lebar jalan dan median pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti.

1. Jalan Air Hitam memiliki lebar jalan per lajur 3,86 meter dan median di Jalan Air hitam memiliki lebar 2,80 meter, jadi total lebar jalan pada Jalan Air Hitam dengan adanya median yaitu 18,24 meter.
2. Jalan Garuda Sakti dari arah Timur memiliki lebar jalan per lajur 3,92 meter, jadi total lebar Jalan Garuda Sakti dari arah Timur yaitu 7,84 meter.

Jalan Garuda Sakti dari arah Barat memiliki lebar jalan per lajur 3,92 meter, jadi total lebar Jalan Garuda Sakti dari arah Barat yaitu 7,84 meter.

### 3.2. Sub Section 2

Untuk menentukan faktor koreksi ukuran kota (Fuk), peneliti mengumpulkan data jumlah penduduk kota pekanbaru yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2024. Tabel data jumlah penduduk Kota Pekanbaru tahun 2024 dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tahun	Jumlah Penduduk
2020	983.182 Jiwa
2021	1.143.359 Jiwa

2022	994.585 jiwa
2023	1.007.540 jiwa
2024	1.020.308 jiwa

### 3.3. Analisa Data Lalu Lintas

Analisis dilakukan berdasarkan data volume lalu lintas maksimum yang tercatat pada hari Senin, 4 November 2024 16.00-17.00 dengan total kendaraan 10683 kendaraan/jam. Perencanaan dilaksanakan dengan metode 2 Fase dan 3 Fase untuk menentukan fase yang layak.

Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas Dari Hasil Survei

Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan(jam)	EMP untuk tipe terlawan	Qtotal (SMP/jam)
Mobil Penumpang (MP)	210	1	210
Kendaraan Sedang (KS)	30	1,3	39
Sepeda Motor (SM)	298	0,4	119,2

Tahap-tahap perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hitung volume lalu lintas total pada masing-masing pendekatan dari volume lalu lintas maksimum yang didapat:

$$\begin{aligned} Q_{total\ S} &= 648,1\ \text{smp/jam} \\ Q_{total\ T} &= 1061,8\ \text{smp/jam} \\ Q_{total\ B} &= 1024,2\ \text{smp/jam} \end{aligned}$$

2. Rasio kendaraan berbelok yang terjadi pada masing-masing pendekatan, rumus perhitungan yang digunakan berdasarkan persamaan 3.1 dan persamaan 3.2. Berikut perhitungan rasio kendaraan berbelok pada masing-masing pendekatan:

$$\begin{aligned} R_{BK_i\ S} &= \frac{Q_{BK_i/BK_iT}}{Q_{total}} = \frac{661,3}{648,1} = 1,02 \\ R_{BK_a\ S} &= \frac{Q_{BK_a}}{Q_{total}} = \frac{648,1}{648,1} = 1,00 \\ R_{BK_i\ T} &= \frac{Q_{BK_i/BK_iT}}{Q_{total}} = \frac{713,2}{1061,8} = 0,67 \\ R_{BK_a\ T} &= \frac{Q_{BK_a}}{Q_{total}} = \frac{1061,8}{1061,8} = 1,00 \\ R_{BK_i\ B} &= \frac{Q_{BK_i/BK_iT}}{Q_{total}} = \frac{637,9}{1024,2} = 0,62 \\ R_{BK_a\ B} &= \frac{Q_{BK_a}}{Q_{total}} = \frac{1024,2}{1024,2} = 1,00 \end{aligned}$$

3. Arus jenis dasar ( $J_0$ )

Nilai arus jenuh dasar ( $J_0$ ) ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.3. Berikut perhitungan nilai arus jenuh dasar pada masing-masing pendekatan:

$$(J_0) = 600 \times L_E$$

4. Faktor koreksi belok kiri ( $F_{BK_i}$ )

Faktor koreksi belok kiri ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri. Maka perhitungan faktor koreksi belok kiri ditentukan menggunakan persamaan 3.5 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{BK_i} &= 1,0 + R_{BK_i} \times 0,16 \\ F_{BK_i\ S} &= 1,0 + 1,02 \times 0,16 = 1,16 \\ F_{BK_i\ T} &= 1,0 + 0,67 \times 0,16 = 1,10 \\ F_{BK_i\ B} &= 1,0 + 0,62 \times 0,16 = 1,09 \end{aligned}$$

5. Faktor koreksi belok kanan ( $F_{BK_a}$ )

Faktor koreksi belok kiri ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kanan. Maka perhitungan faktor koreksi belok kiri ditentukan menggunakan persamaan 3.6 dapat dihitung sebagai berikut:

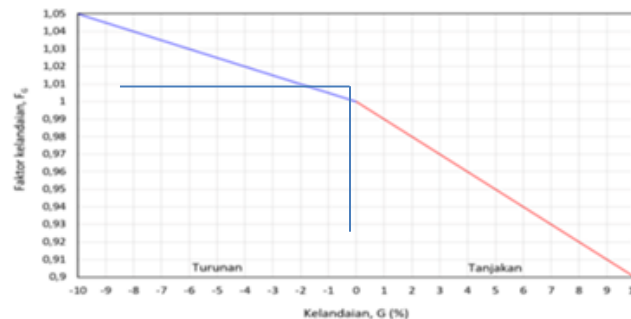
$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26$$

$$F_{BKa} S = 1,0 + 1,00 \times 0,26 = 1,26$$

$$F_{BKa} T = 1,0 + 1,00 \times 0,26 = 1,26$$

$$F_{BKa} B = 1,0 + 1,00 \times 0,26 = 1,26$$

6. Berdasarkan pengamatan dilapangan nilai faktor koreksi untuk kelandaian ( $F_G$ ) dianggap 1 dikarenakan jalan dipersipangan datar. Berikut Grafik untuk faktor koreksi untuk kelandaian ( $F_G$ ) bisa dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Faktor Koreksi untuk kelandaian

7. Dalam pengamatan dilapangan nilai frekuensi hambatan samping sebesar 253. Rasio kendaraan tak bermotor ( $R_{KTB}$ ) pada persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti dapat dihitung berdasarkan persamaan 3.4. Maka rasio kendaraan tak bermotor dapat dihitung sebagai berikut:

$$(R_{KTB}) = Q_{KTB} / Q_{KB}$$

$$(R_{KTB}) = 87 / 166$$

$$(R_{KTB}) = 0,75$$

8. Hambatan samping ( $F_{HS}$ )  
Dikategorikan sedang pada tipe lingkungan komersial. Maka nilai  $F_{HS}$  didapat 0,75.

Tabel 3 Hambatan samping

Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	FHS untuk nilai RKTB		
		0,15	0,20	0,25
Komersial	Tinggi	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	0,85	0,80	0,75

9. Untuk nilai faktor koreksi ukuran kota ( $F_{UK}$ ) didapat dari Tabel 2.11 yaitu berdasarkan jumlah penduduk pekanbaru sebanyak 1 juta jiwa tergolong besar karena jumlah penduduk diantara 1,0 – 3,0 penduduk (juta).
10. Arus jenuh ( $J$ )  
Untuk menghitung nilai arus jenuh digunakan persamaan 3.7. Adapun contoh perhitungan arus jenuh pada setiap pendekatan sebagai berikut:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_{BKi} \times F_{BKa}$$

$$J_S = 2316 \times 0,75 \times 1,00 \times 1 \times 1,16 \times 1,26 = 2538,80 \text{ smp/jam}$$

$$J_T = 2352 \times 0,75 \times 1,00 \times 1 \times 1,10 \times 1,26 = 2444,90 \text{ smp/jam}$$

$$J_B = 2352 \times 0,75 \times 1,00 \times 1 \times 1,09 \times 1,26 = 2422,68 \text{ smp/jam}$$

Setelah hasil perhitungan didapat, nilai  $Q_{total}$  dan arus jenuh ( $J$ ) diatas akan digunakan dalam perhitungan 2 Fase dan 3 fase.

Tabel 4 Rasio arus simpang 2 fase

Pendekat	Volume (Q)	Arus Jenuh (J)	Rasio Arus Simpang $R_{Q/J}$	$W_H$	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)
S	648,1	2538,80	0,26	18	771,97	0,83
T	1061,8	2444,90	0,43	30	1333,58	0,79
B	1024,2	2422,68	0,42	30	1321,46	0,77
$\sum R_{Q/J} = 0,69$						

Tabel 5 Rekapitulasi perhitungan 2 fase

Pendekat	waktu hijau per fase (det)	Derajat Kejenuhan (Dj)	Panjang Antrian (PA)	Waktu Siklus penuh (det)
S	18	0,83	51,88	55
T	30	0,79	72,85	
B		0,77	70,10	



Gambar 3. Diagram waktu sinyal 2 fase

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan traffic light pada Persimpangan Jalan Air Hitam dan Jalan Garuda Sakti di Kota Pekanbaru dengan menggunakan metode PKJI 2023. Berdasarkan hasil analisis, pengaturan dengan 2 fase lebih layak diterapkan di persimpangan ini. Hal ini dikarenakan waktu siklus yang diperoleh adalah 55 detik, yang berada dalam rentang waktu siklus layak yaitu 40 hingga 80 detik, serta memiliki derajat kejenuhan 0,80, yang masih berada di bawah batas maksimum 0,85. Dengan demikian, sistem 2 fase dinilai lebih efektif dalam mengatur arus lalu lintas dan meningkatkan kelancaran serta keselamatan pengguna jalan di persimpangan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggraini, M., Irawan, E., dan Winayati, W., 2021. Perencanaan Traffic Light Simpang Empat Jl. Hr Soebrantas Panam – Jl. Raya Pekanbaru – Jl. Kubang Raya – Jl. Garuda Sakti Kota Pekanbaru. Racic : Rab Construction Research, 6(1), 12–21. R. Arulmozhiyal and K. Baskaran, "Implementation of a Fuzzy PI Controller for Speed Control of Induction Motors Using FPGA," *Journal of Power Electronics*, vol. 10, pp. 65-71, 2010.
- [2] Anggraini, R. A., Sinaga, Y. E., Lestari, F., Pramita, G., dan Kastamto, K., 2022. Evaluasi Simpang Tak Bersinyal Dan Perencanaan Apill. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 3(02), 32.
- [3] Fazlurahman, I., 2019. Analisis Kemacetan Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Ir. H. Juanda – Raya Bogor). *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(1), 284–289.
- [4] Hutabarat, S., Lubis, F., dan Saleh, A., 2020. Perencanaan Traffic Light pada Persimpangan Jalan Garuda Sakti - Jalan Melati - Jalan Binawidya Kota Pekanbaru. *Jurnal Teknik*, 14(2), 193–202.
- [5] Kurniati, T., Latif, A., dan Putri, E. E., 2020. Evaluasi dan Perencanaan Lampu Lalu Lintas Pada Simpang Jalan Syekh Umar Khalil-Bypass Kota Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(1), 49.
- [6] Nasmirayanti, R., 2019. Perencanaan Ulang Pengaturan Fase Alat Pengatur Lalu Lintas Pada Persimpangan Bersinyal Di Persimpangan Jl. Jend. Sudirman – Kis Mangun Sarkoro. *Rang Teknik Journal*, 2(1).
- [7] PKJI, 2023., Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Kementerian PUPR, 2(21), 352.
- [8] Royan, N., 2015. Analisa Perencanaan Traffic Light di Persimpangan Bandara SMB II Palembang. *Jurnal Berkala Teknik*, 5(2), 837–855.
- [9] Tuda, F. A., Timboeleng, J. A., dan Palenewen, S. C. N., 2018. Perencanaan Lampu Pengatur Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Maramis dan Jalan Ring-Road Ii Menggunakan Metode Mkji 1997. 6(10), 759–770.
- [10] Wirianata, A. D., AS, S., dan Sumiyattinah., 2015. Perencanaan Traffic Light Pada Simpang Jalan. 1–10.

## Analisa Indeks Kekeringan Kota Bengkulu Menggunakan Metode Thornthwaite-Mather

### Analysis of Bengkulu City Drought Index using Thornthwaite-Mather Method

Muhammad Hakem Sedo Putra<sup>1</sup>, Syahidus Syuhada<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Institut Teknologi Sumatera

<sup>1</sup>Program Studi S1 Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu, Fakultas Teknologi Informasi dan Kewilayahan

<sup>2</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Informasi dan Kewilayahan  
Insitut Teknologi Sumatera

#### Informasi Artikel

Dikirim, 1 Desember 2024  
Direvisi, 11 Agustus 2025  
Diterima, 13 Agustus 2025

#### Korespondensi Penulis:

Muhammad Hakiem Sedo Putra  
Program Studi Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu  
Institut Teknologi Sumatera  
Jalan Terusan Ryacudu, Desa Way Hui, Kecamatan Jatiagung, Lampung Selatan 35365  
Email: muhammad.sedo@tka.itera.ac.id

#### ABSTRAK

Kekeringan merupakan salah satu permasalahan serius yang kerap terjadi di Kota Bengkulu, terutama akibat distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun. Kondisi ini dapat berdampak pada ketersediaan air, sektor pertanian, dan keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi kekeringan di Kota Bengkulu menggunakan metode *Thornthwaite-Mather*. Indeks kekeringan ( $I_a$ ) dihitung berdasarkan data curah hujan, evapotranspirasi potensial, dan kapasitas tanah menahan air (WHC) selama satu tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi terbasah terjadi pada bulan Mei ( $I_a \approx 990,89$ ), sedangkan kondisi terkering terjadi pada bulan Oktober ( $I_a \approx 945,61$ ). Periode kekeringan tertinggi terjadi pada bulan Agustus hingga Oktober, yang dipengaruhi oleh curah hujan rendah dan tingginya evapotranspirasi. Metode *Thornthwaite-Mather* terbukti efektif dalam menggambarkan pola kekeringan tahunan, sehingga dapat menjadi dasar perencanaan mitigasi. Rekomendasi yang diajukan meliputi pemanenan air hujan, pengelolaan pola tanam, dan konservasi tanah untuk mengurangi dampak kekeringan.

**Kata Kunci :** Curah Hujan, Evapotranspirasi, Indeks Kekeringan, Kota Bengkulu, Thornthwaite-Mather,

#### ABSTRACT

*Drought is one of the serious issues frequently occurring in Bengkulu City, mainly due to the uneven distribution of rainfall throughout the year. This condition affects water availability, the agricultural sector, and environmental sustainability. This study aims to analyze drought conditions in Bengkulu City using the Thornthwaite-Mather method. The drought index ( $I_a$ ) was calculated based on annual rainfall data, potential evapotranspiration, and soil water holding capacity (WHC). The analysis shows that the wettest condition occurred in May ( $I_a \approx 990.89$ ), while the driest condition occurred in October ( $I_a \approx 945.61$ ). The most severe drought period was recorded from August to October, influenced by low rainfall and high evapotranspiration rates. The Thornthwaite-Mather method proved effective in illustrating the annual drought pattern, thus serving as a basis for mitigation planning. Recommended measures include rainwater harvesting, crop pattern management, and soil conservation to reduce the impact of drought.*

**Keyword :** Bengkulu City, Drought Index, Evapotranspiration, Rainfall, Thornthwaite-Mather,

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara tropis, memiliki pola iklim yang dipengaruhi oleh variasi curah hujan dan suhu udara. Kota Bengkulu, yang terletak di pesisir barat Pulau Sumatera, memiliki karakteristik iklim tropis basah [1]. Namun, perubahan iklim global dan pengaruh fenomena iklim seperti *El Niño* dan *La Niña* sering memengaruhi pola curah hujan, menyebabkan kekeringan pada beberapa periode. Kekeringan merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang dapat berdampak signifikan terhadap ketersediaan air, pertanian, dan keberlanjutan lingkungan di wilayah tersebut [2].

Indeks kekeringan adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengukur dan memantau tingkat kekeringan di suatu wilayah. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah metode *Thornthwaite-Mather* [3], yang memanfaatkan parameter seperti curah hujan, suhu, dan potensi evapotranspirasi untuk mengidentifikasi neraca air dan tingkat kekeringan suatu daerah. Metode ini tidak hanya membantu memahami dinamika hidrologi, tetapi juga memberikan panduan untuk pengelolaan sumber daya air, khususnya dalam menghadapi kekeringan [4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks kekeringan di Kota Bengkulu menggunakan metode *Thornthwaite-Mather*. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai tingkat kekeringan di wilayah tersebut, pola distribusinya, dan implikasinya terhadap keberlanjutan pengelolaan sumber daya air. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perencanaan mitigasi kekeringan dan pengambilan kebijakan terkait adaptasi terhadap perubahan iklim di Kota Bengkulu [5].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis indeks kekeringan di Kota Bengkulu menggunakan metode *Thornthwaite-Mather*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

### 2.1. Lokasi dan Data Penelitian



Gambar 1. Provinsi Bengkulu

Penelitian dilakukan di wilayah Kota Bengkulu dengan fokus pada kondisi hidrologi dan klimatologi setempat. Data yang digunakan mencakup :

1. Data Klimatologi  
Data curah hujan bulanan dan suhu rata-rata bulanan yang diperoleh dari stasiun meteorologi setempat selama periode penelitian [6]. Dalam hal ini data yang digunakan adalah data hujan 5 tahun dari tahun 2018-2022.
2. Data Pendukung  
Data elevasi dan jenis tanah untuk mengestimasi potensi evapotranspirasi (PET) [4]. Data tersebut didapatkan dari suvey langsung ke lapangan dan data sekunder dari GIS (geographic Information System) [7].

### 2.2. Metode Analisis Thornthwaite-Mather

Metode *Thornthwaite-Mather* digunakan untuk menghitung indeks kekeringan berdasarkan neraca air. Tahapan analisis meliputi

1. Perhitungan Potensi Evapotranspirasi (PET)

PET dihitung menggunakan rumus *Thornthwaite*, yang mempertimbangkan suhu udara rata-rata dan faktor koreksi latitudinal.

## 2. Neraca Air Bulanan

Neraca air dihitung berdasarkan perbedaan antara curah hujan (P) dan PET, mencakup analisis surplus, defisit, penyimpanan tanah, dan kebutuhan air.

## 3. Klasifikasi Kekeringan

Hasil neraca air digunakan untuk mengidentifikasi indeks kekeringan sesuai dengan kategori yang telah ditentukan (misalnya, normal, defisit ringan, defisit berat).

### 2.3. Pengolahan dan Analisis Data

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik dan pemodelan spasial untuk mengidentifikasi pola temporal dan spasial kekeringan. Representasi hasil dibuat dalam bentuk grafik dan peta tematik untuk menunjukkan distribusi kekeringan di wilayah penelitian [8].

Dalam analisis kekeringan, rumus atau persamaan yang dapat digunakan ada beberapa metode, namun perhitungan bergantung pada metode yang dipilih. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah *Thornthwaite-Mather*. Berikut adalah rumusan utama indeks kekeringan dari metode tersebut:

$$Ia = \frac{D}{EVP} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

Ia = *Drought Index* (Indeks Kekeringan)

D = *Water Deficit* (Defisit Air), (mm).

EVP = *Potential Evapotranspiration* (Evapotranspirasi Potensial), (mm).

Untuk seluruh parameter, seperti lengas tanah, kadar air, suhu curah hujan, seluruhnya digunakan 5 tahun yang kemudian dirata-ratakan setiap bulannya. Sehingga pada hasilnya nanti didapatkan 12 data yang menggambarkan setiap bulannya, dan itu juga yang menjadi interpretasi penelitian ini [8].

### 2.4. Validasi Data dan Interpretasi Hasil

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dengan data historis kejadian kekeringan di Kota Bengkulu. Interpretasi hasil menyoroti pola kekeringan, faktor penyebab utama, dan implikasi terhadap pengelolaan sumber daya air.

### 2.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada data klimatologi selama periode tertentu dan asumsi bahwa kondisi lahan tetap stabil. Faktor lain seperti perubahan penggunaan lahan atau aktivitas manusia tidak dianalisis [7].

Metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang dinamika kekeringan di Kota Bengkulu, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan mitigasi dan adaptasi terhadap kekeringan [9].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan Metode *Thornthwaite-Mather* terhadap data iklim Kota Bengkulu selama satu tahun, atau 12 bulan, didapatkan indeks kekeringan (Ia) untuk setiap bulan sebagaimana ditampilkan dalam tabel dan grafik dibawah.

Tabel 1. Indeks Kekeringan

Bulan	Nilai WHC	Ia
1	16923,08	957,93
2	91918,17	968,63
3	84157,42	966,16
4	80331,43	978,51
5	76319,18	990,89
6	12045,1	960,4
7	12361,99	961,22
8	12899,98	948,89
9	13955,17	948,01
10	14972,66	945,61

11	16304,77	951,36
12	16648,28	948,1

Sumber : analisa tahun 2023

Berdasarkan tabel yang diberikan diatas, analisis dari nilai WHC (*Water Holding Capacity*) dan Ia (Indeks Kekeringan) untuk masing-masing bulan, Nilai WHC tinggi umumnya menunjukkan ketersediaan air tanah lebih besar.

### 3.1. Analisa Nilai WHC (*Water Holding Capacity*)

WHC tertinggi terjadi pada bulan 2 (91,918.17 mm), menunjukkan tanah memiliki kapasitas besar untuk menahan air. WHC terendah terjadi pada bulan 6 (12,045.10 mm), yang menunjukkan kapasitas tanah menahan air rendah.

### 3.2. Ia (Indeks Kekeringan)

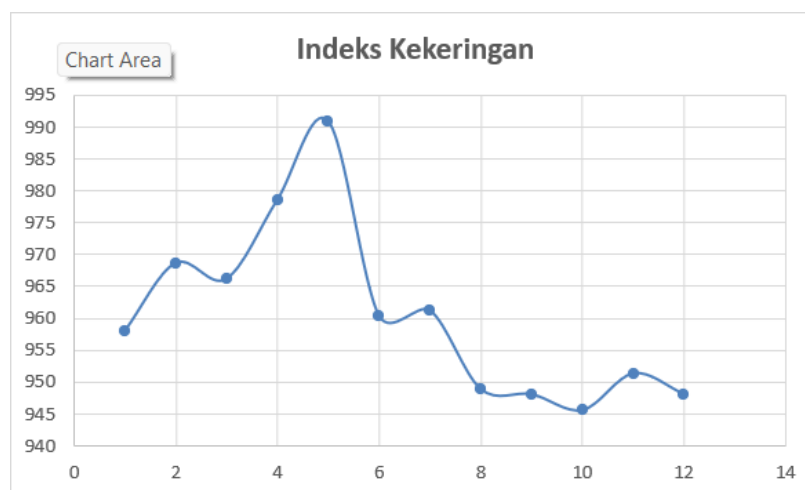
Ia tertinggi terjadi pada bulan 5 (990.89), yang menandakan kondisi sangat basah, sehingga risiko kekeringan rendah. Ia terendah terjadi pada bulan 10 (945.61), yang menunjukkan adanya risiko kekeringan lebih tinggi dibanding bulan lainnya. Secara umum, nilai Ia di atas 900 menunjukkan kondisi masih relatif basah, meskipun ada fluktuasi.

### 3.3. Pola Bulanan

Bulan basah, Bulan 1 hingga 5 memiliki nilai Ia yang cenderung tinggi, khususnya bulan 5, yang mencerminkan ketersediaan air mencukupi dan minim kekeringan. Bulan kering, Bulan 8 hingga 10 memiliki nilai Ia lebih rendah (948.89–945.61), yang menunjukkan risiko kekeringan lebih tinggi dibanding bulan lainnya.

1. Bulan 1-5, Kondisi tanah relatif basah dan kekeringan tidak signifikan.
2. Bulan 6-10, Kekeringan mulai meningkat, terutama di bulan 8-10, yang memerlukan perhatian terhadap pengelolaan air.
3. Bulan 11-12, Nilai Ia kembali meningkat, menandakan kondisi mulai basah menuju musim hujan.
4. Bulan 8-10 memerlukan langkah mitigasi untuk mengurangi risiko kekeringan, seperti pemanenan air hujan atau penggunaan air tanah secara bijak.

Dalam hal pertanian, Pola tanam disesuaikan, misalnya menanam tanaman tahan kering di bulan 8-10, dan dibutuhkan pemantauan rutin untuk memastikan akurasi indeks kekeringan dan langkah adaptasi yang tepat.



Gambar 2. Grafik Indeks Kekeringan

Grafik di atas menunjukkan perubahan Indeks Kekeringan (Ia) sepanjang 12 bulan. Grafik menunjukkan fluktuasi indeks kekeringan dengan tren naik-turun selama tahun berjalan. Nilai Ia berfluktuasi di sekitar angka 945 hingga 990, yang menunjukkan kondisi tanah secara keseluruhan cukup basah (dengan kekeringan yang tidak ekstrem).

Kondisi cenderung basah, dengan puncak tertinggi pada bulan ke-5 (sekitar 990). Hal ini menunjukkan ketersediaan air yang melimpah selama periode tersebut, kemungkinan terkait musim hujan. Mulai terjadi

penurunan nilai  $I_a$ , yang menandakan adanya pengurangan kelembapan tanah atau ketersediaan air. Ini adalah transisi dari musim basah ke musim kering. Kondisi terendah terjadi pada bulan ke-10 (sekitar 945). Ini menunjukkan periode kekeringan atau risiko kekeringan tertinggi sepanjang tahun. Nilai  $I_a$  mulai meningkat kembali, yang menunjukkan awal pemulihan kelembapan tanah, kemungkinan akibat masuknya musim hujan

### 3.4. Pembahasan

Metode *Thornthwaite-Mather* digunakan untuk menganalisis ketersediaan air tanah melalui parameter evapotranspirasi potensial, curah hujan, dan kapasitas tanah menahan air (WHC). Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa metode ini mampu menggambarkan fluktuasi indeks kekeringan di Kota Bengkulu sepanjang tahun, yang dipengaruhi oleh kondisi iklim tropis dengan pola musim hujan dan kemarau yang jelas.

Kekeringan di Bengkulu terutama disebabkan oleh kombinasi curah hujan yang rendah dan evapotranspirasi yang tinggi selama musim kemarau. Nilai WHC yang rendah pada bulan-bulan tertentu, terutama bulan Oktober, menunjukkan kapasitas tanah yang terbatas dalam mempertahankan cadangan air. Indeks kekeringan yang menurun pada bulan Agustus hingga Oktober berimplikasi langsung terhadap sektor pertanian, khususnya tanaman yang membutuhkan pasokan air tinggi, serta potensi berkurangnya ketersediaan air bersih bagi masyarakat.

Untuk menilai efektivitas metode, hasil perhitungan dibandingkan dengan data laporan kekeringan dari BMKG atau catatan lapangan BPBD Bengkulu. Pola waktu terjadinya periode kering yang teridentifikasi (Agustus–Oktober) sesuai dengan periode kekeringan yang dilaporkan di lapangan, menunjukkan kesesuaian hasil model dengan kondisi aktual. Hal ini mengindikasikan bahwa metode *Thornthwaite-Mather* cukup representatif untuk memetakan pola kekeringan di wilayah ini, meskipun tingkat akurasi masih bergantung pada ketepatan data input (curah hujan, suhu, dan WHC). Hasil perbandingan antara perhitungan metode *Thornthwaite-Mather* dengan data laporan kekeringan dari BMKG disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan Indeks Kekeringan Metode *Thornthwaite-Mather* dengan Data Kekeringan BMKG Kota Bengkulu

Bulan	WHC (mm)	$I_a$	Kategori Kekeringan (Metode)	Laporan Kekeringan BMKG*	Kesesuaian
Januari	16923,08	957,93	Kering	Kekeringan ringan	Sesuai
Februari	91918,17	968,63	Basah	Tidak ada kekeringan	Sesuai
Maret	84157,42	966,16	Basah	Tidak ada kekeringan	Sesuai
April	80331,43	978,51	Basah	Tidak ada kekeringan	Sesuai
Mei	76319,18	990,89	Sangat Basah	Tidak ada kekeringan	Sesuai
Juni	12045,10	960,40	Normal	Kekeringan ringan	Sesuai
Juli	12361,99	961,22	Normal	Kekeringan ringan	Sesuai
Agustus	12899,98	948,89	Kering	Kekeringan sedang	Sesuai
September	13955,17	948,01	Kering	Kekeringan sedang	Sesuai
Oktober	14972,66	945,61	Kering	Kekeringan berat	Sesuai
November	16304,77	951,36	Kering	Kekeringan ringan	Sesuai
Desember	16648,28	948,10	Kering	Kekeringan ringan	Sesuai

Dengan demikian, metode *Thornthwaite-Mather* dapat digunakan sebagai salah satu alat perencanaan mitigasi kekeringan, khususnya untuk menentukan periode kritis dan strategi pengelolaan sumber daya air, seperti pemanenan air hujan, penyesuaian pola tanam, dan konservasi tanah pada bulan-bulan rawan kekeringan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis indeks kekeringan Kota Bengkulu menggunakan Metode *Thornthwaite-Mather*, diperoleh beberapa kesimpulan berikut:

Polarisasi musim, kota Bengkulu mengalami pola kekeringan yang jelas sesuai dengan perubahan musim. Indeks kekeringan tertinggi terjadi pada bulan Mei ( $I_a \approx 990.89$ ), yang mencerminkan kondisi tanah sangat basah akibat curah hujan tinggi. Sebaliknya, indeks kekeringan terendah terjadi pada bulan Oktober ( $I_a \approx 945.61$ ), menunjukkan risiko kekeringan yang signifikan.

Kondisi kekeringan, bulan Agustus hingga Oktober merupakan periode dengan risiko kekeringan tertinggi. Hal ini terkait dengan curah hujan rendah, evapotranspirasi tinggi, dan kapasitas tanah yang menurun untuk menahan air.

Efektivitas metode, metode *Thornthwaite-Mather* terbukti efektif untuk menganalisis kondisi ketersediaan air tanah berdasarkan curah hujan, evapotranspirasi potensial, dan water *holding capacity* (WHC). Hasil perhitungan memberikan gambaran akurat mengenai dinamika kekeringan sepanjang tahun.

Dampak dan implikasi, kekeringan yang terjadi terutama pada bulan Agustus hingga Oktober berpotensi memengaruhi sektor pertanian, persediaan air tanah, dan kebutuhan air bersih masyarakat. Strategi mitigasi diperlukan untuk mengurangi dampak kekeringan ini.

Untuk menghadapi risiko kekeringan, diperlukan langkah-langkah mitigasi seperti pemanenan air hujan pada musim basah, penerapan sistem irigasi yang efisien, dan penyesuaian pola tanam. Penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengelolaan sumber daya air dan perencanaan mitigasi kekeringan di Kota Bengkulu, serta daerah lain dengan pola iklim serupa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Arya, Y. Safitri, F. R.-J. S. Geografi, and undefined 2021, "Pemantauan Dan Mitigasi Tingkat Potensi Bencana Kekeringan Di Kota Dumai," *ejurnalunsam.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://ejurnalunsam.id/index.php/jsg/article/view/2430>
- [2] G. Terang Muhammad Hakiem Sedo Putra, R. Yanda, E. Kurnianingtyas, F. Asferizal, and S. Nurul Fauziah, "Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Air Bersih di SD N 02 Gunung Terang," *journal.uim.ac.id*, 2023, doi: 10.31102/darmabakti.2023.4.2.138-146.
- [3] D. Putra, ... K. H.-I. J. of, and undefined 2018, "Model Prediksi Kekeringan Menggunakan Metode Holt-Winters (Studi Kasus: Wilayah Kabupaten Boyolali)," *ejournal.uksw.edu*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.uksw.edu/icm/article/view/1493>
- [4] M. M.-J. M. dan Geofisika and undefined 2014, "Analisis spasial indeks kekeringan Kabupaten Indramayu," *jmg.bmkg.go.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://jmg.bmkg.go.id/jmg/index.php/jmg/article/view/179>
- [5] I. Narulita, R. Rahayu, ... E. K.-J. L., and undefined 2020, "Ancaman kekeringan meteorologis di pulau Kecil tropis akibat pengaruh El-Nino Dan Indian Ocean dipole (IOD) positif, studi kasus: Pulau Bintan," *jlbg.geologi.esdm.go.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <http://jlbg.geologi.esdm.go.id/index.php/jlbg/article/view/252>
- [6] W. R.-P. J. S. Politeknik and undefined 2020, "Peramalan indeks kekeringan Kelayang menggunakan metode SARIMA dan SPI," *pdfs.semanticscholar.org*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/5822/7d818fcd42c062b008719a178d3109551328.pdf>
- [7] D. Utami, R. Hadiani, S. S.-M. T. Sipil, and undefined 2013, "Prediksi Kekeringan Berdasarkan Standardized Precipitation Index (SPI) Pada Daerah Aliran Sungai Keduang Di Kabupaten Wonogiri," *jurnal.uns.ac.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/37524>
- [8] R. Absari, G. Halik, W. W.-S. Teknika, and undefined 2021, "Analisis Indeks Kekeringan Meteorologis di Bagian Utara Kabupaten Lumajang," *journal.umy.ac.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/view/11089>
- [9] E. S.-J. S. Lahan and undefined 2016, "Pemantauan dan peringatan dini kekeringan pertanian di Indonesia," *epublikasi.pertanian.go.id*, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jsl/article/view/3358>

## Pengaruh Penambahan *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Bebas dan Nilai Kuat Geser Tanah Lempung

### The Effect of Adding Fly Ash on the Uncompressive Strength and Shear Strength Value of Clay Soil

Ades Andi Nurcahyo<sup>1</sup>, Amris Azizi<sup>2</sup>, Agus Salim<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 19 Agustus 2024  
Direvisi, 12 Agustus 2025  
Diterima, 14 Agustus 2025

#### Korespondensi Penulis:

Ades Andi Nurcahyo  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
ades152.andi@gmail.com

#### ABSTRAK

Tanah lempung serta lanau menggambarkan tanah lunak yang mempunyai karakteristik kurang baik. Pada umumnya wilayah Indonesia diselimuti oleh tanah lempung. Mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu montmorillonite, illite dan kaolinite. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap kuat tekan bebas pada tanah lempung, mengetahui pengaruh penambahan fly ash terhadap nilai kuat geser tanah pada tanah lempung. Penelitian ini menggunakan metode analisis dan uji coba sampel tanah. Hasil penelitian menunjukkan hasil uji kuat tekan dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%,20%,15%,10%,0% dengan hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran fly ash 10% dengan hasil 0,91 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,227 kg/cm<sup>2</sup> dan hasil uji kuat geser langsung dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%,20%,15%,10%,0% dengan hasil kuat geser langsung tertinggi terdapat pada tanah asli dengan hasil 44,71 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,572 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci :** Tanah lempung, fly ash, kuat tekan, kuat geser

#### ABSTRACT

*Clay and silt soils describe soft soils that have poor characteristics. In general, Indonesia is covered with clay soil. Clay minerals consist of three important components, namely montmorillonite, illite and kaolinite. The aim of the research is to determine the effect of adding fly ash on the unconfined compressive strength of clay soil, to determine the effect of adding fly ash on the shear strength value of soil in clay soil. This research uses soil sample analysis and testing methods. The research results show the results of compressive strength tests by adding fly ash material with mixed variations of 30%, 20%, 15%, 10%, 0% with the highest compressive strength results found in variations of the 10% fly ash mixture with results of 0.91 kg/cm<sup>2</sup>, while the mixture variation with the lowest results was the 20% fly ash mixture variation, namely 0.227 kg/cm<sup>2</sup> and the results of the direct shear strength test by adding fly ash material with mixture variations of 30%, 20%, 15%, 10%, 0% with The highest direct shear strength results were found in the original soil with a result of 44.71 kg/cm<sup>2</sup>, while the mixture variation with the lowest result was the 20% fly ash mixture variation, namely 0.572 kg/cm<sup>2</sup>.*

**Keyword :** Clay soil, fly ash, compressive strength, shear strength

## 1. PENDAHULUAN

Tanah lempung serta lanau menggambarkan tanah lunak yang mempunyai karakteristik kurang baik. Pada umumnya wilayah Indonesia diselimuti oleh tanah lempung. Mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu montmorillonite, illite dan kaolinite. Mineral Montmorillonite mempunyai permukaan yang besar dan lebih cepat untuk menyerap air jika dibandingkan dengan kandungan mineral yang lain, tanah yang memiliki jenis mineral ini lebih peka terhadap pengaruh air ini sangat mudah untuk mengembang.<sup>[1]</sup> Karena sifat-sifat yang telah dijelaskan montmorillonite yang terkandung pada tanah sering menyebabkan masalah pada bangunan yang akan dibuat.<sup>[2]</sup> Contoh karakteristik tanah yang menjadi perhatian yakni plastisitas yang tinggi, kekuatan geser yang rendah, perubahan volume dan kembang susut yang besar. Penting sekali bagi perancang untuk memahami kondisi tersebut, dan menyiapkan solusi untuk menanggulangnya.<sup>[3]</sup>

Terdapat jenis upaya yang bisa digunakan untuk menanggulangi tanah labil dan kurang bagus. Salah satu caranya yaitu stabilitas tanah menggunakan bahan kimia. Bahan kimia yang bisa digunakan yaitu abu sawit, fly ash, kapur, semen, zeolit, limbah plastik dan sebagainya.<sup>[4]</sup> Dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan abu terbang batu bara sebagai bahan tambah yang dicampur pada tanah. Fly Ash ialah bahan tambah (*Additive*) yang lumayan sering digunakan para peneliti saat ini sebagai bahan untuk memperbaiki tanah ekspansif. Fly Ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara, yang dimasukkan kedalam kelompok limbah B3 (PP No. 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun). Tanah yang bereaksi dengan fly ash dapat mempengaruhi karakteristik tanah. Karakteristik tanah yang berkembang dan menyusut karena pengaruh air, akan berkurang akibat adanya campuran dari fly ash.<sup>[5]</sup>

Desa Panusupan adalah desa yang terletak di Kecamatan Cilongok Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah, karakteristik tanah desa ini memiliki kontur pegunungan sehingga terdapat banyak lereng-lereng, di beberapa titik lereng tersebut terletak di samping area jalan sehingga sering didapati guguran tanah yang jatuh ke area jalan, sehingga mengganggu arus lalu-lintas.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian terkait tanah lempung yang ada di kawasan tersebut sehingga nantinya akan diketahui nilai kuat tekan dan kuat geser tanah lempung asli dan ketika dilakukan penambahan fly ash, selain itu penelitian ini dapat menjadi pertimbangan solusi untuk penyelesaian permasalahan lereng pada Kawasan tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Objek dan Lokasi Penelitian

Adapun Lokasi pengambilan sampel bertempat didesa Panusupan, Kecamatan Cilongok, Kabupaten Banyumas, Pengambilan sampel tanah dilakukan di salah satu lereng yang berada di Desa Panusupan Kecamatan Cilongok Kabupaten Banyumas.

### 2.2. Jenis Pengujian Material

Tabel 1. Sumber Referensi Setiap Pengujian

No.	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
3.	Batas cair ( <i>liquid limit</i> , LL )	SNI 03-1967-1990
4.	Batas Plastis ( <i>plastic limit</i> , PL )	SNI 03-1966-1990
5.	Indeks plastisitas ( <i>plasticity index</i> , PI )	SNI 03-1966-1990
6.	Berat Jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ASTM D854-88(72)
7.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994
8.	Kepadatan tanah	ASTM D 698-70
9.	Kuat Geser	ASTM D 3080
10	Tekan Bebas	SNI 3638:2012

### 2.3. Komposisi Campuran dan Jumlah Benda Uji

Dalam penentuan jumlah masing – masing material yang digunakan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut: Dihitung dari presentase sampel bahan campur 0% digunakan 100% tanah asli, dihitung dari presentasi 10% bahan campur yang digunakan 90 % tanah asli, dihitung dari presentase 15% bahan campur yang digunakan 85% tanah asli, dihitung dari presentase 20% bahan campur yang digunakan 80% tanah asli, dihitung dari presentase 30% bahan campur yang digunakan 70% tanah asli.[6]

Tabel 2. Jumlah sampel dalam setiap pengujian

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Jumlah Sampel	
				Buah	Total Sampel
1.	KUAT GESER LANGSUNG	TANAH ASLI	DST 1	2	12
		TANAH 70%+FA 30%	DST 2	2	
		TANAH 80%+FA 20%	DST 3	2	
		TANAH 85%+FA 15%	DST 4	2	
		TANAH 90%+FA 10%	DST 5	2	
		TANAH 100%+FA 0%	DST 6	2	
2.	KUAT TEKAN BEBAS	TANAH ASLI	UCT 1	2	12
		TANAH 70%+FA 30%	UCT 2	2	
		TANAH 80%+FA 20%	UCT 3	2	
		TANAH 85%+FA 15%	UCT 4	2	
		TANAH 90%+FA 10%	UCT 5	2	
		TANAH 100%+FA 0%	UCT 6	2	
TOTAL BENDA UJI					24

Tabel 3. Kebutuhan Material Dalam Setiap Percobaan

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Berat Material		Berat Campuran
			Tanah	Flyash	
1.	KUAT GESER LANGSUNG	TANAH ASLI	1000		1000
		TANAH 70%+FA 30%	700	300	1000
		TANAH 80%+FA 20%	800	200	1000
		TANAH 85%+FA 15%	850	150	1000
		TANAH 90%+FA 10%	900	100	1000
		TANAH 100%+FA 0%	1000	0	1000
2.	KUAT TEKAN BEBAS	TANAH ASLI	1000		1000
		TANAH 70%+FA 30%	700	300	1000
		TANAH 80%+FA 20%	800	200	1000
		TANAH 85%+FA 15%	850	150	1000
		TANAH 90%+FA 10%	900	100	1000
		TANAH 100%+FA 0%	1000	0	1000
TOTAL BENDA UJI			8500	1500	

## 2.4. Metode Analisis

### 2.4.1 Analisis Tanah Asli

1. Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemadatan (*uji Proctor*)
4. Analisis hasil pemadatan tanah asli dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.<sup>[7]</sup>

### 2.4.2 Analisis Pengaruh Fly Ash Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Geser Tanah Lempung

1. Nilai kohesi terhadap variasi fly ash
2. Nilai sudut geser terhadap variasi limbah batu bara atau fly ash
3. Nilai kuat geser terhadap variasi limbah batubara atau fly ash
4. Nilai kuat tekan bebas terhadap variasi limbah batubara atau fly ash<sup>[8]</sup>

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Karakteristik Dasar Tanah

Tabel 4. Rekepitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Asli

NO	PARAMETER	SATUAN	TANAH ASLI
1.	Pemeriksaan Kadar Air	%	37,43
2.	Pengujian Berat Jenis	gr/cm <sup>2</sup>	2,61
3.	Pengujian Batas-Batas Atterberg		
	1. Batas Cair	%	54,87
	2. Batas Plastis	%	19,45
	3. Batas Susut	%	3,98
	4. Indeks Plastis	%	35,42
4.	Pengujian Pemadatan		
	1. Kadar Air Optimum	%	38,25
	2. yd Maks	kg/cm <sup>3</sup>	1,180
5.	Pengujian Hidrometer		
	1. pasir	%	24,88
	2. Lanau	%	35,12
	3. Lempung	%	40

Sumber: Hasil Uji 2024

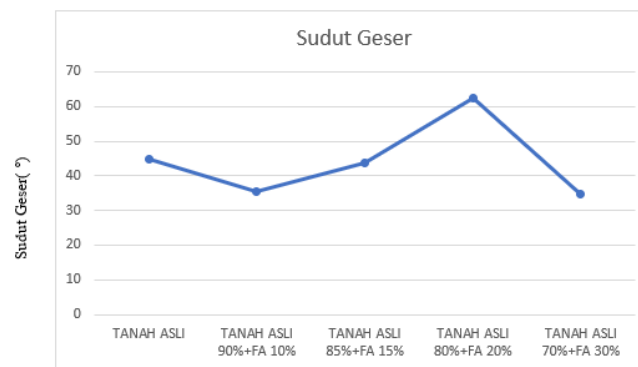
#### 3.2. Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung

Hasil pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung asli dan tanah lempung yang sudah dicampur dengan fly ash dengan komposisi campuran yang berbeda, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sudut Geser Langsung

Sampel	Sudut Geser(°)
TANAH ASLI	44,71
TANAH ASLI 90%+FA 10%	35,4
TANAH ASLI 85%+FA 15%	43,6
TANAH ASLI 80%+FA 20%	62,3
TANAH ASLI 70%+FA 30%	34,7

Sumber: Hasil Uji 2024

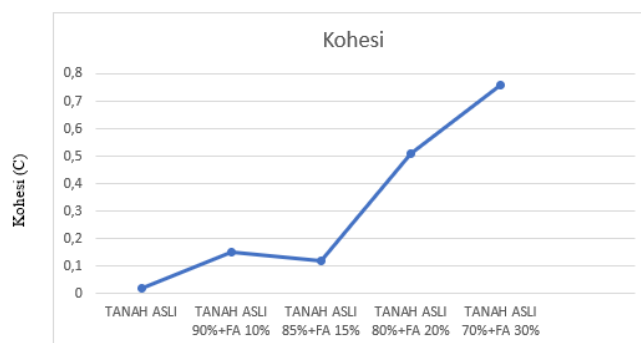


Gambar 1. Grafik sudut geser

Tabel 6. Hasil uji kohesi

Sampel	Kohesi (C)
TANAH ASLI	0,02
TANAH ASLI 90%+FA 10%	0,15
TANAH ASLI 85%+FA 15%	0,12
TANAH ASLI 80%+FA 20%	0,51
TANAH ASLI 70%+FA 30%	0,76

Sumber: Hasil Uji 2024



Gambar 2. Grafik kohesi

Tabel 7. Hasil uji kuat geser langsung

Sampel	Kuat Geser (kg/cm <sup>2</sup> )
TANAH ASLI	44,71
TANAH ASLI 90%+FA 10%	35,37
TANAH ASLI 85%+FA 15%	14,47
TANAH ASLI 80%+FA 20%	0,572
TANAH ASLI 70%+FA 30%	0,628

Sumber: Hasil Uji 2024



Gambar 3. Grafik kuat geser

Berdasarkan pada tabel diatas menunjukkan bahwa nilai kuat geser terendah pada komposisi variasi Tanah asli 80%+fly ash 20% yaitu 0,572 kg/cm<sup>2</sup>, Sedangkan nilai tertinggiya jatuh pada komposisi tanah asli yaitu 44,71 kg/cm<sup>2</sup>. Terjadinya suatu penurunan kuat geser yang diakibatkan oleh penambahan fly ash dari 10%,15%,20%,30%.[9]

### 3.3. Harga Pengujian Kuat Tekan Bebas

Hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung yang ditambahkan dengan variasi fly ash dengan komposisi campuran berbeda yang dicampurkan bersama, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 8. Hasil uji kuat tekan bebas

Komposisi Campuran	QU Rata – rata (kg/cm <sup>2</sup> )
TANAH ASLI	0,46
TANAH ASLI 90%+FA 10%	0,91
TANAH ASLI 85%+FA 15%	0,49
TANAH ASLI 80%+FA 20%	0,227
TANAH ASLI 70%+FA 30%	0,234



Gambar 4. Grafik uji kuat tekan bebas

Berdasarkan gambar diatas nilai optimum tertinggi terdapat pada komposisi variasi tanah asli 90%+Fly ash 10% dengan nilai optimum sebesar 0,91 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai terendah pada variasi penambahan tanah asli 80%+fly ash 20% yaitu sebesar 0,227 kg/cm<sup>2</sup>. [10]

#### 4. KESIMPULAN

Hasil uji kuat tekan dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%, 20%, 15%, 10% dengan hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada tanah asli 90%+Fly ash 10% dengan hasil 0,91 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,227 kg/cm<sup>2</sup>.

Hasil uji kuat geser langsung dengan menambahkan bahan fly ash dengan variasi campuran 30%, 20%, 15%, 10%, dengan hasil kuat geser langsung tertinggi terdapat pada tanah asli dengan hasil 44,71 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan variasi campuran dengan hasil terendah yaitu pada variasi campuran fly ash 20% yaitu sebesar 0,572 kg/cm<sup>2</sup>.

Implikasi dari penelitian ini adalah penelitian menunjukkan bahwa tanah lempung yang umum dijumpai di Indonesia memiliki karakteristik teknis yang kurang baik, terutama dalam hal kekuatan dan stabilitas. Penambahan fly ash sebagai bahan stabilisasi menunjukkan pengaruh yang bervariasi terhadap sifat mekanik tanah lempung. Fly ash dengan komposisi 10% memberikan peningkatan tertinggi pada nilai kuat tekan bebas, namun nilai kuat geser justru menurun dibandingkan tanah asli. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan fly ash tidak semata-merta memperbaiki semua parameter kekuatan tanah, dan efektivitasnya sangat bergantung pada proporsi campuran serta kondisi tanah awal. Oleh karena itu, pemanfaatan fly ash perlu dilakukan dengan pendekatan yang hati-hati dan berbasis data teknis yang memadai.

Rekomendasi berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk menggunakan fly ash pada komposisi optimal yaitu sekitar 10% untuk meningkatkan kuat tekan bebas tanah lempung. Penggunaan dalam kadar lebih tinggi perlu dihindari karena dapat menurunkan kekuatan tanah secara signifikan. Diperlukan uji laboratorium tambahan seperti CBR, pemadatan, dan ketahanan jangka panjang untuk memastikan kinerja campuran tanah-fly ash secara menyeluruh. Selain itu, karena fly ash merupakan limbah industri, penggunaannya harus mempertimbangkan dampak lingkungan dan mematuhi regulasi yang berlaku. Kolaborasi antara ahli geoteknik dan lingkungan sangat penting guna memastikan penggunaan fly ash yang efektif, aman, dan berkelanjutan dalam proyek konstruksi di wilayah bertanah lempung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardiyati, S. (2003). *Studi potensi mengembang dan kekuatan tanah lempung ekspansif dengan dan tanpa kapur akibat siklus berulang basah-kering*. (Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- [2] Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). *Pengaruh penggunaan semen sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung daerah lambung bukit terhadap nilai CBR tanah*. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1), 29-44.
- [3] Leliana, A., & Andajani, N. (2015). *Pengaruh penambahan fly ash terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif di daerah Magetan Jawa Timur*. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 1-8.
- [4] Winterkorn, H. F. (1957). *Granulometric and volumetric factors in bituminous soil stabilization*. In *Proceedings of Highway Research Board* (Vol. 36, pp. 773-782).
- [5] Sihombing, B. O., & Hutagalung, P. L. (2020). *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah*. *Atds Saintech Journal Of Engineering*, 1(2), 39-47.
- [6] Reno, A., Sarie, F., & Gandi, S. (2020). *Pengaruh Penambahan Pasir Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Daya Dukung Dan Kuat Tekan Bebas*. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(1), 63-72.
- [7] Raharjo, P. P. (2012). *Problem dan Identifikasi Tanah Ekspansif di Indonesia, Metode Stabilisasi dan Penanggulangannya Untuk Rekayasa Pondasi*.

- 
- [8] Prasenda, C., Setyanto, S., & Iswan, I. (2015). *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Lunak*. Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain, 3(1), 91-102.
- [9] Candra, A. I., Anam, S., Mahardana, Z. B., & Cahyono, A. D. (2018). *Studi Kasus Stabilitas Struktur Tanah Lempung Pada Jalan Totok Kerot Kediri Menggunakan Limbah Kertas*. UKaRsT, 2(2), 88-97.
- [10] Braja, M. D., Noor, T. E., & Indrasurya, B. M. (1998). *Mekanika Tanah Jilid 1* (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis).



## Analisis Faktor Kecelakaan Kendaraan Keluar Jalur pada Ruas Tol Semarang - Batang

### Analysis of the Factors Contributing to Vehicle Leaving the Lane on the Semarang – Batang Toll Road

Feri Saputra<sup>1</sup>, Dani Fitria Brilianti<sup>2</sup>, Rifano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

<sup>2</sup>Program Studi D4 Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

<sup>3</sup>Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

#### Informasi Artikel

Dikirim, 15 Mei 2025

Direvisi, 12 Agustus 2025

Diterima, 14 Agustus 2025

#### Korespondensi Penulis:

Feri Saputra  
Program Studi Rekayasa  
Sistem Transportasi Jalan  
Politeknik Keselamatan  
Transportasi Jalan Tegal  
JL. Perintis Kemerdekaan  
No.17 Slerok, Kota Tegal,  
52125  
Email:  
ferisaputra4994@gmail.com

#### ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas di Indonesia, khususnya pada ruas Jalan Tol Semarang-Batang, menjadi perhatian serius karena meningkatnya angka kecelakaan yang disebabkan oleh berbagai faktor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor penyebab kecelakaan kendaraan keluar jalur pada Ruas Tol Semarang-Batang serta mengevaluasi efektivitas pemasangan *rolling barrier guardrail* sebagai solusi untuk mengurangi kecelakaan. Penelitian menggunakan data sekunder pada Ruas Jalan tol Semarang-Batang sepanjang tahun 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor pengemudi, seperti mengantuk dan kehilangan konsentrasi, merupakan penyebab utama kecelakaan keluar jalur. Dalam penelitian ini, Ditemukan 46 kecelakaan, di mana 25 di antaranya disebabkan oleh faktor pengemudi yang mengantuk. Pemasangan *rolling barrier guardrail* diharapkan dapat menyerap energi benturan dan mengarahkan kendaraan kembali ke jalur, sehingga mengurangi risiko kecelakaan fatal. Penelitian ini merekomendasikan pemasangan *rumble strip* dan peningkatan pencahayaan jalan sebagai langkah tambahan untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

**Kata Kunci :** Kecelakaan lalu lintas, Keselamatan Jalan, Kendaraan Keluar Jalur, *Rolling Barrier Guardrail*, *Rumble Strip*.

#### ABSTRACT

*Traffic accidents in Indonesia, especially on the Semarang-Batang Toll Road, are a serious concern due to the increasing number of accidents caused by various factors. This study aims to analyze the factors that cause vehicles to leave the lane, as well as evaluate the effectiveness of installing rolling barrier guardrail as a solution to reduce accidents. The results showed that driver factors, such as drowsiness and loss of concentration, are the main causes of lane departure accidents. In this study, 46 accidents were found during 2024, of which 25 were caused by drowsy drivers. The installation of rolling barrier guardrail is expected to absorb impact energy and direct the vehicle back into the lane, thereby reducing the risk of fatal accidents. The study recommends the installation of rumble strips and improved street lighting as additional measures to improve road user safety.*

**Keyword :** *Traffic accidents, Road Safety, Vehicle Out of Lane, Rolling Barrier Guardrail, Rumble Strip.*

## 1. PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas menjadi perhatian signifikan diseluruh dunia karena bisa menyebabkan banyak kerugian seperti cedera ringan maupun berat bahkan sampai meninggal dunia serta kerugian ekonomi bagi korban dan pengguna jalan lainnya. Pada dasarnya, kecelakaan lalu lintas adalah peristiwa yang kemungkinan akan terus terjadi, karena selalu ada resiko yang terkait dengan sarana dan prasarana lalu lintas. Selain itu, kecelakaan juga disebabkan oleh resiko dari sifat manusia yang cenderung melakukan kesalahan. Data dari World Health Organization (WHO) menunjukkan pada tahun 2018, kecelakaan lalu lintas merupakan pembunuh nomor dua didunia pada umur 15 sampai 29 tahun. Di Indonesia, menurut laporan dari Kepolisian Republik Indonesia sebanyak 148.575 kasus kecelakaan lalu lintas pada tahun 2023. Angka ini menunjukkan peningkatan dibandingkan tahun 2022, yang mencatat 139.364 kasus kecelakaan lalu lintas dan 4.487 diantaranya merupakan kecelakaan lalu lintas yang terjadi di jalan tol dan jumlah ini 12,51% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebanyak 3.998 kasus menurut Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT) pada tahun 2022. Hal ini menunjukkan bahwa kecelakaan lalu lintas perlu mendapatkan perhatian lebih agar tidak terus meningkat setiap tahunnya.

Jalan tol adalah jalan bebas hambatan yang merupakan bagian dari sitem jaringan jalan nasional, dimana pengguna wajib membayar biaya tertentu dan memiliki kecepatan minimal yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis jalan lainnya (Haekal & Kartika, 2024). Hal ini menyebabkan dampak yang lebih serius jika terjadi kecelakaan di jalan tol. Contoh kecelakaan di jalan tol dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, faktor kendaraan, dan faktor manusia, seperti ketika pengemudi kehilangan kendali, yang meningkatkan risiko cedera dan kerusakan akibat tabrakan dengan objek tetap seperti pohon dan tiang atau objek yang tidak dapat dilintasi seperti saluran atau permukaan kasar, yang dapat mengakibatkan kendaraan terguling atau berhenti mendadak (Mahalalita et al., 2021).

Oleh karena itu, penting untuk memasang pagar keselamatan guna mengurangi dampak dari tabrakan dengan objek-objek di tepi jalan. Pagar keselamatan yang dimaksud meliputi pagar fleksibel (*wire rope*), semikaku (*guard rail*), dan kaku (*rigid barrier*). Dari ketiga model terdapat satu model dengan gabungan antara pagar keselamatan dengan *rolling barrier* yaitu *rolling barrier guardrail*. Dalam upaya untuk meminimalkan fatalitas kecelakaan dan meningkatkan keselamatan *rolling barrier guardrail* untuk meminimalkan tekanan benturan Ketika kendaraan menabrak pagar pembatas jalan (Shaffie et al., 2023).

Literatur yang ada menunjukkan bahwa kecelakaan di jalan tol dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor lingkungan, seperti kondisi cuaca dan kualitas jalan, serta faktor kendaraan, seperti kondisi teknis kendaraan, berkontribusi terhadap risiko kecelakaan. Penelitian oleh (Mahalalita et al., 2021) menyoroti pentingnya memahami faktor-faktor ini untuk merumuskan solusi yang efektif. Salah satu solusi yang diusulkan adalah pemasangan pagar keselamatan, termasuk *rolling barrier guardrail*. *Rolling barrier guardrail* dirancang untuk menyerap energi benturan dan mengarahkan kendaraan kembali ke jalur, sehingga dapat meminimalkan dampak kecelakaan (Shaffie et al., 2023). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai penyebab kecelakaan di jalan tol dan efektivitas solusi yang diusulkan.

## 2. METODE PENELITIAN

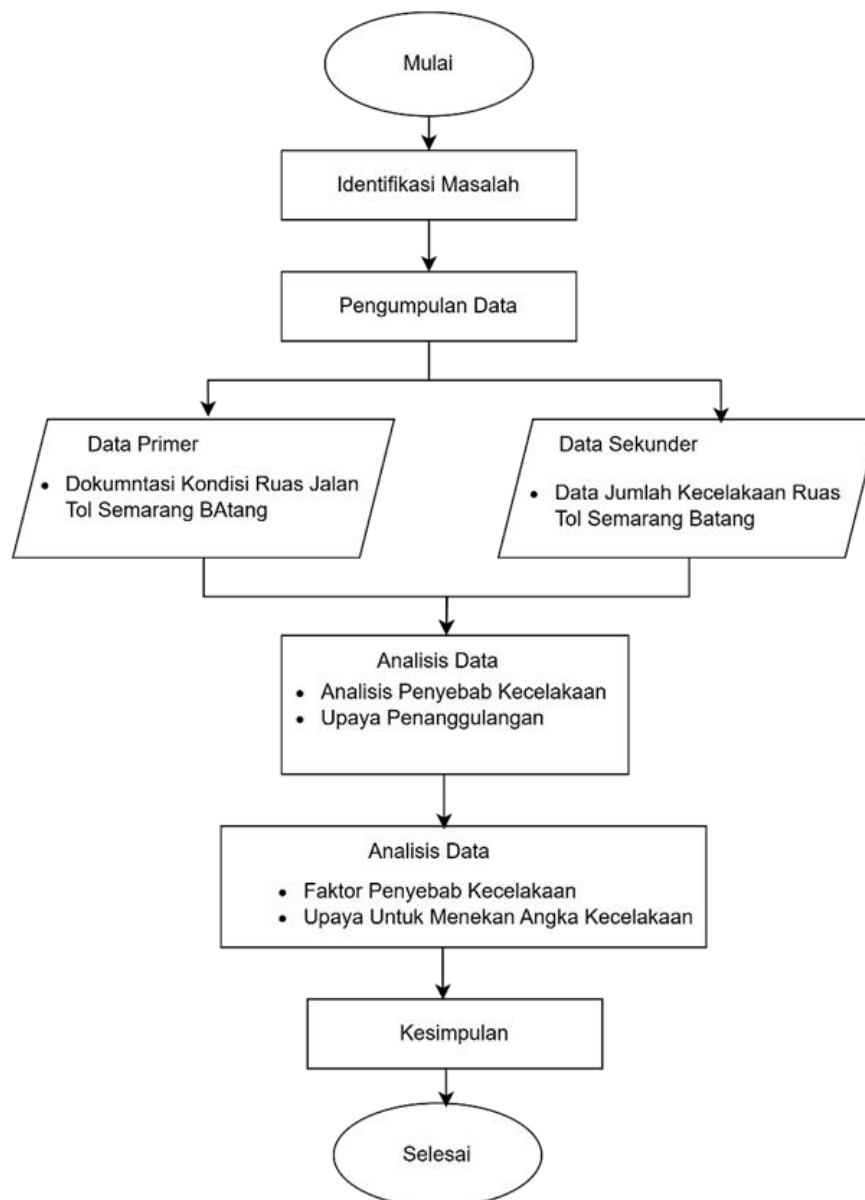
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yang berfungsi sebagai analisis dasar untuk menggambarkan kondisi secara umum. metode ini mempermudah penyampaian informasi yang disajikan dalam berbagai bentuk, seperti tabel, diagram, dan grafik Aryatama, 2020). Penelitian ini dilakukan di ruas jalan Tol Semarang-Batang dan dimulai dengan survei serta pengumpulan data.

### 2.1. Metode Pengumpulan Data

1. Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan yaitu pada ruas jalan untuk mendapatkan hasil secara langsung sesuai dengan kondisi ruas jalan Tol Semarang Batang
2. Data sekunder berupa jumlah kecelakaan dan penyebab kecelakaan yang meliputi faktor manusia, kendaraan, dan kondisi lingkungan pada tahun 2024 yang diperoleh dari Jasa Marga Semarang – Batang

### 2.2. Tahapan Penelitian

Alur penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah kecelakaan kendaraan keluar jalur di ruas Tol Semarang–Batang. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data primer berupa dokumentasi kondisi jalan dan data sekunder mengenai jumlah serta penyebab kecelakaan. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengungkap faktor penyebab dan merumuskan upaya penanggulangan. Hasil analisis dirangkum menjadi kesimpulan yang memuat rekomendasi teknis, yang menjadi dasar untuk perbaikan keselamatan jalan secara menyeluruh pada ruas Jalan Tol Semarang-Batang. Bagan alir penelitian sebagaimana tersaji dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

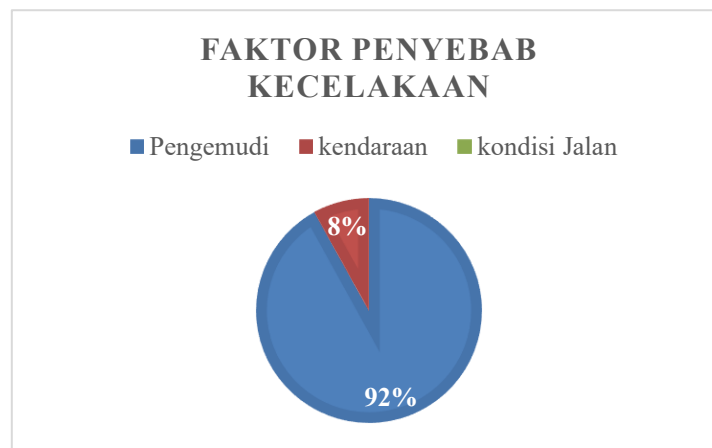
#### 3.1. Jumlah Kendaraan Keluar Jalur

Terdapat 46 kecelakaan selama 1 tahun pada 2024 dengan 25 diantara kecelakaan kendaraan keluar jalur pada ruas tol disebabkan oleh faktor mengantuk dan faktor kendaraan, faktor mengantuk menjadi faktor utama kecelakaan keluar jalur.

#### 3.2. Faktor Penyebab Kecelakaan Kendaraan Keluar Jalur

Kecelakaan tidak terjadi secara kebetulan, melainkan disebabkan oleh beberapa faktor. Penyebab kecelakaan perlu diidentifikasi dan dianalisis agar dapat dilakukan upaya pencegahan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan serupa. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan di jalan tol antara lain adalah faktor kesalahan manusia (*human error*), kesalahan teknis pada kendaraan (*mechanical failure*), kondisi jalan, serta faktor lingkungan.

Gambar 2 menyajikan data jumlah faktor kecelakaan kendaraan keluar jalur pada ruas tol semarang – batang pada tahun 2024.



Gambar 2. Jumlah Presentasi Faktor Penyebab Kecelakaan

Pada gambar 2, disajikan faktor-faktor penyebab kecelakaan kendaraan keluar jalur pada ruas Jalan Tol Semarang-Batang pada tahun 2024. Faktor pengemudi menjadi penyebab kecelakaan terbanyak dengan jumlah 23 kejadian atau 92%. Selanjutnya, faktor kendaraan tercatat sebanyak 2 kejadian atau 8%, sedangkan faktor kondisi jalan dan lingkungan tidak mencatatkan kejadian, dengan persentase sebesar 0%.

### 3.2.1. Faktor Pengemudi

Faktor pengemudi terdiri dari faktor mengantuk, hilangnya fokus, menggunakan ponsel saat berkendara, kelelahan, dan pelanggaran lalu lintas. Faktor pengemudi mengantuk menjadi faktor dominan pada kecelakaan kendaraan keluar jalur pada ruas jalan tol Semarang Batang. Hasil tersebut merupakan hasil wawancara secara langsung pada beberapa korban kecelakaan dengan kondisi tidak mengalami luka.

### 3.2.2. Faktor Kendaraan

Faktor pengemudi juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kendaraan kecelakaan keluar jalur dari beberapa kecelakaan rem blong merupakan penyebab tersering yang menyebabkan kecelakaan karena pengemudi tidak ada pilihan lain harus menabrakan kendaraan supaya kendaraan bisa berhenti.

## 3.3. Jenis Kecelakaan

### 3.3.1. Kecelakaan Tunggal

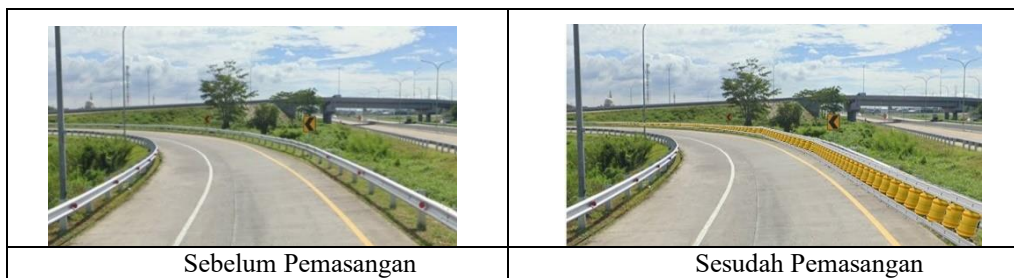
Pada tahun 2024, tercatat terdapat tujuh kecelakaan tunggal yang terjadi. Kecelakaan tersebut disebabkan oleh insiden yang terjadi secara mandiri, tanpa melibatkan pihak kendaraan lain. Selain itu, kecelakaan ini juga tidak disebabkan oleh suatu objek, seperti menabrak objek tetap, menabrak rintangan, atau menabrak penyebrang jalan.

### 3.3.2. Kecelakaan Ganda

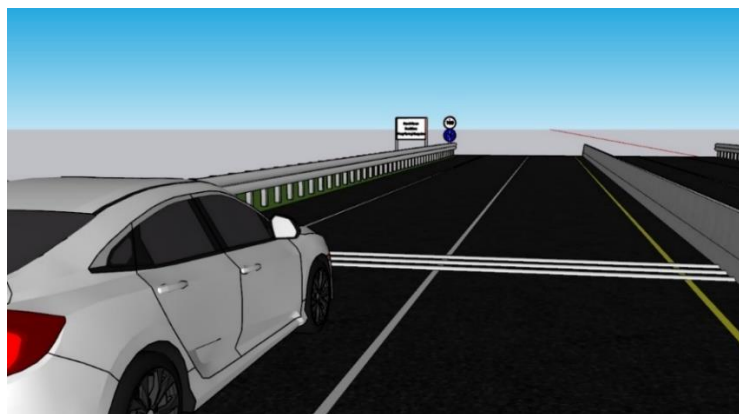
Terdapat beberapa jenis kecelakaan ganda yang dapat terjadi di jalan raya, antara lain adalah tabrak depan belakang, tabrak depan depan, tabrak samping depan, tabrak samping samping, serta tabrak beruntun yang melibatkan lebih dari dua kendaraan. Pada tahun 2024, tercatat sebanyak 39 kecelakaan ganda yang terjadi. Dari jumlah tersebut, tabrak depan belakang merupakan jenis kecelakaan ganda yang paling sering terjadi, dengan total 34 kejadian. Sementara itu, terdapat juga lima kejadian lainnya yang tergolong sebagai kecelakaan beruntun. Hal ini menunjukkan bahwa kecelakaan ganda, terutama yang melibatkan tabrak depan belakang, menjadi perhatian penting dalam upaya meningkatkan keselamatan berlalu lintas.

## 3.4. Upaya Penanggulangan

Untuk mengatasi masalah lalu lintas dan kecelakaan di Jalan Tol Semarang-Batang, pemasangan rolling guardrail system dapat menjadi solusi efektif. Sistem ini menggunakan tabung roller elastis yang menyerap energi benturan dan mengarahkan kendaraan kembali ke jalur tanpa terlempar keluar, sehingga mengurangi risiko kecelakaan fatal. Dengan visibilitas tinggi di malam hari dan perawatan yang mudah, *rolling guardrail* sangat efektif melindungi kendaraan yang melaju cepat, membantu menurunkan tingkat fatalitas kecelakaan.

Gambar 3. Pemasangan *Rolling Guardrail* Di Simpang Susun WeleriGambar 4. Pemasangan *Rolling Guardrail* Di Simpang Susun Krapyak

Selain itu, pemasangan *rumble strip* juga dapat membantu meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Rumble strip adalah fitur tambahan di permukaan jalan yang menghasilkan suara dan getaran ketika dilintasi kendaraan, sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan pengemudi. Fitur ini efektif dalam memberikan peringatan kepada pengemudi untuk mengurangi kecepatan, terutama di area berbahaya seperti tikungan tajam atau jembatan. Dengan kombinasi kedua metode ini, yaitu *rolling guardrail system* dan *rumble strip*, diharapkan tingkat kecelakaan di Jalan Tol Semarang-Batang dapat diminimalkan dan keselamatan pengguna jalan dapat ditingkatkan secara signifikan. Berikut merupakan gambaran pemasangan rumble strip pada jalan tol sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5. Pemasangan Rumble Strip

#### 4. KESIMPULAN

Faktor penyebab kecelakaan kendaraan keluar jalur pada ruas Jalan Tol Semarang - Batang pada tahun 2024. Faktor pengemudi menjadi penyebab kecelakaan terbanyak dengan jumlah 23 kejadian atau 92%. Selanjutnya, faktor kendaraan tercatat sebanyak 2 kejadian atau 8%, sedangkan faktor kondisi jalan dan lingkungan tidak mencatatkan kejadian, dengan persentase sebesar 0%.

Dalam rangka mengurangi angka kecelakaan, penelitian ini mengusulkan beberapa upaya penanggulangan, termasuk pemasangan *rolling guardrail system* dan *rumble strip*. *rolling guardrail* dirancang untuk menyerap energi benturan saat terjadi kecelakaan dan membantu mengarahkan kendaraan kembali ke jalur yang benar, sehingga mengurangi risiko kendaraan terlempar keluar dari jalan. Di sisi lain, *rumble strip* berfungsi sebagai peringatan bagi pengemudi melalui getaran saat melintasi area tersebut, meningkatkan kewaspadaan dan mendorong pengemudi untuk mengurangi kecepatan, terutama di area berbahaya.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Anggorowati, V. D. A. (2020). Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Wates – Purworejo Kabupaten Kulon Progo. *Kurvatek*, 5(1), 123–132. <https://doi.org/10.33579/krvtek.v5i1.583>
- [2] Deshmukh, S. S., Ghorpade, K., & Shirle, A. (2022). Rolling Barrier Guardrail System. 71(4), 13131–13146.
- [3] Fauzi Zaini Aryatama, H. W. (2020). Analisis Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Di Jalan Empunala Kota Mojokerto. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 5(1), 28–35. <https://doi.org/10.52447/jkts.v5i1.4111>
- [4] Haekal, M. A., & Kartika, A. A. G. (2024). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Studi Kasus Ruas Jalan Tol Ngawi-Kertosono. *Jurnal Teknik ITS*, 13(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v13i1.127932>
- [5] Hidayat, A., Purnama, H., & Mutiasari, U. (2023). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Pada Kecamatan Pomalaa Kabupaten Kolaka. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 7(3), 311–319. <https://doi.org/10.35334/be.v7i3.3449>
- [6] Mahalalita, R., Kusnandar, D., Nessayana, N., & Intisari, D. (2021). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Kecelakaan Lalu Lintas Di Kabupaten Mempawah. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 10(2), 287–292.
- [7] Mubalus, S. F. E. (2023). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Di Kabupaten Sorong Dan Penanggulangannya. *Socied*, 6(1), 182–197.
- [8] Pemerintah Indonesia. (2009). Undang-Undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Pemerintah Indonesia, Kolisch 1996, 49–56.
- [9] Shaffie, E., Zin, N. M. M., Shiong, F., Arshad, A. K., & Ahmad, J. (2023). A Study On the Effectiveness of Rolling Barrier System at Straight Road and Curved Road: A Review. *International Journal of Integrated Engineering*, 15(1), 310–320. <https://doi.org/10.30880/ijie.2023.15.01.028>
- [10] Sihombing, A. J., & Widyastuti, H. (2021). Analisa Kecelakaan Lalu Lintas di Ruas Jalan Tol Cipularang, Purwakarta. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.57996R>. Arulmozhiyal and K. Baskaran, "Implementation of a Fuzzy PI Controller for Speed Control of Induction Motors Using FPGA," *Journal of Power Electronics*, vol. 10, pp. 65-71, 2010.



**CIVeng**

**JURNAL TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN**

Sekretariat : Program Studi Teknik Sipil  
Gedung Teknik Lt.1 Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Jl. K. H. Ahmad Dahlan PO Box 202, Purwokerto 53182  
Telp. 0281-636751 Ext.165  
Email : [jurnalciveng@ump.ac.id](mailto:jurnalciveng@ump.ac.id)

