

## JURNAL TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN

**Analisis Kehilangan Air Pada Jaringan Distribusi PDAM Wonosobo**

Achmad Surajad Indro Antoro, Iskahar, Teguh Marhendi

**Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) Terhadap Kuat Tekan Paving Block**

Elvan Putra Prasetyo, Agus Salim AF, Besty Afriandini

**Dampak *Contract Change Orders* (CCO) Terhadap Produktivitas Proyek Konstruksi Di Kabupaten Cilacap**

Ahmad Suseno, Amris Azizi, Arif Kurniawan Suksmono

**Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Jalan Terhadap Sistem Satu Arah Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto**

Rizqi Audita, Sulfah Anjarwati, Cremona Ayu Novita Sari

**Analisis Percepatan Tanah Maksimum Menggunakan Program *ProSHAKE* Berdasarkan Data CPT Di Purwokerto**

Amris Azizi, Teguh Marhendi

**Mengidentifikasi Faktor Kendala Pembangunan Gedung Bertingkat**

Irfauji Firman Hidayat

**Analisis Alokasi Air Daerah Aliran Sungai Tapung Kanan**

Yuni Meyliska, Manyuk Fauzi, Yohanna Lilis Handayani

**Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan**

Dean Edbert Natanael Siagian, Muhammad Hakiem Sedo Putra



**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**

Besty Afriandini, S.T., M.Eng.

### **Editorial Board**

Amris Azizi, S.T., M.Si.  
Cremona Ayu Novita Sari, S.T., M.T.

### **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. ( 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

<b>DAFTAR ISI</b>	i
<b>Analisis Kehilangan Air Pada Jaringan Distribusi PDAM Wonosobo</b> Achmad Surajad Indro Antoro, Iskahar, Teguh Marhendi	(1 – 8)
<b>Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis HDPE (<i>High Density Polyethylene</i>) Terhadap Kuat Tekan <i>Paving Block</i></b> Elvan Putra Prasetyo, Agus Salim AF, Besty Afriandini	(9 – 14)
<b>Dampak <i>Contract Change Orders</i> (CCO) Terhadap Produktivitas Proyek Konstruksi Di Kabupaten Cilacap</b> Ahmad Suseno, Amris Azizi, Arif Kurniawan Suksmono	(15 – 20)
<b>Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Jalan Terhadap Sistem Satu Arah Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto</b> Rizqi Audita, Sulfah Anjarwati, Cremona Ayu Novita Sari	(21 – 30)
<b>Analisis Percepatan Tanah Maksimum Menggunakan Program <i>ProSHAKE</i> Berdasarkan Data CPT Di Purwokerto</b> Amris Azizi, Teguh Marhendi	(31 – 38)
<b>Mengidentifikasi Faktor Kendala Pembangunan Gedung Bertingkat</b> Irfauji Firman Hidayat	(39 – 44)
<b>Analisis Alokasi Air Daerah Aliran Sungai Tapung Kanan</b> Yuni Meyliska, Manyuk Fauzi, Yohanna Lilis Handayani	(45 – 54)
<b>Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan</b> Dean Edbert Natanael Siagian, Muhammad Hakiem Sedo Putra	(55 – 60)

## ANALISIS KEHILANGAN AIR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PDAM WONOSOBO

## ANALYSIS OF WATER LOSSES IN THE DISTRIBUTION NETWORK OF PDAM WONOSOBO

Achmad Surajad Indro Antoro<sup>1</sup>, Iskahar<sup>2</sup>, Teguh Marhendri<sup>3</sup>

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

### Informasi Artikel

Dikirim, 9 Agustus 2022  
Direvisi, 11 Januari 2024  
Diterima, 18 Januari 2024

### Korespondensi Penulis:

Achmad Surajad Indro Antoro  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
drajadahmad05@gmail.com

### ABSTRAK

Wonosobo sebagai salah satu kota yang sedang berkembang di Provinsi Jawa Tengah memerlukan ketersediaan air bersih yang cukup untuk menunjang kebutuhan hidup masyarakat, PDAM sebagai salah satu penyedia air bersih berkewajiban untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pada saat ini pendistribusian air PDAM belum merata masih ada beberapa daerah layanan PDAM yang belum di aliri air secara kontiniu selama 24 jam. Untuk itu perlu di hitung kebutuhan dan kehilangan air untuk saat ini dan untuk masa yang akan datang yaitu tahun 2026 dengan proyeksi jumlah penduduk dan menghitung debit air yang dimanfaatkan PDAM serta proyeksi perkiraan ketersediaan air sampai dengan tahun 2026. Dari hasil penelitian jumlah kebutuhan air bersih PDAM sampai dengan tahun 2026 mengalami peningkatan menjadi 642,65 liter/detik meningkat sebesar 89,29 liter/detik (16%) dari tahun 2021 yang berjumlah 553,36 liter/detik seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk kota Wonosobo, debit air terpakai PDAM kota Wonosobo sampai tahun 2026 berjumlah 851,797 liter/detik meningkat sebesar 88,799 liter/detik (12%) dari data debit air terpakai pada tahun 2021 yang hanya sebesar 762,998 liter/detik, perkiraan kehilangan air sampai dengan tahun 2026 sebanyak 209,15 liter/detik menurun sebesar 0,49 liter/detik (0%) dari tahun 2021 yang hanya sebesar 209,64 liter/detik, dari neraca air dapat disimpulkan bahwa ketersediaan masih mencukupi kebutuhan sampai dengan tahun 2026.

**Kata Kunci :** Kebutuhan air, ketersediaan air, kehilangan air, dan neraca air.

### ABSTRACT

*Wonosobo as one of the developing cities in Central Java Province requires the availability of sufficient clean water to support the needs of people. PDAM (Local Water Supply Utility) as one of the providers of clean water is obliged to meet these needs. At this moment, the distribution of PDAM water was not evenly distributed, there were still some PDAM service areas that had no running water continuously for 24 hours. For this reason, it is necessary to calculate water needs and losses for now and until 2026 with a projected population and calculate the water discharge used by PDAMs as well as projected water availability estimates until 2026. Based on the study, the water needs for 2026 was 642.65 liters/second increased by 89.29 liters/second (16%) from 2021 which amounted to 553.36 liters/second. Along with the increasing population growth of Wonosobo city, the water debit used by PDAM Wonosobo city until 2026 was 851.797 liters/second increase by 88,799 liters/second (12%) from the data of used water discharge in 2021 which was only 762,998 liters/second. The estimated water loss until 2026 was 209.15 liters/second decreased by 0.49 liters/second (0%) from 2021 which was only 209.64 liters/second from the water balance. It can be drawn that the availability is still sufficient up to 2026.*

**Keyword :** Water needs, water availability, water losses, and water balance

## 1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan yang esensial bagi kelangsungan hidup manusia. Secara umum manfaat air bagi kehidupan manusia meliputi dua aspek yaitu aspek eksternal dan internal, yang dimaksud aspek eksternal adalah peranan air di luar tubuh manusia, seperti untuk kebutuhan pertanian industri dan lain-lain. Sedangkan dari aspek internal yaitu untuk kebutuhan didalam tubuh manusia, seperti kebutuhan minum, proses metabolisme dan lain sebagainya (Rudi Eryanto *et al.*, 2021).

Berkembangnya suatu kota ditandai dengan bertambahnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun disertai dengan peningkatan taraf hidup masyarakat dan peningkatan ekonomi di berbagai bidang. Kebutuhan air untuk menunjang perkembangan tersebut juga semakin meningkat. Sesuai pasal 5 Undang- undang No. 7 Tahun 2004 mengenai Sumber Daya Air, bahwa “Negara menjamin hak setiap orang untuk mendapatkan air bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kehidupannya yang sehat, bersih, dan produktif” (Rudi Eryanto *et al.*, 2021).

Masalah penyediaan air bersih saat ini menjadi perhatian khusus bagi negara maju maupun berkembang. Indonesia sebagai salah satu negara berkembang tidak lepas dari permasalahan penyediaan air bersih bagi masyarakat. Salah satu masalah pokok yang di hadapi adalah kurang tersedianya sumber air bersih dan belum meratanya pelayanan penyediaan air bersih terutama di pedesaan dan sumber air bersih yang ada belum di manfaatkan secara maksimal (Muhammad Fahrival, 2019).

Terkait dengan masalah kebocoran pipa maupun kehilangan air yang terjadi di PDAM Tirta Aji Wonosobo dilokasi sekitar pedesaan di kota Wonosobo keluhan masyarakat terkait permasalahan yang sering terjadi di antaranya air yang mengalir pada jam tertentu saja. Itu pun aliran air hanya kecil dan tidak lancar sebagaimana seharusnya. Masih banyak masyarakat yang memakai air dari mata air alami dan belum menggunakan air PDAM di karenakan pelayanan PDAM untuk pemasangan meteran air sedikit sulit dan prosesnya pun lama.

Tabel 1. Realisasi penggunaan air

No	Tahun	Realisasi penggunaan air
1	2017	15.674.123
2	2018	16.148.314
3	2019	16.929.095
4	2020	17.603.168
5	2021	17.450.622

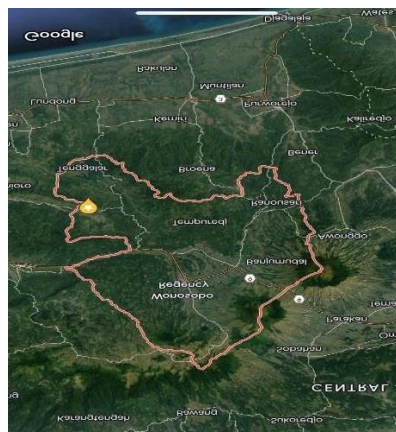
(Sumber: PDAM Wonosobo, 2022)

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini yaitu memperkirakan kebutuhan air, kehilangan air, ketersediaan air dan neraca air dapat dihitung dengan perhitungan data rekapitulasi laporan data dari PDAM Kota Wonosobo. Perhitungan ini menggunakan rumus regresi linier (Sudjana, 1992).

### 2.1. Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Kabupaten Wonosobo. 7 ° 11' dan 7 ° 36' Lintang Selatan, 109 ° 43' dan 110 ° 04' Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2.2. Rumus Persamaan

Data dalam Penelitian ini meliputi

- 1) Data realisasi penggunaan air Tahun 2017-2021
- 2) Data jumlah debit air Tahun 2017-2021
- 3) Data kehilangan air Tahun 2017-2021

## 2.3. Langkah-Langkah Penelitian

### 2.3.1. Analisis Kebutuhan Air Bersih

Analisis regresi adalah suatu metode statistik yang mengamati hubungan antara variabel terikat Y dan serangkaian variabel bebas  $X_1, \dots, X_p$ . Tujuan dari metode ini adalah untuk memprediksi nilai Y untuk nilai X yang diberikan. Model regresi linier sederhana adalah model regresi yang paling sederhana yang hanya memiliki satu variabel bebas X. analisis regresi memiliki beberapa kegunaan, salah satunya untuk melakukan prediksi terhadap variabel terikat Y.

Dalam merencanakan jumlah kebutuhan air bersih PDAM kota Wonosobo ada dua cara yaitu:

1. Dengan cara analisis jumlah data pelanggan dan realisasi penggunaan kebutuhan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan} = \text{jumlah pelanggan} * \text{realisasi penggunaan} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Kebutuhan = penggunaan ( $m^3$ /tahun)

Jumlah pelanggan = pemakai (sambungan langsung = SL)

Realisasi penggunaan = kebutuhan realisasi ( $m^3$ /tahun)

2. Dengan cara estimasi penggunaan teoritis, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan} = \text{jumlah pelanggan} * \text{penggunaan teoritis} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

Kebutuhan = penggunaan ( $m^3$ /tahun)

Jumlah pelanggan = pemakai (sambungan langsung =SL)

Penggunaan teoritis = kebutuhan teoritis ( $m^3$ /tahun)

Kebutuhan air bersih PDAM kota Wonosobo yang akan datang dapat di prediksi dengan menggunakan analisis regresi linier, rumus yang dipakai adalah rumus regresi linier (Sudjana, 1992:06).

$$Y = A + (B \cdot X) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Y = Variabel tidak bebas.

A dan B = di dapat dari perhitungan berdasarkan data penelitian

X = Variabel bebas.

$$B = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots \dots \dots (4)$$

$$A = \frac{\sum Y}{n} - B \frac{\sum X}{n} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

Y = Variabel tidak bebas.

A dan B = Di dapat dari perhitungan berdasarkan data penelitian

X = Variabel bebas.

### 2.3.2. Analisis Ketersediaan Air Bersih

Analisis ketersediaan air bersih dapat dihitung dengan perhitungan data rekapitulasi laporan data pelanggan aktif PDAM Kota Wonosobo. Perhitungan ini menggunakan rumus regresi linier (Sudjana, 1992).

$$Y = A + (B \cdot X) \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Y = Variabel tidak bebas.

A dan B = Di dapat dari perhitungan berdasarkan data penelitian, X = Variabel bebas.

$$B = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \dots\dots\dots (7)$$

$$A = \frac{\sum Y}{n} - B \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

Y = Variabel tidak bebas.

A dan B = Di dapat dari perhitungan berdasarkan data penelitian,

Dari rumus regresi linier di atas maka dapat digunakan untuk perhitungan prediksi jumlah pelanggan, perhitungan prediksi debit air bersih yang dibutuhkan dan perhitungan prediksi ketersediaan debit air bersih PDAM kota Wonosobo.

### 2.3.3. Analisis Neraca Air

Dalam menghitung neraca air yaitu, apabila ketersediaan air lebih besar dari kebutuhan maka neraca airnya surplus dan apabila ketersediaan air lebih kecil dari kebutuhan maka neraca airnya defisit, jadi untuk menghitung neraca air dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Ketersediaan} = \text{debit air} - \text{kehilangan} \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{Neraca air} = \text{ketersediaan} - \text{kebutuhan} \dots\dots\dots (10)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Kebutuhan Air Bersih

Tabel 2. Rata rata penggunaan air

No	Tahun	Realisasi penggunaan air
1	2017	15.674.123
2	2018	16.148.314
3	2019	16.929.095
4	2020	17.603.168
5	2021	17.450.622

(Sumber: PDAM Wonosobo, 2022)

Tabel 3. Perhitungan perkiraan kebutuhan air

No	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
1	1	15.674.123	15.674.123	1
2	2	16.148.314	32.296.628	4
3	3	16.929.095	50.787.285	9
4	4	17.603.168	70.412.672	16
5	5	17.450.622	87.253.110	25
Σ	15	83.805.322	256.423.818	55

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

Tabel 4. Hasil perhitungan kebutuhan air

No	Tahun	Perkiraan kebutuhan air rata rata	
		m <sup>3</sup> /tahun	lt/detik
1	2022	18.263.419	579,13

2	2023	18.764.204	595,01
3	2024	19.264.989	610,89
4	2025	19.765.774	626,77
5	2026	20.266.559	642,65

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

### 3.2. Perhitungan Analisa Debit Air PDAM Tirta Aji Wonosobo

Tabel 5. Debit air yang terpakai

No	Tahun	Perkiraan debit air	liter/detik
1	2017	22.477.090	712,74
2	2018	22.834.962	724,09
3	2019	23.733.903	752,60
4	2020	24.451.588	775,35
5	2021	24.061.898	763,00

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

Tabel 6. Perhitungan perkiraan debit air

No	X	X	XY	X <sup>2</sup>
1	1	22.477.090	22.477.090	1
2	2	22.834.962	45.669.924	4
3	3	23.733.903	71.201.709	9
4	4	24.451.588	97.806.352	16
5	5	24.061.898	120.309.490	25
Σ	15	117.559.441	357.464.565	55

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

Tabel 7. Perkiraan rata-rata debit produksi air yang terpakai.

No	Tahun	Perkiraan kebutuhan air rata rata	
		m <sup>3</sup> /tahun	lt/detik
1	2022	24.947.760,80	791,09
2	2023	25.426.385,00	806,27
3	2024	25.905.009,20	821,44
4	2025	26.383.633,40	836,62
5	2026	26.862.257,60	851,80

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

Tabel 8. Kehilangan air

No	Tahun	Debit air	Realisasi penggunaan air	Jumlah kehilangan air
1	2017	22.477.090	6.802.967	15.674.123
2	2018	22.834.962	6.686.648	16.148.314
3	2019	23.733.903	6.804.808	16.929.095
4	2020	24.451.588	6.848.420	17.603.168
5	2021	24.061.898	6.611.276	17.450.622

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

Tabel 9. Perhitungan perkiraan kehilangan air

No	X	Y	XY	X <sup>2</sup>
1	1	6.802.967	6.802.967	1
2	2	6.686.648	13.373.296	4
3	3	6.804.808	20.414.424	9
4	4	6.848.420	27.393.680	16
5	5	6.611.276	33.056.380	25
Σ	15	33.754.119	101.040.747	55

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

Tabel 10. Perkiraan rata-rata kehilangan air

No	Tahun	Perkiraan kehilangan air rata rata	
		m <sup>3</sup> /tahun	lt/detik
1	2022	6.684.340,80	211,96
2	2023	6.662.179,80	211,26
3	2024	6.640.018,80	210,55
4	2025	6.617.857,80	209,85
5	2026	6.595.696,80	209,15

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

### 3.3. Neraca Air

Dalam perhitungan neraca air apabila ketersediaan air melebihi kebutuhan maka neraca air menjadi surplus dan apabila ketersediaan air tidak mencukupi kebutuhan maka neraca air menjadi defisit, untuk perhitungan perkiraan ketersediaan air dapat digunakan rumus (2.14) sebagai berikut :

Ketersediaan = debit air - kehilangan air Untuk tahun 2022

Ketersediaan = 24.947.760,80 - 6.684.340

= 18.263.420 m<sup>3</sup>/tahun

= 579,13 lt/detik

Untuk neraca air dapat dilakukan perhitungan menurut rumus (2.15) seperti berikut :

Neraca air = ketersediaan - kebutuhan Untuk tahun 2022

Neraca air = 18.263.20 - 18.263.419

= 1,0 m<sup>3</sup>/tahun

= 0,00 lt/detik

Tabel 11. Ketersediaan air

Tahun	Perkiraan debit air	Kehilangan air	Ketersediaan air	Ketersediaan air liter/detik
2022	24.947.760,80	6.684.340,80	18.263.420,0	211,96
2023	25.426.385,00	6.662.179,80	18.764.205,2	211,26
2024	25.905.009,20	6.640.018,80	19.264.990,4	210,55
2025	26.383.633,40	6.617.857,80	19.765.775,6	209,85
2026	26.862.257,60	6.595.696,80	20.266.560,8	209,15

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

Tabel 12. Neraca air

No	Tahun perencanaan	Neraca air		Surplus/defisit lt/detik	Keterangan
		Ketersediaan lt/detik	Kebutuhan lt/detik		
1	2022	579,13	579,13	0,00	Tidak surplus dan tidak deficit
2	2023	595,01	595,01	0,00	Tidak surplus dan tidak deficit
3	2024	610,89	610,89	0,00	Tidak surplus dan tidak deficit
4	2025	626,77	626,77	0,00	Tidak surplus dan tidak deficit
5	2026	642,65	642,65	0,00	Tidak surplus dan tidak deficit

(Sumber : Hasil analisis, 2022)

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada tahun 2021 kebutuhan air PDAM Kota Wonosobo sebesar 553,36 lt/detik, sedangkan dari hasil perhitungan tahun 2026 yaitu 642,65 lt/detik meningkat sekitar 89,29 lt/detik (16%) dari data kebutuhan air pada tahun 2021.
2. Pada Tahun 2021 debit air sebesar 712,744 lt/detik, sedangkan dari hasil perhitungan tahun 2026 prediksi debit air PDAM kota Wonosobo tahun 2026 yaitu 851,797 lt/detik meningkat sebesar 139,053 lt/detik (12%).

3. Pada tahun 2021 kehilangan air di PDAM kota Wonosobo sebesar 209,64 lt/detik, sedangkan dari hasil perhitungan tahun 2026 yaitu 209,15 lt/detik menurun sebesar 0,49 lt/detik (0%).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmadi, khayan dan H.S. Kasjono. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- [2] Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil. 2022. *Data Jumlah Penduduk Kabupaten Wonosobo Tahun 2017-2021*. Wonosobo: Disdukcapil
- [3] Dinas, P.U. 2007. *Petunjuk Teknis Pelaksanaan Prasarana Air Minum Sederhana*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia
- [4] Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 1998. *Kriteria Perencanaan*. Jakarta: Badan Penbit Departemen Pekerjaan Umum
- [5] Iis Puspita Sari dan Alfian Purnomo. 2017. Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Kota Kendari Cabang Pohara). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), F355–F360.
- [6] Kodoatie, Roberyt J., dan Roestam, Sjarief. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi
- [7] Muhammad Fahrissal. 2019. *Prediksi Kebutuhan Air Bersih Tahun 2028 PDAM Unit IKK Belawang-Wanaraya*. *Poros Teknik*, 11(2), 56–63.
- [8] PDAM Tirta Aji Wonosobo. 2022. *Data Rekapitulasi penggunaan Air Tahun 2017-2021*. Wonosobo: PDAM
- [9] Rudi Eryanto, Masril, M., & Herista, F. (2021). *ANALISIS KEBUTUHAN AIR BERSIH PDAM KOTA SAWAHLUNTO*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 27–37.
- [10] Silalahi, M. D. 2002. *Optimalisasi Sarana Yuridis Sebagai Upaya Menumbuhkan Masyarakat Sadar Urgensi Sumber Daya Air (SDA)*. *Majalah Air Minum*, edisi, No. 97 / th. XXIII Desember 2002.
- [11] Sujana. 2017. *Analisis Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Perusahaan Daerah Air Minum Kota Salatiga)*. *Jurnal Ilmiah*
- [12] Utari, R. and Aprilia, N. A. 2017. *Analisis Kebutuhan Air Bersih Di Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur Sumatera Selatan*. *Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil* 32-39
- [13] UU Nomor 17 Tahun 2019. 2019. *Undang-undang (UU) Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air*. In *Jdih Bpk Ri Database Peraturan*. Diambil dari <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/122742/uu-no-17-tahun-2019>



## PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) TERHADAP KUAT TEKAN PAVING BLOCK

### EFFECT OF HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) PLASTIC WASTE ADDITION ON COMPRESSION STRENGTH OF PAVING BLOCK

Elvan Putra Prasetyo<sup>1</sup>, Agus Salim AF<sup>2</sup>, Besty Afriandini<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 12 Agustus 2022  
Direvisi, 22 Januari 2024  
Diterima, 23 Januari 2024

#### Korespondensi Penulis:

Elvan Putra Praetyo  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
Jl. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
elvanprasetyo29@gmail.com

#### ABSTRAK

*Paving block* (bata beton) adalah komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lainnya. Pada umumnya *paving block* dipakai untuk trotoar, perkerasan jalan, perkerasan halaman, lahan parkir, area industri dan pelabuhan. Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan *polyethylene termoplastik* yang terbuat dari minyak bumi. Penelitian ini menggunakan campuran plastik HDPE dikarenakan plastik HDPE memiliki daya tahan terhadap *temperature* yang tinggi mencapai 120°, HDPE juga lebih keras dan tahan terhadap bahan kimia. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat tekan dan daya serap air *paving block* dengan penggantian sebagian pasir menggunakan plastik HDPE. Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimen. Variasi campuran yang digunakan adalah 0%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% dari volume agregat halus, pengujian dilakukan ketika *paving block* telah berumur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata adalah sebagai berikut : kuat tekan variasi 0% adalah 13,60 Mpa, kuat tekan variasi 0,2% adalah 8,19 Mpa, kuat tekan variasi 0,3% adalah 5,49 Mpa, kuat tekan variasi 0,4% adalah 5,22 Mpa dan kuat tekan variasi 0,5% adalah 3,15 Mpa. Hasil pengujian penyerapan air dengan variasi 0% sebesar 9,62%, variasi 0,2% sebesar 9,66%, variasi 0,3% sebesar 9,73%, variasi 0,4% sebesar 10,74% dan variasi 0,5% sebesar 11,7%. Hasil kuat tekan dengan variasi penambahan plastik HDPE belum memenuhi standar mutu *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 yaitu minimal kuat tekan 10 Mpa. Pengujian penyerapan air yang memenuhi syarat *paving block* menurut SNI 03-0691-1996 yaitu pada variasi campuran 0%, 0,2%, 0,3%.

**Kata Kunci :** paving block, kuat tekan, penyerapan air, plastik HDPE

#### ABSTRACT

*Paving block* (concrete brick) is a composition of building materials made from a mixture of portland cement, water and aggregate with or without other materials. In general, paving blocks are used for sidewalks, road pavements, yard pavements, parking lots, industrial areas and ports. HDPE (*High Density Polyethylene*) plastic is a thermoplastic polyethylene made from petroleum. This study uses a mixture of HDPE plastic because HDPE plastic has resistance to high temperatures reaching 120°, HDPE is also harder and resistant to chemicals. The purpose of this study was to determine the compressive strength and water absorption of paving blocks by replacing some of the sand using HDPE plastic. This research method was carried out experimentally. Variations of the mixture used were 0%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% of fine aggregate volume, the test was carried out when the paving blocks were 28 days old. The results of the average compressive strength test are as follows: the compressive strength of variation 0% is 13.60 Mpa, the compressive strength of 0.2% variation is 8.19 Mpa, the compressive strength of 0.3% variation is 5.49 Mpa, the compressive strength of variation 0.4% is 5.22 Mpa and the compressive strength variation of 0.5% is 3.15 Mpa. The results of the water absorption test with 0% variation of 9.62%, 0.2% variation of 9.66%, 0.3% variation of 9.73%, 0.4% variation of 10.74% and

variation 0, 5% by 11.7%. The results of the compressive strength with variations in the addition of HDPE plastic do not meet the quality standards of paving blocks according to SNI 03-0691-1996, which is a minimum compressive strength of 10 MPa. The water absorption test that meets the requirements of paving blocks according to SNI 03-0691-1996 is in the mixed variation of 0%, 0.2%, 0.3%.

**Keyword :** Paving Block, Compressive Strength, Water Absorption, Plastic HDPE.

## 1. PENDAHULUAN

*Paving block* (bata beton) merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan lain yang tidak mengurangi mutu bata beton itu sendiri [1]. Pada umumnya *paving block* digunakan untuk trotoar, perkerasan jalan, perkerasan halaman, lahan parkir, area industri dan pelabuhan. *Paving block* merupakan salah satu produk yang digunakan sebagai alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah.

Plastik adalah salah satu material yang sangat sulit terurai dimana penguraian plastik melalui penimbunan membutuhkan waktu yang lama. Penggunaan plastik di Indonesia dari tahun ke tahun meningkat dengan cepat hal ini dikarenakan adanya pertumbuhan penduduk, pengembangan dan perubahan gaya hidup serta kondisi sosial ekonomi masyarakat.

Plastik yang sering kita temui yaitu plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*). Plastik ini biasanya digunakan untuk botol shampoo, botol detergen, jerigen, botol sabun dan gallon air minum. Menurut sebagian besar orang limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) sudah tidak bermanfaat lagi bahkan sering dibuang karena tidak dipergunakan lagi. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan sedikit kreatifitas limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku *paving block* yang ringan dan bermutu.

Menurut penelitian Fadhil Amar Hakim didapatkan hasil untuk penambahan bijih plastik HDPE untuk *paving block* dari hasil pengujian kuat tekan dan daya serap air pada variasi penambahan 0,4% masuk kedalam syarat mutu D *paving block* [2] sedangkan menurut penelitian Qurrota Ayunnni Luthfianti dan kawan-kawan didapatkan hasil untuk penambahan bijih plastik PET untuk *paving block* dari hasil pengujian kuat tekan dan daya serap air pada variasi penambahan 0,5% masuk kedalam syarat mutu D *paving block* [3]. Pada penelitian yang dilakukan Budhi Indrawijaya *paving block* dengan penambahan plastik LDPE masuk kedalam mutu B karena memiliki kuat tekan sebesar 18,21 Mpa [4]. Penelitian lainya juga dilakukan oleh Saepudin dan Sugeng Sutikno dengan variasi campuran 60% sampah plastik : 40% pasir didapatkan kuat tekan *paving block* sebesar 17,0 Mpa dan masuk kedalam mutu C *paving block* [5].

Dari uraian diatas maka akan dilakukan penelitian tentang penambahan limbah plastik HDPE dengan variasi 0%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% terhadap volume agregat halus. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan plastik HDPE terhadap kuat tekan dan daya serap air *paving block*.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains. Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan 3 sampel (benda uji) *paving block* dengan menambahkan limbah plastik HDPE sebagai pengganti sebagian agregat halus, dengan menggunakan perbandingan 1 Pc : 4 Ps dengan variasi campuran 0%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% terhadap volume agregat sebagai pengganti pasir.

Penelitian ini direncanakan dengan beberapa tahap pelaksanaan. Tahapan – tahapan tersebut meliputi :

1. Tahap Persiapan  
Pada tahap ini dilakukan penyiapan peralatan dan bahan untuk pelaksanaan penelitian.
2. Tahap Pengujian Material  
Pengujian material yang dilakukan meliputi :
  - Pengujian Gradasi Agregat Halus
  - Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus
  - Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air
3. Pembuatan Sampel Benda Uji  
Pembuatan benda uji berupa kubus, benda uji dibuat 3 sampel benda uji dari masing – masing variasi campuran 0%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% dengan umur 28 Hari. Adapun langkah dalam pembuatan benda uji meliputi persiapan alat dan bahan, penimbangan berat masing – masing bahan, selanjutnya

proses pencampuran bahan, dan pemadatan menggunakan alat cetakan dan tumbukan manual.

#### 4. Tahapan Perawatan Benda Uji

Setelah *paving block* dikeluarkan dari cetakan jangan lupa diberi kode sesuai dengan variasi, kemudian *paving block* disimpan dalam ruangan perawatan, perawatan *paving block* dilakukan selama 28 hari yaitu dengan menyiramkan air setiap hari pagi dan sore supaya daya rekatnya maksimal.

#### 5. Pengujian Kuat Tekan dan Daya Serap Air

Pengujian ini dilakukan setelah umur benda 28 Hari kuat tekan untuk mengetahui beban maksimal yang ditahan oleh *paving block* sampai sampel hancur atau retak dan untuk pengujian daya serap air untuk mengetahui berapa persen *paving block* dapat menyerap air sehingga penelitian dapat mengetahui variasi campuran limbah plastik HDPE manakah yang lebih baik sebagai bahan tambah agregat halus untuk pembuatan *paving block*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengujian Agregat Halus

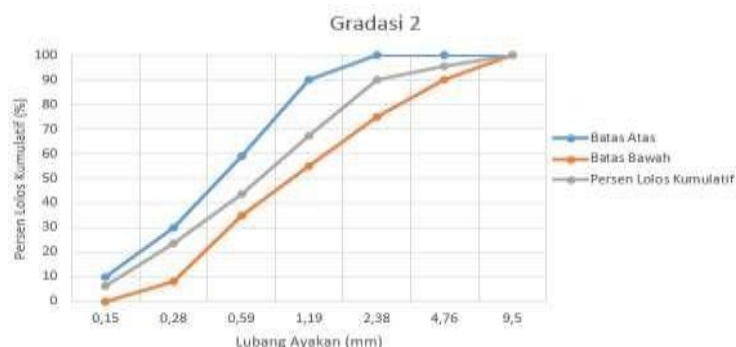
Dalam penelitian ini agregat halus berasal dari sungai serayu dan semen yang digunakan adalah semen tiga roda sesuai dengan , Jenis uji agregat yang dilakukan yaitu Pengujian Gradasi, Kadar Lupur, Berat Jenis dan penyerapan air. Adapun hasil dari uji agergat sebagai berikut

##### 1. Pengujian Gradasi Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
9,5	0	0,00%	0,00%	100,00%
4,76	16	1,60%	1,60%	98,40%
2,38	44,1	4,42%	6,02%	93,98%
1,19	149,9	15,01%	21,03%	78,97%
0,59	305,2	30,57%	51,60%	48,40%
0,28	249,9	25,03%	76,63%	23,37%
0,15	137,5	13,77%	90,40%	9,60%
PAN	95,8	9,60%	100,00%	0,00%
Jumlah	998,4	100,00%	347,30%	
MHB =				3,4730

Sumber : analisis 2022



Gambar 1 Grafik Gradasi Hasil Uji Agregat Halus (Pasir) Zona 2

Sumber : analisis 2022

$$\begin{aligned} \text{Modulus halus butir (MHB)} &: \frac{\sum \% \text{ kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\ &: \frac{100+90,40+76,63+51,60+21,03+6,02+1,60}{100} \\ &: 3,47 \% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian tersebut maka modulus halus butir (MHB) didapat sebesar 3,47%. Nilai tersebut termasuk dalam batas yang diizinkan yaitu 1,5 %-3,8 % (menurut SK SNI S-04-1989-F) [6]. sesuai dengan hasil pengujian gradasi agregat halus , jadi pasir yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi syarat dan masuk kedalam gradasi zona 2.

## 2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

NO	URAIAN	SAMPEL (1) (gram)	SAMPEL (2) (gram)
1	Berat Awal (pasir kering oven, W1 )	500	500
2	Berat Akhir (pasir kering oven, W2)	483,1	469,4
<b>Kandungan Lumpur :</b>			
	$KL = (W1-W2) / W1 \times 100$ (%)	3,38	6,12
<b>Kandungan Lumpur rata-rata : (%)</b>		4,75 % < 5 %	

Sumber : analisis 2022

Kandungan kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dalah sebesar 4,75 %. Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur tersebut maka menunjukkan bahwa pasir memenuhi syarat sebagai bahan pengisi beton sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F karena kadar lumpur yang terkandung kurang dari 5%.

## 3. Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

No.	Uraian	Sampel 1 (gram)	Sampel 2 (gram)	Rata-rata (gram)
1	Berat Pasir SSD (A)	500	500	500
2	Berat Tabung + Air (B)	675	665	670
3	Berat Tabung + Pasir + Air (C)	979	950	464
4	Berat Pasir Kering Oven (D)	470	468	469
Berat jenis atas dasar kering oven :			2,28	
= $D/(B+A+C)$				
Berat jenis atas dasar SSD :			2,43	
= $A/(B+A+ C)$				
Berat jenis semu :			2,69	
= $D/(B+D+C)$				
Penyerapan :			6,61	
= $(A-D)/D \times 100\%$				

Sumber : analisis 2022

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air didapat hasil, berat jenis kering oven 2,28 gr, berat jenis SSD 2,43 gr, berat jenis semu 2,69 gr, dan penyerapan air sebesar 6,61 %.

### 3.2. Hasil Uji Kuat Tekan *Paving Block*

Kuat tekan *paving block* adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji *pavingblock* hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan [7].

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan

Variasi Campuran	No Sampel	Luas Penampang ( $cm^2$ )	Hasil Uji ( $tonf$ )	Kuat Tekan Karakteristik ( $kg/cm^2$ )	Kuat Tekan ( $Mpa$ )	Rata-rata ( $kg/cm^2$ )	Rata-rata ( $Mpa$ )
0%	1	36	5,0	137,83	13,51	138,75	13,60
	2	36	5,1	140,59	13,78		
	3	36	5,0	137,83	13,51		
0,20%	1	36	3,1	85,46	8,37	83,62	8,19
	2	36	3,0	82,70	8,10		
	3	36	3,0	82,70	8,10		
0,30%	1	36	2,0	55,13	5,40	56,05	5,49
	2	36	2,1	57,89	5,67		

	3	36	2,0	55,13	5,40		
0,40%	1	36	1,9	52,38	5,13		
	2	36	1,9	52,38	5,13	53,3	5,22
	3	36	2,0	55,13	5,40		
0,50%	1	36	1,2	33,08	3,24		
	2	36	1,3	35,84	3,51	32,16	3,15
	3	36	1,0	27,57	2,70		

Sumber : analisis 2022

Didapat hasil pengujian kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari. *Paving block* dengan penambahan plastik HDPE sebesar 0% sebagai pengganti pasir menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 13,60 Mpa. Pada variasi penambahan plastik HDPE sebesar 0,2% di dapat kuat tekan rata-rata sebesar 8,19 Mpa mengalami penurunan kuat tekan sebesar 5,41 Mpa. Pada variasi campuran 0,3% diperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 5,49 Mpa mengalami penurunan kuat tekan sebesar 2,7 Mpa. Sedangkan pada variasi campuran 0,4% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 0,27 Mpa dan pada variasi campuran 0,5% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 3,15 Mpa mengalami penurunan kuat tekan sebesar 2,07 Mpa. Dari hasil uji kuat tekan tersebut *paving block* dengan penambahan plastik HDPE belum memenuhi syarat *paving block* menurut SNI-03-0691-1996 karena tidak mencapai kuat tekan minimal *paving block* tipe D yaitu 10 Mpa. Hal ini disebabkan terserapnya kadar air oleh plastik HDPE semakin banyak presentase tambahannya semakin banyak juga penyerapannya. Penyerapan tersebut mengakibatkan banyak rongga udara di *paving* sehingga mempengaruhi kuat tekan *paving* tersebut. Selain itu penambahan air saat pencampuran bahan yang tidak dikontrol juga dapat mempengaruhi kuat tekan *paving block*.

### 3.3. Uji Penyerapan Air

Tabel 5. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Variasi Campuran	No. Benda Uji	Berat Benda Uji		Penerapan Air (%) (B-A)/A X 100%	Rata-rata (%)
		A (gr)	B (gr)		
0,00%	1	415	441	6,27	
	2	411	470	14,36	9,62
	3	388	420	8,25	
0,20%	1	409	452	10,51	
	2	413	450	8,96	9,66
	3	410	449	9,51	
0,30%	1	420	465	10,71	
	2	418	456	9,09	9,73
	3	416	455	9,38	
0,40%	1	418	465	11,24	
	2	415	455	9,64	10,74
	3	415	462	11,33	
0,50%	1	442	462	4,52	
	2	408	465	13,97	11,17
	3	406	467	15,02	

Sumber : analisis 2022

Dari tabel 5. di dapat penyerapan air rata-rata terkecil yaitu sebesar 9,62 %. Menurut SNI-03-0691-1996 penyerapan air rata-rata maksimum yaitu sebesar 10 % maka *paving block* dengan penambahan plastik HDPE dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Sampel dengan variasi campuran 0% masuk dalam mutu (SNI 0691-1996) dengan nilai penyerapan air rata – rata 9,62%.
2. Sampel dengan variasi campuran 0,2% masuk dalam mutu (SNI 0691-1996) dengan nilai penyerapan air rata – rata 9,66%.
3. Sampel dengan variasi campuran 0,3% masuk dalam mutu (SNI 0691-1996) dengan nilai penyerapan air rata – rata 9,73%.
4. Sampel dengan variasi campuran 0,4% tidak masuk dalam mutu (SNI 0691-1996) dikarenakan nilai penyerapan air rata – rata melebihi 10 % yaitu sebesar 10,74%.
5. Sampel dengan variasi campuran 0,5% tidak masuk dalam mutu (SNI 0691-1996) dikarenakan

---

nilai penyerapan air rata – rata melebihi 10 % yaitu sebesar 11,17%.

#### 4. KESIMPULAN

1. Dari hasil uji kuat tekan paving block dengan penggantian sebagian pasir menggunakan plastik HDPE dengan umur 28 hari, untuk variasi campuran 0% didapat kuat tekan sebesar 13,60 Mpa, variasi campuran 0,2% didapat kuat tekan sebesar 8,19 Mpa, variasi campuran 0,3% didapat kuat tekan sebesar 5,49 Mpa, variasi campuran 0,4% didapat kuat tekan 5,22 Mpa sedangkan variasi 0,5% didapat kuat tekan sebesar 3,15 Mpa. Kuat tekan terbaik didapat pada campuran 0% yaitu sebesar 13,60 Mpa dan memenuhi syarat mutu D pada SNI 03-0691-1996. Untuk variasi campuran 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% tidak mencapai syarat mutu kuat tekan minimal tipe D karena kuat tekannya dibawah 10 Mpa. Dapat kita simpulkan bahwa plastik HDPE tidak baik untuk pengganti sebagian pasir dalam paving block.
2. Dari hasil pengujian penyerapan air rata rata paving block untuk umur 28 hari dengan variasi campuran 0%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% plastik HDPE sebagai pengganti pasir didapat 9,62% untuk variasi 0%, untuk variasi 0,2% didapat 9,66%, variasi 0,3% didapat 9,73%, untuk variasi 0,4% didapat 10,74% dan variasi 0,5% didapat 11,7%. Untuk variasi campuran 0%, 0,2%, 0,3% memenuhi standar mutu D yaitu 10% untuk variasi campuran 0,4%, 0,5% tidak memenuhi karena melebihi 10%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 2004. Bata Beton (Paving Block). SNI 03-1968-1996.
- [2] Amar, H.F. (2019). Pemanfaatan Biji Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Substitusi Agregat Pada Bata Beton Paving Block, Universitas Islam Indonesia.
- [3] Ayunni, L.Q. (2019). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PET) Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Paving Block. Program Studi Teknik Lingkungan. FTSP, Universitas Islam Indonesia.
- [4] Budhi, I., dkk. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan Paving Blok Beton, Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM, Vol. 3 No. 1.
- [5] Sutikno. S.S. (2020). Pemanfaatan Sampah Plastik Untuk Bahan Campuran Paving Block, Jurnal Mesa Jendela Informasi Teknik, Vol. 4 No. 1.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. 1989. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A. SK SNI S-04-1989-F.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. 1990. Metode pengujian kuat tekan beton. SNI 03-1974-1990.

## DAMPAK *CONTRACT CHANGE ORDERS* (CCO) TERHADAP PRODUKTIVITAS PROYEK KONSTRUKSI DI KABUPATEN CILACAP

### THE IMPACT OF *CONTRACT CHANGE ORDERS* (CCO) ON PRODUCTIVITY OF CONSTRUCTION PROJECT IN THE CILACAP DISTRICTS

Ahmad Suseno<sup>1</sup>, Amris Azizi<sup>2</sup>, Arif Kurniawan Suksmono<sup>3</sup>

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

#### Informasi Artikel

Dikirim, 19 Januari 2023  
Direvisi, 15 Januari 2024  
Diterima, 18 Januari 2024

#### Korespondensi Penulis:

Ahmad Suseno  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
Jl. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
ahmadsuseno1812@gmail.com

#### ABSTRAK

*Contract Change Orders* (CCO) adalah permintaan perubahan kontrak yang nantinya digunakan sebagai dasar untuk mengubah ruang lingkup pekerjaan. Penelitian ini menggunakan metode Kuantitatif. Responden penelitian ini adalah kontraktor yang terdaftar sebagai anggota GAPENSI (Gabungan Pelaksana Konstruksi Nasional Indonesia) tahun 2022 dengan kualifikasi menengah di Wilayah Kabupaten Cilacap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor dominan penyebab *Contract Change Orders* (CCO) yang dialami kontraktor pada proyek konstruksi di Kabupaten Cilacap adalah faktor kesalahan planning dan estimasi volume dengan nilai *mean* 3,88 dengan presentase 6,89% , sedangkan Dampak terbesar dari adanya *Contract Change Orders* (CCO) terhadap produktivitas proyek konstruksi di Kabupaten Cilacap yaitu menyebabkan perpanjangan waktu pelaksanaan dengan nilai *mean* sebesar 4,12 dengan presentase 13,65%.

**Kata Kunci :** Contract Change Orders, Produktivitas, Proyek konstruksi.

#### ABSTRACT

*Contract Change Orders* (CCO) are requests for contract changes which will be used as a basis for changing the scope of work. This research uses the Quantitative method. Respondents of this study were contractors registered as members of GAPENSI (Association of Indonesian National Construction Contractors) in 2022 with medium qualifications in the Cilacap Regency Region. The results showed that the dominant factor causing *Contract Change Orders* (CCO) experienced by contractors on construction projects in Cilacap Regency is the planning and volume estimation error factor with a mean value of 3.88 with a percentage of 6.89%, while the biggest impact of *Contract Change Orders* (CCO) on the productivity of construction projects in Cilacap Regency is causing an extension of the implementation time with a mean value of 4.12 with a percentage of 13.65%.

**Keyword :** Contract Change Orders, Productivity, Construction Project

## 1. PENDAHULUAN

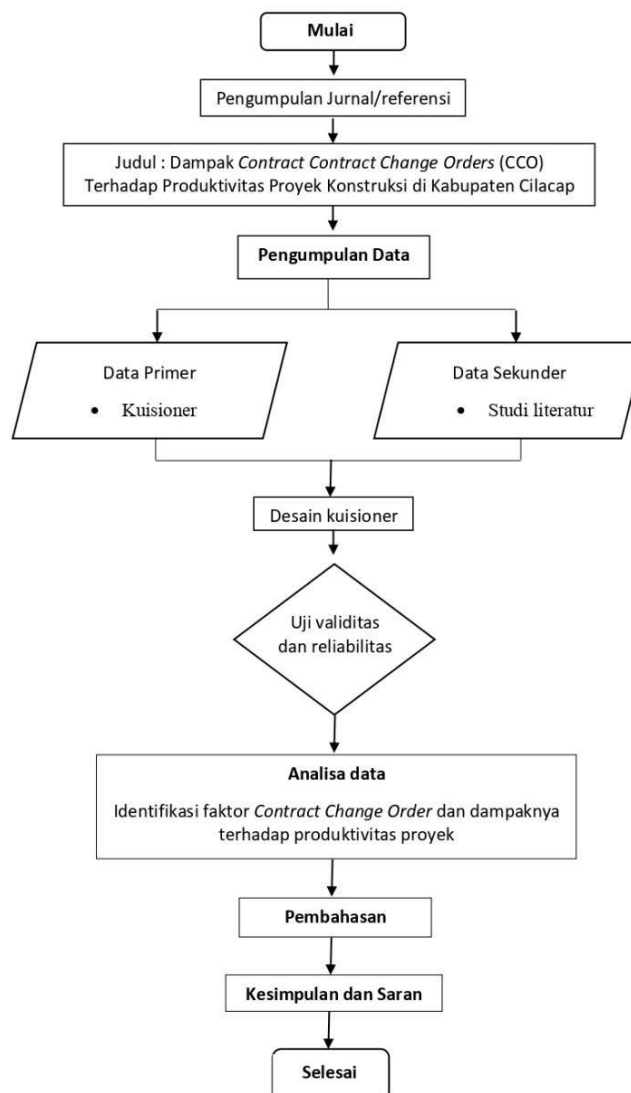
Risiko dan ketidakpastian dapat menjadi faktor kegagalan proyek konstruksi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Risiko adalah kemungkinan terjadinya sesuatu keadaan/peristiwa yang sering muncul dalam proyek konstruksi salah satunya ialah pengadaan pekerjaan tambah kurang (Ibbs, 2009). *Contract Change Orders (CCO)* ini sendiri merupakan dampak dari risiko tingginya ketidakpastian, pekerjaan yang ditambahkan atau dihapuskan dari lingkup asli pekerjaan kontrak yang mengubah seluruh nilai kontrak atau waktu penyelesaian pekerjaan (Asiyanto, 2005). *Contract Change Orders (CCO)* adalah permintaan perubahan kontrak yang nantinya digunakan sebagai dasar untuk mengubah ruang lingkup pekerjaan.

Terjadinya *Contract Change Orders* pada proyek konstruksi dapat memberikan dampak negatif secara langsung maupun tidak langsung, baik dari kontraktor maupun *owner*. Dampak *Contract Change Orders* secara langsung adalah penambahan biaya item pekerjaan karena adanya penambahan volume dan material, jadwal pelaksanaan, pekerjaan ulang dan meningkatnya biaya tenaga kerja, sedangkan dampak *Contract Change Orders* secara tidak langsung adalah perselisihan antara pemilik dan kontraktor (Hanna, 1999).

Begitu kompleksnya Dampak dari *Contract Change Orders*, maka dari itu perlu dilakukan penelitian apa faktor utama dari *Contract Change Order (CCO)* dan dampaknya terhadap produktivitas proyek konstruksi di Kabupaten Cilacap, baik di kelola pemerintah ataupun swasta.

## 2. METODE PENELITIAN

Kerangka penelitian yang digunakan sebagai pedoman alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

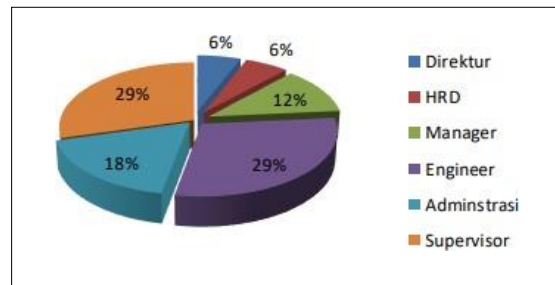


Gambar 1. Alur penelitian

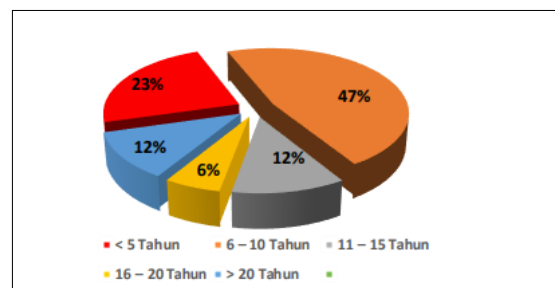
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Deskripsi Responden

Responden dalam penelitian ini berjumlah 17 orang dari 17 perusahaan di bidang konstruksi yang terdaftar sebagai anggota GAPENSI (Gabungan Pelaksana Konstruksi Nasional Indonesia) tahun 2022 dengan kualifikasi menengah. Data umum responden disajikan dalam beberapa karakteristik yaitu jabatan dan pengalaman kerja. Data umum tersebut selanjutnya diolah dalam bentuk frekuensi dan presentase yang dapat disajikan pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Presentase jabatan responden



Gambar 3. Presentase pengalaman responden

#### 3.2. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan dengan cara statistik dengan *Software* SPSS versi 28.0, variabel dikatakan Valid jika nilai dari *pearson corelation* lebih besar dari nilai  $r_{tabel}$ .

Tabel 1. Hasil uji validitas variabel faktor CCO

No	Variabel faktor penyebab CCO	Koefisien korelasi		
		$r_{xy}$	$r_{tabel}$	keterangan
<b>Planning dan design</b>				
1	Perubahan Desain	0.553	0.482	Valid
2	Kesalahan Planning dan Estimasi Volume	0.696	0.482	Valid
3	Kontrak awal yang kurang lengkap	0.65	0.482	Valid
4	Penambahan / Pengurangan Scope pekerjaan	0.697	0.482	Valid
5	Penambahan / Pengurangan volume pekerjaan	0.534	0.482	Valid
6	Ketidaksesuaian Gambar dengan Volume kontrak awal	0.519	0.482	Valid
7	Ketidaksesuaian Gambar dengan spesifikasi	0.519	0.482	Valid
8	Ketidaksesuaian Spesifikasi Teknis dengan kebutuhan di lapangan	0.643	0.482	Valid
9	Kurangnya informasi saat perencanaan	0.527	0.482	Valid
<b>Pertimbangan keamanan</b>				
1	Pertimbangan keamanan Konstruksi	0.621	0.482	Valid
2	Pertimbangan keamanan Lingkungan	0.667	0.482	Valid
3	Tambahan fasilitas keamanan	0.227	0.482	Tidak valid
<b>Kejadian Alam</b>				
1	Penurunan tanah	0.634	0.482	Valid
2	Tanah Longsor	0.534	0.482	Valid
3	Cuaca Buruk	0.587	0.482	Valid
4	Terjadinya Banjir	0.574	0.482	Valid

Perubahan peraturan kerja				
1	Perubahan dari pembuat keputusan	0.618	0.482	Valid
2	Kebutuhan tambahan untuk fungsional dan perawatan	0.671	0.482	Valid
3	Permintaan khusus dari owner	0.675	0.482	Valid
Penyebab lain				
1	Terlambat dalam menyetujui Gambar Shop Drawing,	0.73	0.482	Valid
2	Pengiriman Material khusus yang terlambat	0.573	0.482	Valid
3	Perubahan jadwal secara tiba-tiba	0.305	0.482	Tidak valid
4	Percepatan pekerjaan	0.562	0.482	Valid
5	Peralatan/perengkapan kurang memadai	0.531	0.482	Valid
6	Material yang tidak tersedia	0.46	0.482	Tidak valid

Sumber : Hasil analisis, 2022

Dari 25 faktor penyebab *Contract Change Orders* yang ada Tabel. 1 setelah dilakukan uji validitas terdapat 22 item yang valid, dilihat nilai korelasi pearson r yang memenuhi syarat, dimana r hitung ( $r_{xy}$ ) lebih besar dari  $r_{tabel}$  dan selanjutnya data yang tidak valid di eliminasi.

Tabel 2. Hasil uji validitas variabel dampak CCO

No	Variabel dampak CCO	Koefisien korelasi		
		$r_{xy}$	$r_{tabel}$	keterangan
1	Perpanjangan Waktu pelaksanaan	0.753	0.482	Valid
2	Menyebabkan Perubahan nilai kontrak	0.547	0.482	Valid
3	Mengurangi keuntungan proyek	0.643	0.482	Valid
4	Merubah progress harian	0.610	0.482	Valid
5	Menyebabkan <i>rework</i> atau pekerjaan ulang	0.630	0.482	Valid
6	Menyebabkan biaya <i>Overhead</i>	0.649	0.482	Valid
7	pembengkakan biaya / <i>Cost Overruns</i>	0.515	0.482	Valid
8	Mengurangi Performa kontraktor	0.551	0.482	Valid
9	Metode pengerjaan yang digunakan menjadi tidak efektif	0.655	0.482	Valid
10	Merubah metode pelaksanaan Konstruksi	0.775	0.482	Valid

Sumber : Hasil analisis, 2022

Dari hasil uji validitas variabel dampak *Contract Change Orders* pada Tabel. 2 semua butir item pertanyaan 1 – 10 valid, dilihat nilai korelasi pearson r yang memenuhi syarat, dimana r hitung ( $r_{xy}$ ) lebih besar dari  $r_{tabel}$ .

### 3.3. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dalam penelitian ini dilakukan dengan program bantuan *Software SPSS* versi 28.0, hasil pengujian reliabilitas menggunakan Koefisien *Cronbach Alpha*. Variabel dikatakan reliabel jika koefisien variabelnya lebih dari 0,6.

Tabel 3. Hasil uji reliabilitas variabel faktor CCO

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.917	22

Tabel 4. Hasil uji reliabilitas variabel dampak CCO

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.833	10

Dari hasil uji reliabilitas pada tabel. 3 dan tabel. 4 menunjukkan variabel reliabel, karena nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,6.

### 3.4. Analisis Deskriptif faktor *Contract Change Orders*

Tabel 5. Hasil analisis faktor CCO

No	Planning dan design	Mean	Persentase (%)
1	Perubahan Desain	2.53	4.49
2	Kesalahan Planning dan Estimasi Volume	3.88	6.89

3	Kontrak awal yang kurang lengkap	2.47	4.38
4	Penambahan / Pengurangan Scope pekerjaan	2.59	4.59
5	Penambahan / Pengurangan volume pekerjaan	3.12	5.53
6	Ketidaksesuaian Gambar dengan Volume kontrak awal	2.12	3.76
7	Ketidaksesuaian Gambar dengan spesifikasi	2.12	3.76
8	Ketidaksesuaian Spesifikasi Teknis dengan kebutuhan di lapangan	2.06	3.65
9	Kurangnya informasi saat perencanaan	2.65	4.70
<b>Pertimbangan keamanan</b>			
1	Pertimbangan keamanan konstruksi	2.76	4.91
2	Pertimbangan keamanan Lingkungan	2.71	4.80
<b>Kejadian alam</b>			
1	Penurunan Tanah	2.76	4.91
2	Tanah Longsor	2.47	4.38
3	Cuaca Buruk	3.12	5.53
4	Terjadinya Banjir	1.76	3.13
<b>Perubahan peraturan kerja</b>			
1	Perubahan dari pembuat keputusan	2.94	5.22
2	Kebutuhan tambahan untuk fungsional perawatan	2.12	3.76
3	Permintaan khusus dari owner	3.59	6.37
<b>Penyebab lain</b>			
1	Terlambat dalam menyetujui Gambar <i>Shop Drawing</i> ,	1.82	3.24
2	Pengiriman Material khusus yang terlambat	2.41	4.28
4	Percepatan pekerjaan	2.53	4.49
5	Peralatan/perengkapan kurang memadai	1.82	3.24

Sumber : Hasil analisis, 2022

Berdasarkan Tabel. 5 indikator kesalahan planning dan estimasi volume merupakan faktor penyebab CCO dengan presentase terbesar yaitu 6,89% terhadap total skor penilaian dari responden dengan nilai *mean* 3,88 selanjutnya yaitu indikator Permintaan khusus dari owner sebesar 6,37% dengan nilai *mean* 3,59. Sedangkan faktor penyebab yang paling jarang terjadi yaitu terdapat pada indikator terlambat dalam menyetujui gambar *shop drawing* dan peralatan/perengkapan kurang memadai dengan masing – masing nilai presentase sebesar 3,24% dengan nilai *mean* 1,82.

### 3.5. Analisis Deskriptif dampak *Contract Change Orders*

Tabel 6. Hasil analisis dampak CCO

No	Indikator	Mean	Persentase (%)
1	Perpanjangan waktu pelaksanaan	4.12	13.65
2	Menyebabkan perubahan nilai kontrak	3.82	12.67
3	Mengurangi keuntungan proyek	3.06	10.14
4	Merubah progress harian	2.82	9.36
5	Menyebabkan <i>rework</i> atau pekerjaan ulang	2.18	7.21
6	Menyebabkan biaya <i>Overhead</i>	2.94	9.75
7	Adanya pembengkakan biaya	3.18	10.53
8	Mengurangi Performa kontraktor	2.59	8.58
9	Metode pengerjaan yang digunakan menjadi tidak efektif	2.94	9.75
10	Merubah metode Konstruksi	2.53	8.38

Sumber : Hasil analisis, 2022

Berdasarkan Tabel. 6 indikator Perpanjangan waktu pelaksanaan merupakan dampak dengan presentase terbesar yaitu 13,65% terhadap total skor penilaian dari responden dengan nilai *mean* 4,12. Sedangkan dampak terkecil dari CCO yaitu terdapat pada indikator menyebabkan *rework* atau pekerjaan ulang dengan presentase sebesar 7,21% dengan nilai *mean* 2,18.

## 4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian terhadap 17 responden, dengan melihat nilai *mean* tertinggi diperoleh hasil bahwa faktor dominan penyebab *Contract Change Orders* pada produktivitas proyek konstruksi di Kabupaten Cilacap adalah faktor kesalahan planning dan estimasi volume dengan nilai *mean* 3,8 dengan

- presentase sebesar 6,89% dan yang kedua adalah karena adanya permintaan khusus dari *owner* dengan nilai *mean* sebesar 3,59 dengan presentase sebesar 6,37%.
2. Berdasarkan hasil penelitian terhadap 17 responden, dengan melihat nilai *mean* tertinggi diketahui dampak dari *Contract Change Orders* yaitu menyebabkan perpanjangan waktu pelaksanaan dengan nilai *mean* sebesar 4,12 dengan presentase sebesar 13,65%..

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asiyanto. (2005). *Manajemen Produksi untuk Jasa Konstruksi*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- [1] Hanna, A. S. (1999). Impact of Change Orders on Labor Efficiency for Electrical Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 4(125).
- [2] Ibbs, W. d. (2009). Managing Construction Projects Using the Advanced Programmatic Risk Analysis and Management Model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 8(135): 8-772.
- [3] Kuswandari, A. D. (2017). Pengaruh Dampak Contract Change Order Terhadap Kinerja Kontraktor Proyek Studi Kasus: Rehabilitasi Jembatan Ngablak. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(14): 255-262.
- [4] Lela, dkk. (2022). Analisis Penyebab dan pengaruh Contract Change Orders terhadap kinerja kontraktor pada proyek konstruksi. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(12): 21-34.
- [5] Materi Pelaksanaan Kontrak 2018 Lembaga Kebijakan Barang/Jasa Pemerintah.
- [6] Muluk, dkk. (2018). Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Change Order pada Proyek Konstruksi Jalan di Sumatera Barat. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 15(2): 77-87.
- [7] Sapulette, W. (2009). Analisa Penyebab dan Pengaruh Change Order Pada Proyek Infrastruktur dan Bangunan Gedung di Ambon. *Jurnal Teknologi*, 2(6): 627 - 633.
- [8] Siregar, S. (2014). *Metode penelitian kuantitatif dilengkapi dengan perbandingan perhitungan manual dan SPSS*. Jakarta: Kencana.
- [9] Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- [10] Sompie, B.F. (2012). Analisa Faktor-Faktor Penyebab Change Order Dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Lingkungan Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 2(2): 247-256.
- [11] Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT. Alfabeta.
- [12] Sujarweni, V. Wiratna. 2014. *Metode Penelitian: Lengkap, Praktis dan Mudah Dipahami*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- [13] Undang-Undang No.2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi.
- [14] Vincentius, dkk. (2010). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas proyek konstruksi. *Jurnal Dimensi Pratama*, 1(9).
- [15] Yadeta, A. E. (2016). The Impact of Variation Orders on Public Building Projects. *International Journal of Construction Engineering and Managements*, 5(3): 86-91.
- [16] Yasin, N. (2003). *Mengenal Kontrak Konstruksi di Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

## ANALISIS TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA JALAN TERHADAP SISTEM SATU ARAH JALAN JENDERAL SOEDIRMAN PURWOKERTO

### THE EFFECT OF ROAD USER SATISFACTION ON THE ONE-WAY SYSTEM OF JENDERAL SOEDIRMAN PURWOKERTO ROAD

Rizqi Audita<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, 16 Agustus 2023

Direvisi, 12 Januari 2024

Diterima, 18 Januari 2024

#### Korespondensi Penulis:

Rizqi Audita  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
rizqiaudit4@gmail.com

#### ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan aspek keselamatan pengendara yaitu dengan memberlakukan sistem satu arah. Pemerintah Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, memberlakukan sistem satu arah di sejumlah ruas jalan di Purwokerto terhitung sejak 18 Mei 2020. Penetapan Sistem Satu Arah yang dilakukan pada titik-titik tersebut tentunya membawa pengaruh bagi pengguna jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat kepuasan pengguna jalan terhadap sistem satu arah Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode Probability Sampling dan dilakukan analisis kuantitatif berupa uji validitas, uji reliabilitas, Importance Performance Analysis (IPA), Customer Satisfaction Index (CSI). Sampel penelitian berjumlah 100 responden dengan teknik pengambilan sampel yaitu Simple Random Sampling. Hasil analisis dari metode IPA untuk rata-rata tingkat kesesuaiannya sebesar  $96% < 100%$  yang artinya masih belum sesuai yang diharapkan secara keseluruhan pelayanan dan masih harus ditingkatkan lagi. Hasil analisis dari metode CSI secara keseluruhan diketahui bahwa nilai CSI sebesar 79,74% yang berarti presentasi tersebut berada dalam interval 66% - 80,99% yang berarti pengguna jalan Jenderal Soedirman Purwokerto merasa puas terhadap penerapan sistem satu arah ini. Dapat disimpulkan terdapat pengaruh tingkat kepuasan pengguna jalan terhadap sistem satu arah jalan Jenderal Soedirman Purwokerto

**Kata Kunci :** Sistem Satu Arah, Importance Performance Analysis, Customer Satisfaction Index

#### ABSTRACT

*One of the efforts to reduce congestion and improve the safety aspect One of the efforts to reduce congestion and improve the safety aspect of drivers is by imposing a one-way system. The government of Banyumas Regency, Central Java, has implemented a one-way system on a number of roads in Purwokerto starting May 18 2020. The establishment of a one-way system carried out at these points certainly has an impact on road users. The aim of this research is to determine the effect of the level of satisfaction of road users on the one-way system on Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto. This research is a quantitative study using the Probability Sampling method and quantitative analysis is carried out in the form of validity tests, reliability tests, Importance Performance Analysis (IPA), Customer Satisfaction Index (CSI). The research sample is 100 respondents with a sampling technique that is Simple Random Sampling. The results of the analysis of the IPA method for an average conformity level of  $96% < 100%$ , which means that it is still not as expected as a whole service and still needs to be improved. The results of the analysis of the CSI method as a whole show that the CSI value is 79.74%, which means that the presentation is in the interval 66% - 80,99%, which means that the General Soedirman Purwokerto road users are satisfied with the services provided by the government. It can be concluded that there is an influence on the level of satisfaction of road users on the one-way system of the General Soedirman Purwokerto road.*

**Keyword :** One way system, Importance Performance Analysis, Customer Satisfaction Index

## 1. PENDAHULUAN

Jalan adalah suatu prasarana transportasi yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Undang-Undang Republik Indonesia No 38 Tahun 2004).

Pemerintah Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, memberlakukan sistem satu arah (SSA) di sejumlah ruas jalandi Purwokerto terhitung sejak 18 Mei 2020. Jalan yang terkena sistem satu arah (SSA) di antaranya adalah jalan Jenderal Soedirman (satu arah ke barat) dan Jl Gatot Subroto dan Jl Komisararis Bambang Suprpto (satu arah ke timur). Kemudian pada tanggal 26 Mei 2020 diperluas pada beberapa ruas jalan yakni Jl Bank (satu arah ke utara), Jl MT Haryono (satu arah ke selatan) dan Jl Katamso (satu arah ke utara). Kemudian Jl Stasiun di terapkan dua arah, yang semulanya satu arah. Perluasan sistem satu arah ini termasuk untuk ikut mensukseskan perpanjangan masa tanggap darurat penanggulangan Covid-19 di Kabupaten Banyumas.

Perubahan jalur satu arah tentunya membuat kendaraan yang melintas tidak sepadat sebelumnya dan jalur menuju suatu lokasi yang sebelumnya dekat menjadi lebih jauh karena harus berputar arah. Penetapan Sistem Satu Arah (SSA) yang dilakukan pada titik-titik tersebut tentunya membawa pengaruh bagi pengguna jalan. Pengguna jalan sendiri merupakan seseorang yang menggunakan jalan sebagai lalu lintas, baik yang menggunakan alat transportasi maupun berjalan kaki.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di lakukan di Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto dimulai dari persimpangan Jl. MT. Haryonodengan Jl. Jenderal Soedirman hingga persimpangan monumen jam atau *clock monument*.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 2.2. Perencanaan Form Survei

Perancangan kuesioner dilakukan berdasarkan variabel yang telah dibuat. Masing-masing dari variabel tersebut kemudian dijabarkan dalam beberapa atribut pernyataan yang sesuai dengan keadaan Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto. Skala yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala *likert*. Menurut Sugiyono (2017) dengan 5 tingkatan yang digambarkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Skala *Likert*

Tingkat Kepentingan	Bobot
Sangat tidak setuju	1
Tidak setuju	2
Cukup setuju	3
Setuju	4
Sangat Setuju	5

Sumber : Sugiyono (2017)

Selanjutnya perancangan berdasarkan variabel kepuasan jalan sebagaimana Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Variabel Kepuasan Pengguna Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto

No	Pernyataan	Sumber
<b>Kecepatan Lalu Lintas</b>		
X1.1	Saya merasa leluasa saat berkendara dengan kecepatanyang saya inginkan	Suhandi (2018)
X1.2	Saya merasa tidak mengalami kemacetan setelahadanya penerapan sistem satu arah	Dhimas Setya Wiguna (2020)
<b>Ketepatan Waktu</b>		
X2.1	Saya merasa pemilihan rute ke tempat tujuan dapatditempuh dengan waktu yang singkat	Achmad Faisal (2022)
X2.2	Banyaknya persimpangan di jalan membuat waktuperjalanan terhambat	Suhandi (2018)
<b>Keselamatan Pengguna Jalan</b>		
X3.1	Saya merasa aman setelah adanya pemberlakuan sistensatu arah	Kevin Rezananta P (2020)
X3.2	Saya merasa kasus kecelakaan mengalami perubahansetelah adanya penerapan sistem satu arah	Dhimas Setya Wiguna (2020)
X3.3	Saya merasa pemberlakuan sistem satu arah ini membuat Jalan Jenderal Soedirman menjadi lebih teratur	Dhimas Setya Wiguna (2020)
<b>Aksesibilitas Jalan</b>		
X4.1	Saya merasa arus lalu lintas lebih lancar semenjak penerapan sistem satu arah	Meita Dwi Kusumaningrum (2022)
X4.2	Saya merasa akses ke lokasi tujuan lebih mudah setelah penerapan sistem satu arah	Achmad Faisal (2022)
X4.3	Saya dengan mudah menjumpai pusat pertokoan disepanjang jalan	Penulis (2023)

### 2.3. Teknik Pengumpulan Data

#### 1. Populasi

Populasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah jumlah penduduk Kabupaten Banyumas yang diperoleh dari “Kabupaten Banyumas Dalam Angka 2022” dalam BPS Kabupaten Banyumas.

#### 2. Sampel

Sampel yang diambil dalam penelitian ini menggunakan metode probability sampling dengan teknik simple random sampling. Dapat digunakan dengan rumus Slovin :

$$n = \frac{N}{1+N e^2} \quad (1)$$

dimana :

- n = jumlah sampel yang dicari
- N = populasi
- e = batas toleransi kesalahan (*margin of error*)

Jumlah populasi untuk penelitian yang diambil didapatkan dari data jumlah penduduk Kabupaten Banyumas yaitu sebanyak 1.806.013 jiwa (BPS, 2022), dengan tingkat kesalahan yang dikehendaki adalah 10%, maka jumlah sampel yang digunakan adalah :

$$n = \frac{N}{1+N e^2}$$

$$n = \frac{1.806.103}{1+1.806.103.(0,1)^2}$$

= 99,99 dibulatkan menjadi 100 responden

#### 3. Metode Analisa Data

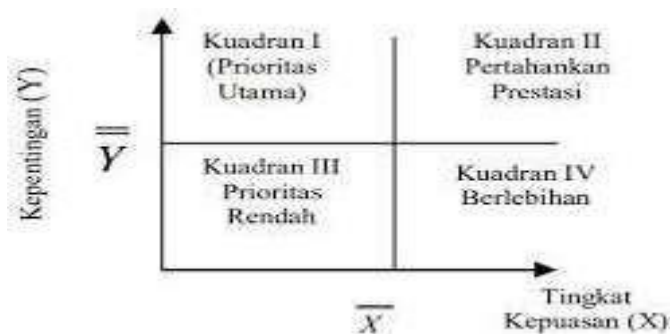
##### a. Uji Validitas

Dalam menentukan validitas maka dapat dilakukan dengan cara korelasi antar skor tersebut berkorelasi signifikan dengan skor total.

##### b. Uji Reliabilitas

Setelah dilakukan uji validitas kemudian peneliti melakukan uji reliabilitas yang bertujuan untuk mengetahui angka yang diperoleh dari suatu pengukuran menggunakan kuesioner dengan hasil yang di harapkan dapat konsisten.

##### c. Metode *Importance Performance Analysis*



Gambar 2. Diagram Kartesius

Ada beberapa langkah dalam menentukan IPA, antara lain :

- 1) Tingkat Kesesuaian  
Digunakan untuk mengetahui seberapa besar konsumen merasa puas terhadap kinerja pelayanan. Tingkat kesesuaian adalah perbandingan dari tingkat kepuasan dan tingkat kepentingan.
- 2) Diagram Kartesius  
Digunakan untuk menggambarkan hubungan antara tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan. Dibagi menjadi 4 bagian yang dibatasi oleh dua garis yang berpotongan tegak lurus pada titik  $\bar{X}$   $\bar{Y}$ .

#### d. Metode *Customer Satisfaction Index*

Tabel 3. Interpretasi *Customer Satisfaction Index*

Nilai Indeks	Interpretasi
81% - 100%	Sangat Puas
66% - 80,99%	Puas
51% - 65,99%	Cukup Puas
35% - 50,99%	Tidak Puas
0% - 34,99%	Sangat Tidak Puas

Langkah-langkah dalam menentukan nilai CSI :

- 1) Menentukan *Mean Importance Score* (MIS) dan *Mean Satisfaction Score* (MSS). Nilai ini berasal dari rata-rata tingkat kepentingan dan kinerja tiap atribut.
- 2) Menghitung *Weighting Factor* (WF), yaitu presentase nilai MIS per atribut terhadap total MIS seluruh atribut, sehingga mendapatkan total *weighting factor* 100 persen.
- 3) Menghitung *Weighting Score* (WS), yaitu nilai perkalian antara nilai *Weighting Factor* (WF) dengan rata-rata tingkat kepuasan *Mean Satisfaction Score* (MSS).
- 4) Menghitung *Customer Satisfaction Index* (CSI), yaitu *Weighting Score* (WS) dibagi skala maksimum yang digunakan kemudian dikali dengan 100 persen.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Uji Coba Kuesioner

##### 1. Uji Validitas Sampel

Pada uji validitas variabel akan dianggap valid jika  $R \text{ Hitung} > R \text{ Tabel}$ . Berdasarkan nilai  $N = 30$ , nilai signifikan two-tailed 0,05. Sehingga didapat nilai  $R \text{ Tabel}$   $df (30-2=28)$  sebesar 0,3610.

Tabel 4. Uji Coba Kuesioner

No.	Pernyataan	R hitung		R Tabel	Kriteria
		Keefektifan	Kepuasan		
<b>Kecepatan Lalu Lintas</b>					
X1.1	Saya merasa leluasa saat berkendara dengan kecepatan yang saya inginkan	0,414	0,669	0,361	Valid
X1.2	Saya merasa tidak mengalami kemacetan setelah adanya penerapan sistem satu arah	0,569	0,391	0,361	Valid
<b>Ketepatan Waktu</b>					
X2.1	Saya merasa pemilihan rute ke tempat tujuan dapat ditempuh dengan waktu yang singkat	0,651	0,672	0,361	Valid

No.	Pernyataan	R hitung		R Tabel	Kriteria
		Keefektifan	Kepuasan		
<b>Skor Penilaian</b>					
X2.2	Banyaknya persimpangan di jalan membuat waktu perjalanan terhambat	0,610	0,787	0,361	Valid
<b>Keselamatan Pengguna Jalan</b>					
X3.1	Saya merasa aman setelah adanya pemberlakuan sisten satu arah	0,497	0,363	0,361	Valid
X3.2	Saya merasa kasus kecelakaan mengalami perubahan setelah adanya penerapan sistem satu arah	0,522	0,371	0,361	Valid
X3.3	Saya merasa pemberlakuan sistem satu arah ini membuat Jalan Jenderal Soedirman menjadi lebih teratur	0,713	0,519	0,361	Valid
<b>Aksesibilitas Jalan</b>					
X4.1	Saya merasa arus lalu lintas lebih lancar semenjak penerapan sistem satu arah	0,402	0,548	0,361	Valid
X4.2	Saya merasa akses ke lokasi tujuan lebih mudah setelah penerapan sistem satu arah	0,908	0,733	0,361	Valid
X4.3	Saya dengan mudah menjumpai pusat pertokoan di sepanjang jalan	0,372	0,394	0,361	Valid

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023 Microsoft Excel dan SPSS

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan r hitung > r tabel, maka hasil uji coba kuesioner pada 30 responden dinyatakan valid dan dapat dilanjutkan untuk penelitian sebenarnya.

## 2. Uji Reliabilitas Sampel

Pengujian reliabilitas menggunakan *Alpha Cronbach* dengan menggunakan aplikasi SPSS 25. Hasil uji dinyatakan reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6.

Tabel 5. Uji Coba Kuesioner

Variabel	Reliability Statistics	
	Cronbach's Alpha	N of Items
Keefektifan	0,768	10
Kepuasan	0,749	10

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023 SPSS

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa 30 kuesioner yang diuji mendapatkan nilai *Alpha Cronbach* untuk variabel keefektifan 0,768 dan kepuasan 0,749. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa semua aspek pernyataan tersebut dapat dikatakan reliabel dikarenakan sudah melebihi dari 0,6.

## 3.2. Uji Kuesioner

### 1. Uji Validitas Penelitian

Berdasarkan hasil dari pengujian validitas tersebut kemudian dibandingkan dengan r tabel dengan  $df - 2$  ( $100 - 2 = 98$ ) sebesar 0,1966. Jika r hitung > r tabel, maka data tersebut telah valid dan jika r hitung < r tabel, maka data tersebut tidak valid dan perlu dilakukan perbaikan pada kuesioner. Nilai r tabel dan hasil dari uji validitas untuk data 100 responden.

Tabel 6. Uji Validitas Kuesioner

No.	Pernyataan	R hitung		R Tabel	Kriteria
		Keefektifan	Kepuasan		
<b>Skor Penilaian</b>					
<b>Kecepatan Lalu Lintas</b>					
X1.1	Saya merasa leluasa saat berkendara dengan kecepatan yang saya inginkan	0,300	0,548	0,1966	Valid
X1.2	Saya merasa tidak mengalami kemacetan setelah adanya penerapan sistem satu arah	0,299	0,458	0,1966	Valid
<b>Ketepatan Waktu</b>					
X2.1	Saya merasa pemilihan rute ke tempat tujuan dapat ditempuh dengan waktu yang singkat	0,208	0,613	0,1966	Valid
X2.2	Banyaknya persimpangan di jalan membuat waktu perjalanan terhambat	0,369	0,718	0,1966	Valid
<b>Keselamatan Pengguna Jalan</b>					
X3.1	Saya merasa aman setelah adanya pemberlakuan sisten satu arah	0,514	0,304	0,1966	Valid
X3.2	Saya merasa kasus kecelakaan mengalami perubahan setelah adanya penerapan sistem satu arah	0,486	0,370	0,1966	Valid

No.	Pernyataan	R hitung		R Tabel	Kriteria
		Keefektifan	Kepuasan		
X3.3	Saya merasa pemberlakuan sistem satu arah ini membuat Jalan Jenderal Soedirman menjadi lebih teratur	0,465	0,501	0,1966	Valid
Aksesibilitas Jalan					
X4.1	Saya merasa arus lalu lintas lebih lancar semenjak penerapan sistem satu arah	0,398	0,541	0,1966	Valid
X4.2	Saya merasa akses ke lokasi tujuan lebih mudah setelah penerapan sistem satu arah	0,539	0,654	0,1966	Valid
X4.3	Saya dengan mudah menjumpai pusat pertokoan di sepanjang jalan	0,243	0,318	0,1966	Valid

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023 Microsoft Excel dan SPSS

Berdasarkan hasil tabel 6 menunjukkan bahwa seluruh item pernyataan valid karena masing-masing nilai r hitung > r tabel, yaitu r hitung > 0,1966.

## 2. Uji Reliabilitas Penelitian

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengukur tingkat kemandapan dari hasil pengukuran, semakin tinggi reliabilitasnya maka semakin tinggi kemandapan data nya.

Tabel 7. Uji Reliabilitas Kuesioner

Variabel	Reliability Statistics	
	Cronbach's Alpha	N of Items
Keefektifan	0,685	10
Kepuasan	0,685	10

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023 SPSS

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengukur dan mengetahui tingkat kemandapan suatu hasil ukur. Semakin tinggi nilai reliabilitas maka semakin tinggi hasil nilai pengukuran data.

## 3.3. Metode Importance Performance Analysis

Dalam metode Importance Performance Analysis (IPA) analisis dilakukan dengan mengukur tingkat kesesuaian, rata-rata keefektifan dan kepuasan dalam bentuk diagram kartesis.

### 1. Mengukur tingkat kesesuaian

Tabel 8. Hasil Tingkat Kesesuaian

Atribut Pelayanan	Rata-rata Keefektifan	Atribut Pelayanan	Rata-rata Kepuasan	Tingkat Kesesuaian
X1.1	3,81	Y1.1	3,95	96%
X1.2	4,06	Y1.2	4,27	95%
X2.1	4,03	Y2.1	4,18	96%
X2.2	3,84	Y2.2	4,11	93%
X3.1	3,80	Y3.1	4,02	95%
X3.2	3,82	Y3.2	3,95	97%
X3.3	4,17	Y3.3	4,33	96%
X4.1	3,97	Y4.1	4,06	98%
X4.2	3,85	Y4.2	3,97	97%
X4.3	4,42	Y4.3	4,7	94%
Rata-Rata				96%

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023 Microsoft Excel

Berdasarkan analisis Tabel 8 diperoleh bahwa rata-rata presentasi tingkat kesesuaian yaitu 96% < 100% yang artinya masih belum sesuai yang diharapkan secara keseluruhan pelayanan dan masih harus ditingkatkan lagi.

### 2. Rata-rata keefektifan dan kepuasan

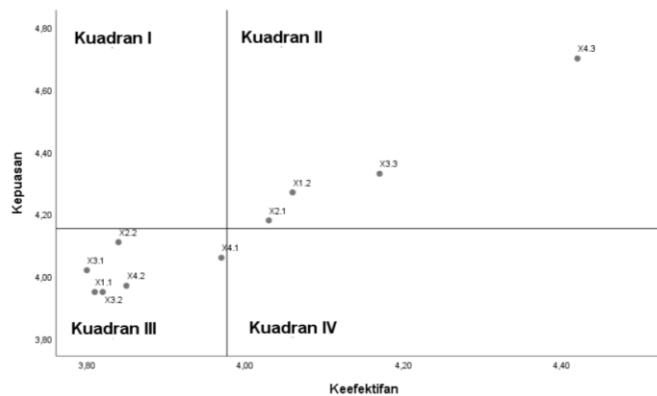
Tabel 9 Hasil Rata-Rata Keefektifan dan Kepuasan

No	Atribut Penilaian	Keefektifan	Kepuasan
Kecepatan Lalu Lintas			
X1.1	Saya merasa leluasa saat berkendara dengan kecepatannya yang saya inginkan	3,810	3,950

No	Atribut Penilaian	Keefektifan	Kepuasan
X1.2	Saya merasa tidak mengalami kemacetan setelah adanya penerapan sistem satu arah	4,060	4,270
Ketepatan Waktu			
X2.1	Saya merasa pemilihan rute ke tempat tujuan dapat ditempuh dengan waktu yang singkat	4,030	4,180
X2.2	Banyaknya persimpangan di jalan membuat waktu perjalanan terhambat	3,840	4,110
Keselamatan Pengguna Jalan			
X3.1	Saya merasa aman setelah adanya pemberlakuan sistem satu arah	3,800	4,020
X3.2	Saya merasa kasus kecelakaan mengalami perubahan setelah adanya penerapan sistem satu arah	3,820	3,950
X3.3	Saya merasa pemberlakuan sistem satu arah ini membuat Jalan Jenderal Soedirman menjadi lebih teratur	4,170	4,330
Aksesibilitas Jalan			
X4.1	Saya merasa arus lalu lintas lebih lancar semenjak penerapan sistem satu arah	3,970	4,060
X4.2	Saya merasa akses ke lokasi tujuan lebih mudah setelah penerapan sistem satu arah	3,850	3,970
X4.3	Saya dengan mudah menjangkau pusat pertokoan disepanjang jalan	4,420	4,700

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023 Microsoft Excel

### 3. Diagram Kartesius



Gambar 3. Diagram Kartesius

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dari gambar 3 dapat disimpulkan analisis kartesius dapat dikelompokkan sesuai kuadran yang telah ditentukan sebagai berikut:

- **Kuadran I (Prioritas Utama)**  
Kuadran I adalah faktor-faktor yang dianggap penting oleh pelanggan, tetapi pada kenyataannya faktor-faktor ini belum sesuai dengan harapan pelanggan (tingkat kepuasan yang diperoleh masih rendah). Variabel-variabel yang masuk dalam kuadran ini harus ditingkatkan lagi. Tidak ada variabel yang termasuk dalam kuadran ini.
- **Kuadran II (Pertahankan Prestasi)**  
Kuadran II adalah faktor-faktor yang dianggap penting oleh pelanggan, dan faktor-faktor yang dianggap pelanggan sudah sesuai dengan yang dirasakannya sehingga tingkat kepuasannya relatif lebih tinggi. Variabel-variabel yang masuk dalam kuadran ini harus tetap dipertahankan karena semua variabel ini menjadikan produk atau jasa unggul di mata pelanggan. Variabel yang termasuk dalam kuadran ini adalah:
  1. Saya merasa tidak mengalami kemacetan setelah adanya penerapan sistem satu arah.
  2. Saya merasa pemilihan rute ke tempat tujuan dapat ditempuh dengan waktu yang singkat
  3. Saya merasa penerapan sistem satu arah ini membuat Jalan Jenderal Soedirman menjadi lebih teratur
  4. Saya dengan mudah menjangkau pusat pertokoan di sepanjang jalan
- **Kuadran III (Prioritas Rendah)**  
Kuadran III adalah faktor-faktor yang dianggap kurang penting oleh pelanggan, dan pada kenyataannya kinerjanya tidak terlalu istimewa. Peningkatan variabel-variabel yang termasuk dalam kuadran ini dapat dipertimbangkan kembali karena pengaruhnya terhadap manfaat yang dirasakan oleh pelanggan sangat

kecil. Variabel yang termasuk dalam kuadran ini adalah:

1. Saya merasa leluasa saat berkendara dengan kecepatan yang saya inginkan
2. Banyaknya persimpangan di jalan membuat waktu perjalanan terhambat
3. Saya merasa aman setelah adanya pemberlakuan sisten satu arah
4. Saya merasa kasus kecelakaan mengalami perubahan setelah adanya penerapan sistem satu arah
5. Saya merasa arus lalu lintas lebih lancar semenjak penerapan sistem satu arah
6. Saya merasa akses ke lokasi yang saya tuju lebih mudah setelah penerapan sistem satu arah

- Kuadran IV (Berlebihan)

Kuadran IV adalah faktor-faktor yang dianggap kurang penting oleh pelanggan, dan dirasakan terlalu berlebihan. Variabel-variabel yang termasuk dalam kuadran ini dapat dikurangi agar perusahaan dapat menghemat biaya. Tidak ada variabel yang termasuk dalam kuadran ini

### 3.4. Metode *Customer Satisfaction Indeks*

Tabel 10. Hasil *Customer Satisfaction Indeks*

Atribut Pelayanan	MIS	Atribut Pelayanan	MSS	WF 100%	WS
X1.1	3,95	Y1.1	3,81	9,51	36,23
X1.2	4,27	Y1.2	4,06	10,28	41,73
X2.1	4,18	Y2.1	4,03	10,06	40,55
X2.2	4,11	Y2.2	3,84	9,89	37,99
X3.1	4,02	Y3.1	3,8	9,68	36,77
X3.2	3,95	Y3.2	3,82	9,51	36,32
X3.3	4,33	Y3.3	4,17	10,42	43,47
X4.1	4,06	Y4.1	3,97	9,77	38,80
X4.2	3,97	Y4.2	3,85	9,56	36,79
X4.3	4,7	Y4.3	4,42	11,31	50,01
<b>Total</b>	<b>41,54</b>	<b>Total</b>	<b>39,77</b>	<b>Total</b>	<b>398,68</b>

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023 Microsoft Excel

Dari hasil analisis pada tabel 10 menunjukkan bahwa nilai *Customer Satisfaction Index* (CSI) yang dihasilkan sebesar 79,74%, jika diinterpretasikan kedalam nilai CSI maka pengguna jalan Jenderal Soedirman Purwokerto merasa puas terhadap penerapan sistem satu arah ini.

### 3.5. Karakteristik Responden

1. Jenis kelamin

Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar jenis kelamin responden ialah laki-laki sebanyak 61 responden.

Tabel 11. Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase (%)
Laki – laki	61	61
Perempuan	39	39
Total	100	100

Sumber : Hasil analisis, 2023

2. Usia

Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar umur responden ialah berumur 17-25 tahun sebanyak 47 responden.

Tabel 12. Usia

Usia	Jumlah	Persentase (%)
17 – 25 Tahun	47	47
26 – 35 Tahun	32	32
36 – 45Tahun	13	13
45 – 55 Tahun	6	6
>55 Tahun	3	2
Total	100	100

Sumber : Hasil analisis, 2023

### 3. Pendidikan

Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar pendidikan responden ialah diploma/sarjana sebanyak 48 responden.

Tabel 13. Pendidikan

Pendidikan	Jumlah	Persentase (%)
SD	2	2
SMP	3	3
SMA/ SMK	45	45
Diploma/ Saraja	48	48
Total	100	100

Sumber : Hasil analisis, 2023

### 4. Pekerjaan

Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar pekerjaan responden ialah pegawai swasta sebanyak 44 responden.

Tabel 14. Pekerjaan

Pekerjaan	Jumlah	Persentase (%)
PNS	21	21
TNI/POLRI	2	2
Pegawai Swasta	44	44
Pelajar	15	15
Lainnya	18	18
Total	100	100

Sumber : Hasil analisis, 2023

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diperoleh kesimpulan dari perhitungan metode IPA untuk rata-rata tingkat kesesuaiannya sebesar  $96% < 100%$  yang artinya masih belum sesuai yang diharapkan secara keseluruhan pelayanan dan masih harus ditingkatkan lagi pada kuadran 3 terutama pada variabel kecepatan lalu lintas, ketepatan waktu, keselamatan pengguna jalan, dan aksesibilitas jalan. Hasil analisis dari metode CSI secara keseluruhan diketahui bahwa nilai CSI sebesar 79,74% yang berarti presentase tersebut berada dalam interval 66% - 80,99% yang berarti pengguna jalan Jenderal Soedirman Purwokerto merasa puas terhadap penerapan sistem satu arah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyumas (BPS). 2022. Diakses pada tanggal 15 November 2022 <https://banyumaskab.bps.go.id/indicator/12/33/1/jumlah-penduduk-menurut-jenis-kelamin.html>
- [2] Dhimas, D. S. W. 2020. Pengaruh Pemberlakuan Sistem Satu Arah Terhadap Kinerja Ruas Jalan Berdasarkan Volume Lalu Lintas Dan Kepuasan Pengguna Jalan (Studi Kasus Pemberlakuan Sistem Satu Arah di jalan Diponegoro Kota Tegal).
- [3] Dinas Perhubungan Kabupaten Banyumas. 2020. Rute Sistem Satu Arah Purwokerto. Diakses pada tanggal 15 November 2022 <https://serayunews.com/sistem-satu-arah-kota-purwokerto-diperluas-dan-ada-pengalihan-arus-kendaraan-masuk-kota>
- [4] Faisal, A., Mulyono, A. T., & Utomo, S. H. T. (2022). Kepuasan pengguna jalan terhadap pelayanan jalan provinsi di Kalimantan Barat. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)*, 8(1), 11-26.
- [5] Google Maps : Rute Sistem Satu Arah Jalan Jenderal Soedirman Purwokerto. Diakses pada tanggal 15 November 2022 <http://www.maps7.com/list/purwokerto.html>
- [6] Purnomo, K. R., & Wibawa, B. M. (2021). Analisis tingkat kepuasan pengguna jalan Tol di wilayah unit Jatim 02 terhadap layanan satuan patroli jalan raya ditlantas Polda Jatim. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 9(2), D256-D261.
- [7] Suhandi, R. (2018). Evaluasi Kinerja Jalan pada Penerapan Sistem Satu Arah di Kota Bogor. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- [8] Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: PT Alfabet. In PT Alfabet, Bandung.
- [9] Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004. Retrieved from <https://jdih.pu.go.id/internal/assets/assets/produk/UU/2014/10/UU38-2004/> (3 Januari 2022)



## ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM MENGGUNAKAN PROGRAM *ProSHAKE* BERDASARKAN DATA CPT DI PURWOKERTO

### ANALYSIS OF PEAK GROUND ACCELERATION ( PGA ) USING THE *ProSHAKE* PROGRAM BASED ON CPT DATA IN PURWOKERTO

Amris Azizi<sup>1</sup>, Teguh Marhendi<sup>2</sup>

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

#### Informasi Artikel

Dikirim, 3 Januari 2024  
Direvisi, 11 Januari 2024  
Diterima, 18 Januari 2024

#### Korespondensi Penulis:

Amris Azizi  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
amrissampang11@gmail.com

#### ABSTRAK

Pengukuran percepatan maksimum tanah (*Peak Ground Acceleration*, PGA) dapat dilakukan dengan *Accelerograph*, dengan pendekatan empiris atau dengan perangkat lunak. Dalam penelitian ini untuk menghitung percepatan tanah maksimum permukaan di Purwokerto menggunakan perangkat lunak *ProShake* dengan data tanah hasil uji CPT. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran besarnya percepatan tanah maksimum di Purwokerto serta dapat membantu dalam perencanaan struktur bangunan sarana dan prasarana. Analisis dilakukan dengan menginput data parameter dinamik tanah : modulus geser maksimum ( $G_{max}$ ), kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ), dan *damping* ( $\xi$ ). Data gempa menggunakan akselerogram gempa El Centro N-S yang telah direkam pada tanggal 15 Mei 1940. Hasil analisis didapat percepatan tanah maksimum mencapai 0,344 g atau sama dengan 344 cm/det<sup>2</sup>, jauh lebih besar dari percepatan puncak tanah di lokasi penelitian menurut pembagian wilayah gempa Indonesia, yaitu sebesar 0,15 g atau 150 cm/det<sup>2</sup>.

**Kata Kunci** : percepatan tanah, ProShake, CPT.

#### ABSTRACT

*Peak Ground Acceleration (PGA) measurements can be carried out with an accelerograph, with an empirical approach or with software. In this research, to calculate the maximum acceleration of surface soil in Purwokerto using ProShake software with soil data from CPT tests. It is hoped that the research results will provide an overview of the maximum ground acceleration in Purwokerto and can assist in planning the structure of building facilities and infrastructure. The analysis was carried out by inputting soil dynamic parameter data: maximum shear modulus ( $G_{max}$ ), shear wave propagation speed ( $V_s$ ), and damping ( $\xi$ ). The earthquake data used the El Centro N-S earthquake accelerogram which was recorded on May 15 1940. The results of the analysis showed that the maximum ground acceleration reached 0.344 g or equal to 344 cm/sec<sup>2</sup>, much greater than the peak ground acceleration at the research location according to Indonesia's earthquake area division. namely 0.15 g or 150 cm/sec<sup>2</sup>.*

**Keyword** : ground acceleration, ProShake, CPT.

## 1. PENDAHULUAN

Gempa merupakan getaran pada kulit bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi yang berasal dari kegiatan patahan di darat atau di laut, atau gerak penunjaman serta gerak tubrukan lempeng di bagian kulit bumi litosfer. Energi mekanik akibat batuan yang patah/pecah kemudian diubah menjadi energi gelombang yang menyebar ke segala arah (Widodo, 2001).

Kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa sangat tergantung pada beberapa parameter : lama getaran, keadaan tanah/geologi setempat, kedalaman sumber gempa, jarak pusat gempa, besaran gempa, kekuatan, serta daktilitas dan kesatuan bangunan. Selain itu korban akibat gempa bergantung pada faktor kepadatan penduduk, saat terjadinya gempa, dan kesiapan penduduk (Sarwidi, 2007)

Percepatan gelombang gempa yang sampai di permukaan bumi disebut percepatan tanah. Pengukuran percepatan tanah dilakukan dengan *Accelerograph* atau dengan pendekatan dari beberapa formula yang diturunkan dari magnitude gempa atau/dan data intensitas. Perhitungan besarnya percepatan tanah maksimum secara empiris misalnya dengan metode Donovan, Guirre, Fukushima-Tanaka dan lain-lain (Kusumawardani, dkk., 2020).

Analisis percepatan tanah maksimum dipermukaan ditentukan oleh parameter dinamik tanah : modulus geser maksimum ( $G_{max}$ ), kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ), dan *damping* ( $\xi$ ). Nilai modulus geser dan *damping ratio* bergantung pada beberapa faktor, seperti jenis tanah, tekanan keliling (*confining pressure*), tingkat regangan dinamik, derajat kejenuhan, frekuensi, magnitude tegangan dinamik, dan regangan dinamik (Elgamal, et.al, 2005).

Parameter dinamik tanah dapat ditentukan dengan tes lapangan atau laboratorium. Nilai  $G_{max}$  atau  $V_s$  biasanya dikorelasikan dengan kuat geser tanah yang diperoleh dari tes laboratorium ataupun besaran-besaran yang diperoleh dari tes lapangan seperti nilai N-SPT dan  $q_c$  sondir.

Penelitian bertujuan untuk menghitung percepatan maksimum tanah permukaan di Purwokerto. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak *ProShake* berdasarkan data tanah hasil uji CPT. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran besarnya percepatan tanah maksimum di Purwokerto serta dapat membantu dalam perencanaan struktur bangunan sarana dan prasarana.

## 2. METODE PENELITIAN

Data jenis tanah, sifat-sifat fisik dan teknis serta parameter dinamik tanah, diperoleh dari uji sondir/penetrasi di lapangan dan uji laboratorium terhadap sampel tanah. Uji laboratorium meliputi analisa ukuran butiran tanah, kadar air, uji tekan bebas (*unconfined compression test*), uji geser langsung (*direct shear test*) dan berat unit tanah ( $\gamma$ ). Parameter dinamik gempa diantaranya data rekaman gempa yang akan dipakai dalam analisis dan beberapa parameter lain *include* dalam program. Parameter-parameter tersebut kemudian diolah dan dianalisis dengan bantuan program komputer *Proshake* untuk memperoleh respons dinamik yang diperlukan.

Karena data akselerograf daerah Purwokerto belum tersedia, maka digunakan akselerogram gempa El Centro N-S yang telah direkam pada tanggal 15 Mei 1940 (SNI, 2002).

Parameter dinamik tanah : modulus geser maksimum ( $G_{max}$ ), kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ), dan faktor *damping* ( $\xi$ ), menggunakan formula yang disarankan oleh Chasanudin, dkk.(1999).

Besarnya  $G_{max}$  dihitung dengan persamaan Rix dan Stokoe (1991).

$$G_{max} = 1634 (q_c)^{0.250} (\sigma_v')^{0.375} \quad (\text{untuk pasir berdasarkan penelitian di Italia})$$

$G_{max}$ ,  $q_c$ , dan  $\sigma_v'$  dalam kPa

Kecepatan rambat gelombang geser ( $V_s$ ) dihitung dengan persamaan Sykora dan Stokoe (1983).

$$V_s = 1,7 q_c + 440 \quad (\text{untuk tanah non kohesif})$$

$V_s$  dalam fps dan  $q_c$  dalam  $\text{kg/cm}^2$

Harga *damping* ( $\xi$ ) diambil 5%

Hasil analisis akan memperoleh hasil yang menunjukkan respons tanah berupa percepatan maksimum tanah permukaan (*Peak Ground Acceleration, PGA*), *displacement* dan tegangan regangan tanah pada lokasi yang dipilih.

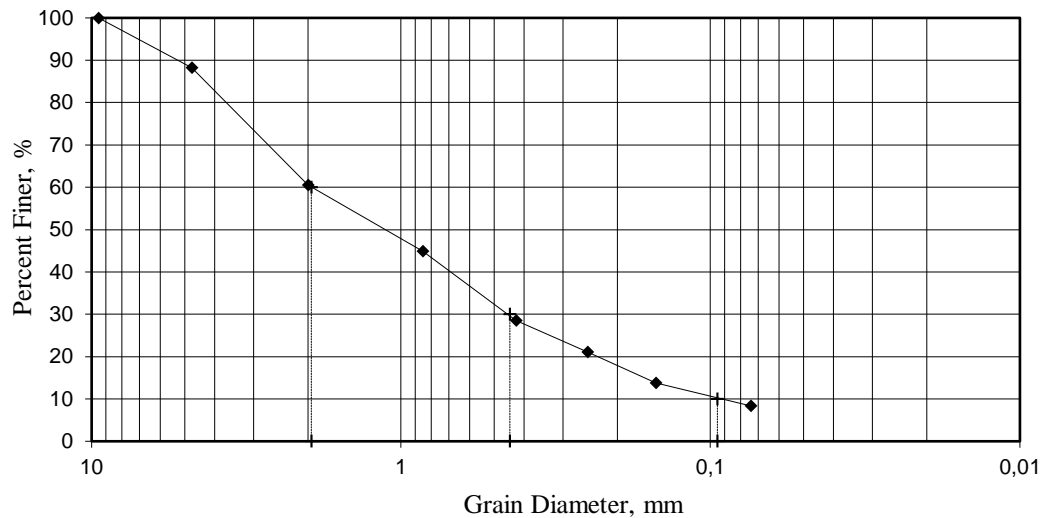
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji penetrasi atau sondir menunjukkan bahwa pada kedalaman rata-rata 4 meter, tanah telah mempunyai nilai hambatan konus  $150 \text{ kg/cm}^2$  dimana uji sondir boleh dihentikan karena tanah dianggap telah mencapai kepadatan yang cukup baik.

Hasil uji berat unit tanah, kuat geser langsung tanah (*direct shear test*) tercantum dalam Tabel 1.

### 3.1. Parameter Dinamika Tanah

Hasil analisis jenis tanah menunjukkan bahwa tanah permukaan di Kawasan Kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto 79,91 % berupa pasir, 11,74 % kerikil dan 8,35 % berupa lanau/lempung (Gambar 1).



Gambar 1 Grafik Distribusi Ukuran Butir

Hasil uji distribusi ukuran butir diatas menunjukkan bahwa 79,91% tanah berupa pasir, 11,74% kerikil (gravel), dan lanau/lempung 8,35%. Dari Gambar 1 diperoleh nilai sebagai berikut.

$$D_{10} = 0,095$$

$$D_{30} = 0,445$$

$$D_{60} = 1,95$$

sehingga dapat dihitung nilai  $C_u$  dan  $C_c$ .

$$C_u = D_{60}/D_{10} = 1,95/0,095 = 20,53$$

$$C_c = (D_{30})^2/(D_{60})(D_{10}) = (0,445)^2/(1,95)(0,095) = 1,07$$

Untuk tanah pasir atau lapisan tanah yang sebagian besar pasir, besarnya Modulus Geser Maksimum ( $G_{max}$ ) dihitung berdasarkan persamaan dari Rix dan Stokoe (1991). Kecepatan Rambat Gelombang Geser ( $V_s$ ) dihitung berdasarkan persamaan dari Sykora dan Stokoe (1983). Besarnya  $G_{max}$  dan  $V_s$  pada kedua persamaan dihitung berdasarkan nilai  $q_c$  pada uji sondir.

Tabel 1. Hasil uji dan hitungan Parameter Tanah.

Lapisan ke	Tebal lapisan (m)	Parameter tanah				
		Berat unit tanah, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$q_c$ (kPa)	$\sigma_v$ (kPa)	$G_{max}$ (Mpa)	$V_s$ (fps)
1	2	17,4	$2,943 \cdot 10^{-5}$	$1,24 \cdot 10^{-7}$	$3,09 \cdot 10^{-4}$	491
2	1,5	17,79	$7,357 \cdot 10^{-5}$	$1,32 \cdot 10^{-7}$	$3,98 \cdot 10^{-4}$	567,5
3	0,5	17,59	$1,324 \cdot 10^{-4}$	$1,35 \cdot 10^{-7}$	$4,65 \cdot 10^{-4}$	669,5
4	infinite	18,38	$1,472 \cdot 10^{-4}$	$4,28 \cdot 10^{-7}$	$7,36 \cdot 10^{-4}$	695

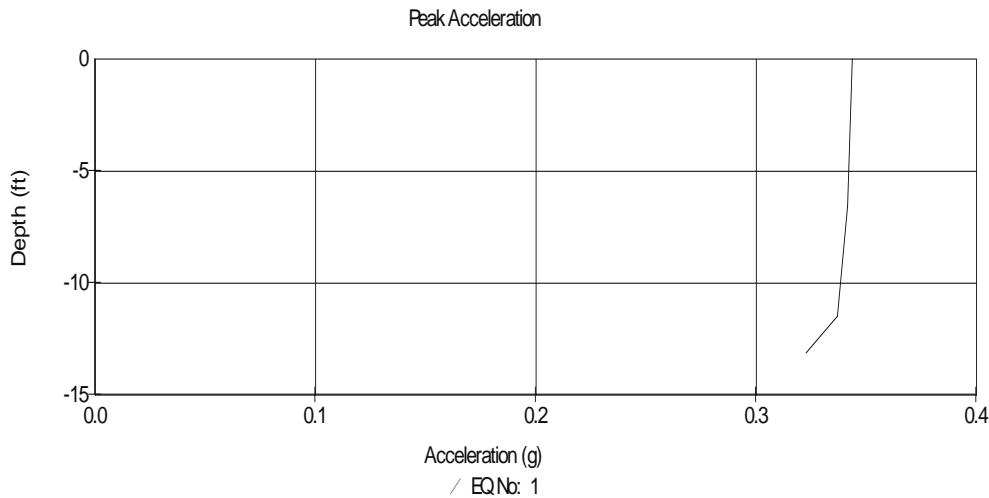
Sumber: hasil analisis, 2023

Parameter-parameter tanah pada Tabel 1 merupakan data-data masukan pada *Input Manager* program komputer *Proshake-EduShake*. Input data dimasukkan berdasarkan setiap lapisan tanah. Data diolah dengan program komputer dan outputnya berupa percepatan, kecepatan, *displacement* tanah dan lain-lain sesuai dengan kebutuhan untuk analisis.

### 3.2. Percepatan Maksimum Tanah

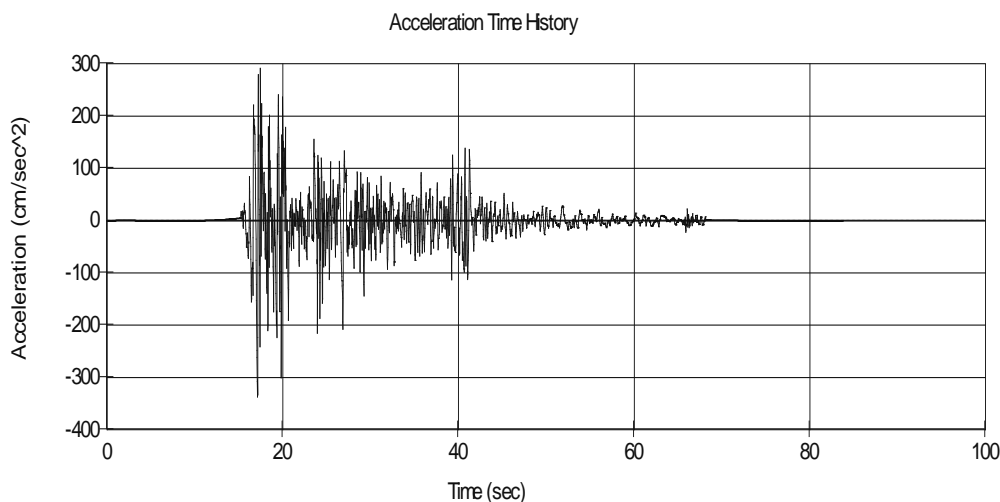
Hasil analisis dinamik secara umum diperoleh hasil bahwa percepatan lapisan tanah pada lokasi penelitian bila mengalami getaran gempa menunjukkan harga yang hampir sama.

Dengan *Input Motion* rekaman gempa El Centro 1940 dengan magnitude 7 SR, didapat percepatan maksimum tanah permukaan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Percepatan maksimum lapisan tanah

Hasil analisis program juga bisa ditampilkan dengan grafik *Acceleration Time History* seperti pada Gambar 3. Grafik ini memperlihatkan besarnya percepatan tanah selama berlangsungnya gempa.



Gambar 3. *Acceleration Time History*

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa percepatan tanah pada lapisan paling bawah lebih kecil dari lapisan-lapisan di atasnya. Percepatan tanah akan semakin besar pada permukaan tanah. Diperoleh harga percepatan tanah maksimum pada permukaan sebesar 0,344 g atau sama dengan 344  $\text{cm/det}^2$ . Dibandingkan dengan besarnya percepatan puncak tanah menurut peta pembagian wilayah gempa Indonesia, maka percepatan tanah permukaan pada lokasi penelitian jauh lebih besar. Menurut peta wilayah pembagian gempa, lokasi penelitian atau umumnya daerah Banyumas, masuk wilayah 3 dengan percepatan puncak 0,15 g atau 150  $\text{cm/det}^2$ .

Tanah lokasi penelitian adalah tanah endapan (*alluvium*) yang bersifat lepas akan menyebabkan terjadinya resonansi dan memberikan respons lebih besar. Respons tanah akan semakin besar bila dalam keadaan basah. Sebaliknya, dalam kondisi kering, tanah endapan yang bersifat lepas seperti pasir akan mengalami pemampatan yang dapat meningkatkan kekakuan tanah (Dowrick, 1978).

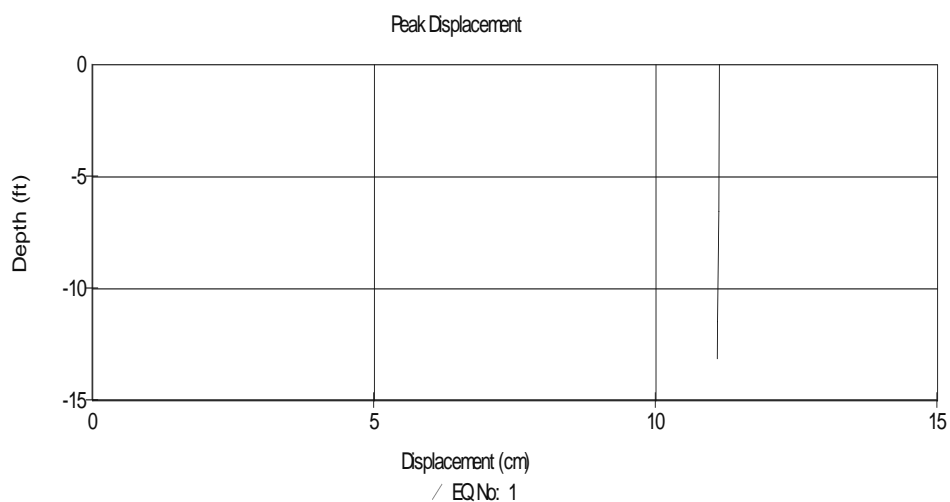
Dapat dipahami apabila percepatan maksimum tanah permukaan di lokasi penelitian sangat besar bila melihat jenis tanah, kedalaman muka air tanah dan beban gempa yang diterapkan dengan magnitudo yang cukup besar.

### 3.3. Displacement Tanah

Displacement tanah adalah perpindahan tanah dalam arah horizontal karena adanya tegangan geser. Analisis displacement lapisan tanah akibat gempa memperlihatkan besarnya gerakan atau perpindahan lapisan-lapisan tanah.

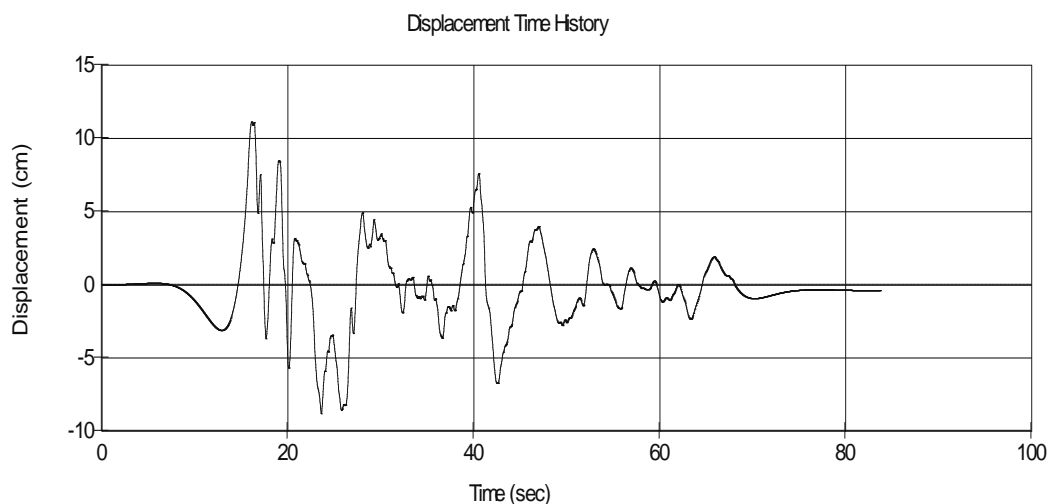
Hasil analisis dengan program *Proshake*, besarnya *displacement* lapisan tanah hampir sama disetiap lapisan seperti pada Gambar 4. Terlihat bahwa besarnya *displacement* dari permukaan tanah sampai kedalaman 9 ft lebih besar dibanding dengan dengan tanah pada kedalam 9 ft kebawah. *Peak displacement* yang terjadi lebih kurang sebesar 11 cm.

Ditinjau dari jenis tanahnya, lapisan tanah sampai kedalaman 9 ft adalah tanah lanau campur pasir yang padat. Sedangkan dibawahnya, terdapat lapisan cadas yang agak keras. Tanah yang lebih keras dan padat akan mengalami *displacement* yang lebih kecil.



Gambar 4. *Displacement* maksimum lapisan tanah

Hasil analisis program juga bisa ditampilkan dengan grafik *Displacement Time History* seperti pada Gambar 5. Grafik ini memperlihatkan besarnya *displacement* tanah selama berlangsungnya gempa.



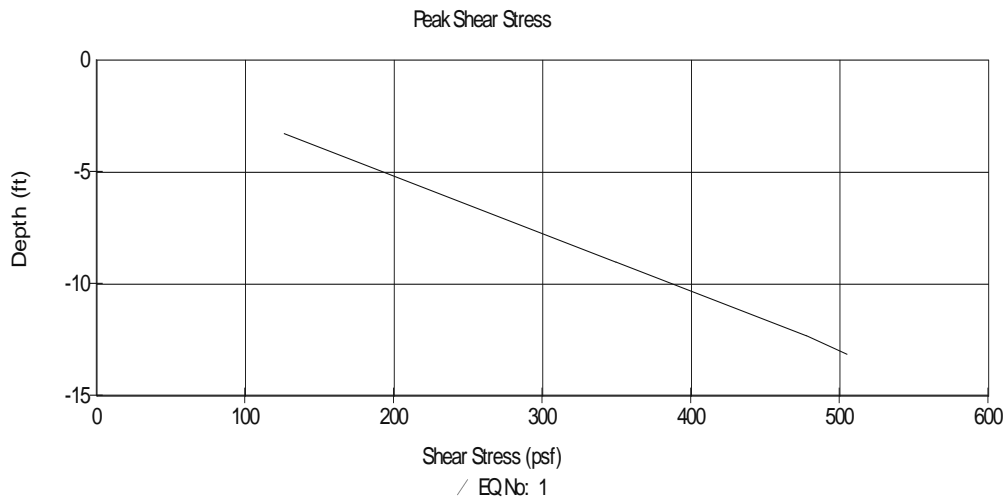
Gambar 5. *Displacement Time History*

*Displacement* tanah permukaan akan terjadi pada saat gempa sudah berlangsung lebih kurang 17 detik, waktu yang sama ketika terjadinya percepatan tanah maksimum (Gambar 3)

### 3.4. Tegangan Regangan

Analisis tegangan regangan pada tanah akibat gempa tinjauannya adalah tegangan regangan geser. Fungsi penting analisis tegangan regangan akibat pembebanan adalah perkiraan besarnya tegangan runtuh tanah.

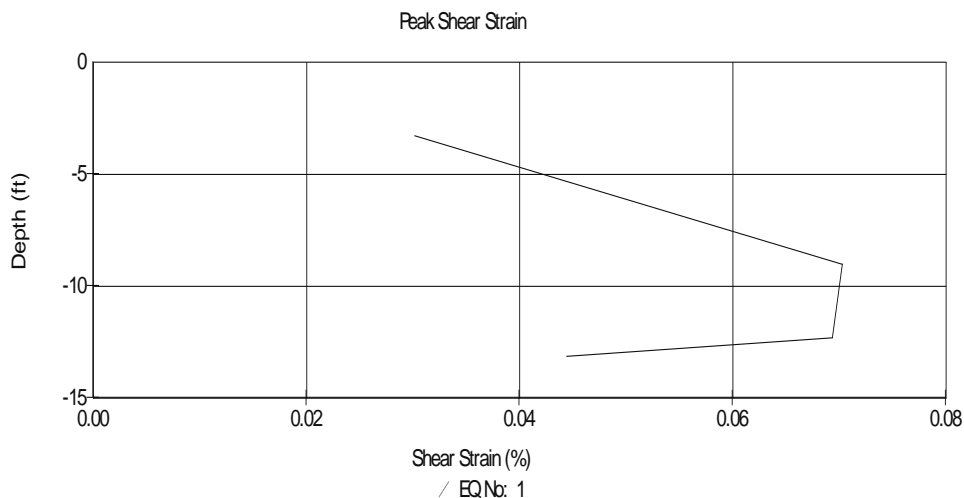
Pada Gambar 6 terlihat pola hubungan tegangan geser dan kedalaman yang memperlihatkan tegangan semakin membesar dengan penambahan kedalaman.



Gambar 6. Tegangan geser maksimum

Regangan geser maksimum akibat gempa pada lapisan tanah diperlihatkan dalam Gambar 7. Sampai kedalaman lebih kurang 9 ft, regangan akan semakin membesar seiring bertambahnya kedalaman tanah. Namun pada kedalaman dibawahnya ada perubahan yang cukup drastis dengan turunnya nilai regangan, khususnya pada kedalaman 9 – 12 ft.

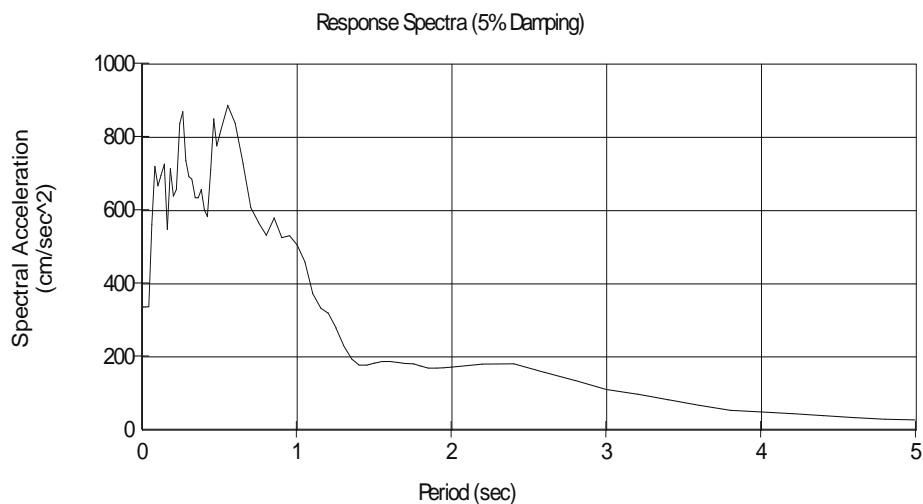
Perilaku lapisan tanah ini dapat dipahamni dengan melihat jenis tanah pada kedalaman tersebut. Pada kedalaman 9 – 12 ft, lapisan tanah mengalami perubahan jenis dan sifat, dari lapisan lanau campur pasir ke lapisan tanah cadas campur pasir. Lapisan tanah yang lebih padat akan mengalami regangan geser yang lebih kecil.



Gambar 7. Regangan geser maksimum

### 3.5. Respon Spektra

Spektra percepatan tanah dengan redaman 5% hasil analisis program diperlihatkan pada 8.



Gambar 8. Respon spektra

Besarnya nilai spektra percepatan tanah di lokasi penelitian hampir mencapai 900 cm/det<sup>2</sup>, lebih besar dari nilai respon spektra gempa rencana di wilayah gempa 3 Indonesia yang besarnya 0,75 g (750 cm/det<sup>2</sup>) untuk tanah lunak.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa lapisan-lapisan tanah permukaan sampai dengan kedalaman sekitar 5 m, pada umumnya menunjukkan bahwa 79,91% tanah berupa pasir bergradasi baik dengan nilai  $C_u > 4$  dan  $C_c > 1$  yang mempunyai sifat-sifat teknis yang baik, cukup keras pada kedalaman yang relatif dangkal.
2. Besarnya percepatan maksimum tanah semakin berkurang pada lapisan tanah yang lebih dalam. Pada permukaan tanah, percepatan maksimum mencapai 0,344 g atau sama dengan 344 cm/det<sup>2</sup>, jauh lebih besar dari percepatan puncak tanah di lokasi penelitian menurut pembagian wilayah gempa Indonesia, yaitu sebesar 0,15 g atau 150 cm/det<sup>2</sup>.
3. *Displacement* maksimum hasil analisis menunjukkan bahwa pada setiap lapisan mengalami *displacement* yang lebih kurang sama, yaitu sebesar 11 cm pada percepatan puncak tanah.

Supaya hasil penelitian jauh lebih baik, perlu dilakukan lagi uji-uji yang lain dengan data-data gempa yang lebih akurat untuk wilayah penelitian. Pada penelitian ini beban gempa yang diterapkan adalah El Centro N-S 1940 yang tentunya kurang atau bahkan tidak tepat untuk diterapkan di wilayah Purwokerto dan Banyumas pada umumnya. Uji tanah di laboratorium dan lapangan perlu diusahakan sampai kedalaman yang cukup besar dan untuk jenis lapisan tanah yang lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dowrick, D.J., 1978, *Earthquake Resistant Design*, John Wiley & Sons, New York.
- [2] Elgamal, A., et. al., 2005, Dynamic Response of Saturated Dense Sand in Laminated Centrifuge Container, *Journal of Geotechnical and Environmental Engineering*, May, 598-609
- [3] Kusumawardani, B.N., Lalu A. Didik, dan Bahtiar, 2020. Analisis PGA (Peak Ground Acceleration) Pulau Lombok Menggunakan Metode Pendekatan Empiris, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Volume 16, Nomor 3, Oktober 2020.
- [4] Sarwidi, 2007, *Rekayasa Bangunan Tahan Gempa Berstruktur Beton*, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, UII, Yogyakarta
- [5] Widodo, 1997, Validasi Parameter Percepatan Tanah dan Efek Frekuensi Gempa Terhadap Respon Struktur Bangunan Bertingkat, *Jurnal Teknisia Vol. II No. 7, 1997*, FTSP, UII, Yogyakarta
- [6] Widodo, 2001, *Respon Dinamik Struktur Elastik*, UII Press, Yogyakarta



## MENGIDENTIFIKASI FAKTOR KENDALA PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT

### IDENTIFYING CONSTRUCTION FACTORS FOR THE CONSTRUCTION OF HIGH-STORY BUILDINGS

**Irfauji Firman Hidayat**

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 4 Januari 2024  
Direvisi, 17 Januari 2024  
Diterima, 19 Januari 2024

#### Korespondensi Penulis:

Irfauji Firman Hidayat  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
JL. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email: irfauji@ump.ac.id

#### ABSTRAK

Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan suatu pekerjaan yang unik, karena merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan di mana ada awal dan akhir untuk mencapai tujuan tertentu dengan biaya, waktu, dan kualitas yang ditentukan. Pelaksanaan proyek konstruksi tetap terdapat kendala yang bagaimanapun tidak dapat dihilangkan tetapi dapat diminimalkan dan dilakukan tindakan untuk menyelesaikan kendala yang terjadi. Dalam buku panduan PMBOK terdapat 6 (enam) kendala dalam manajemen proyek konstruksi, yaitu biaya, waktu, lingkup pekerjaan, resiko, kualitas, dan sumber daya. Kendala-kendala tersebut harus dapat di manajemen dengan baik untuk memperoleh hasil pelaksanaan proyek konstruksi sesuai perencanaan. Penelitian dilaksanakan pada salah satu proyek pembangunan gedung bertingkat di Purwokerto. Data penelitian didapat dengan menyebarkan kuesioner kepada responden dari kontraktor pelaksana, pengawas, mandor dan subkontraktor. Sebelum dilakukan analisis, kuesioner diuji validitasnya dengan korelasi Pearson Product-Moment dan reliabilitasnya dengan metode Alpha Cronbach. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan Analisis Faktor menggunakan software SPSS. Hasil penelitian terbentuk 3 faktor, yaitu faktor I memiliki Percent of Variance 46,812%, faktor II 13,890%, faktor III 11,691%. Faktor I memiliki Percent of Variance terbesar 46,812% menjadikan faktor dominan

**Kata Kunci :** Analisis factor, kendala proyek, manajemen proyek, gedung bertingkat

#### ABSTRACT

*Implementing a construction project is a unique job, because it is a series of interrelated activities where there is a beginning and an end to achieve certain goals with specified costs, time and quality. In the implementation of construction projects there are still obstacles which cannot be eliminated but can be minimized and action taken to resolve the obstacles that occur. In the PMBOK guidebook there are 6 (six) constraints in construction project management, namely cost, time, scope of work, risk, quality and resources. These obstacles must be managed well to obtain construction project implementation results according to plan. The research was carried out on one of the multi-storey building construction projects in Purwokerto. Research data was obtained by distributing questionnaires to respondents from implementing contractors, supervisors, foremen and subcontractors. Before analysis, the questionnaire was tested for validity using Pearson Product-Moment correlation and reliability using the Cronbach's Alpha method. Data processing and analysis was carried out using Factor Analysis using SPSS software. The research results formed 3 factors, namely factor I had a Percent of Variance of 46.812%, factor II 13.890%, factor III 11.691%. Factor I which has the largest Percent of Variance of 46.812% is the dominant factor*

**Keyword :** Factor analysis, project constraints, project management

## 1. PENDAHULUAN

Pekerjaan proyek konstruksi merupakan rangkaian pekerjaan yang bersifat unik karena tidak ada pekerjaan yang sama, hanya ada pekerjaan sejenis, ada batasan waktu, batasan sumber daya serta waktu mulai dan waktu akhir ditentukan, dalam pelaksanaannya, meskipun sudah didahului dengan serangkaian perencanaan, akan tetapi kendala yang terjadi tidak dapat dihindari baik yang terjadi di internal maupun eksternal proyek konstruksi. Proyek pembangunan rumah sakit Purwokerto di Kabupaten Banyumas dilaksanakan dengan item pekerjaan yang kompleks dilaksanakan dengan waktu yang singkat dan kondisi cuaca tidak menentu, maka berpotensi terjadinya beberapa kendala selama proyek berlangsung secara umum dan baik itu pekerjaan struktur, arsitektur, maupun mekanik elektrik secara khusus. Dalam perkembangan ilmu pengetahuan manajemen proyek maka dilakukan penelitian mengenai faktor kendala dominan pada pembangunan gedung rumah sakit yang nantinya diperoleh kendala dominan pada pelaksanaan proyek pembangunan gedung tersebut.

Rumusan masalah pada penelitian ini untuk mengetahui kendala-kendala apa yang terjadi pada pelaksanaan proyek bangunan gedung, kendala apa saja yang paling dominan terjadi pada pelaksanaan proyek bangunan gedung. Sedangkan tujuan penelitian mengidentifikasi faktor dominan kendala yang terjadi pada pelaksanaan proyek bangunan gedung selama proyek berlangsung.

### 1.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang dijadikan sebagai referensi:

- a. Penelitian yang pernah dilakukan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi di Surabaya menggunakan metode penyebaran kuesioner yang kemudian dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas menggunakan program Statik SPSS versi 21 mendapatkan 5 faktor dominan dari 11 faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi di Surabaya yaitu perubahan desain oleh owner, keterlambatan pengiriman material, keterlambatan pembayaran pada pekerja, sistem pembayaran owner ke kontraktor yang tidak sesuai dengan kontrak karena alasan tertentu.[1]
- b. Penelitian yang pernah dilakukan mengenai faktor penyebab kegagalan akibat keterlambatan proyek konstruksi pada bangunan gedung di kota Padang faktor penyebab kegagalan akibat keterlambatan proyek konstruksi pada bangunan gedung di kota Padang menggunakan metode penyebaran dan pengisian kuesioner kemudian pengujian data uji validasi, uji reabilitas, uji normalitas, uji korelasi, dan uji analisa deskriptif menggunakan program Statik SPSS mendapatkan kesimpulan faktor dominan yaitu pada subfaktor jadwal penggunaan material yang terperinci dan tepat waktu nilai mean 3,55 atau 87,50 % [2]

### 1.2. Landasan Teori

Faktor Yang Mempengaruhi Pelaksanaan Proyek Bangunan Gedung

Faktor ekonomi, faktor manajerial dan faktor sumber daya masuk dalam kategori faktor internal proyek konstruksi[3]

#### a. Faktor ekonomi

Merupakan hal utama dan paling penting setiap pekerjaan konstruksi, menjadi acuan permasalahan yang mempengaruhi kelayakan ekonomi proyek termasuk perubahan dari kondisi ekonomi domestik dari penerimaan Negara atau perencanaan perkembangan proyek tidak tepat karena kondisi ekonomi yang tidak terduga.

#### b. Faktor manajerial

Kaitannya terhadap ketidak efektifan dalam melakukan manajemen dalam pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi

#### c. Faktor sumber daya

Sumber daya terdiri dari material, peralatan dan tenaga kerja. Material merupakan sebagian besar dari nilai sebuah proyek konstruksi. sumber daya mempunyai peran secara signifikan dalam kesuksesan pelaksanaan proyek. Didalamnya terdapat tenaga terampil dan tenaga ahli, alokasi yang tepat dan manajemen sumber daya manusia. Peralatan memiliki kelebihan dibandingkan dengan sumber daya manusia karena dapat bekerja terus menerus.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

### 2.1. Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu berupa data primer dan data sekunder:

- a. Data Primer dalam penelitian ini didapatkan dengan melakukan observasi langsung ke lokasi proyek untuk melakukan wawancara dan penyebaran kuesioner (angket) dengan skala pengukuran Skala Likert (1-4) terkait kendala-kendala selama proyek berlangsung.
- b. Data Sekunder penelitian ini berupa literatur tema penelitian yang serupa

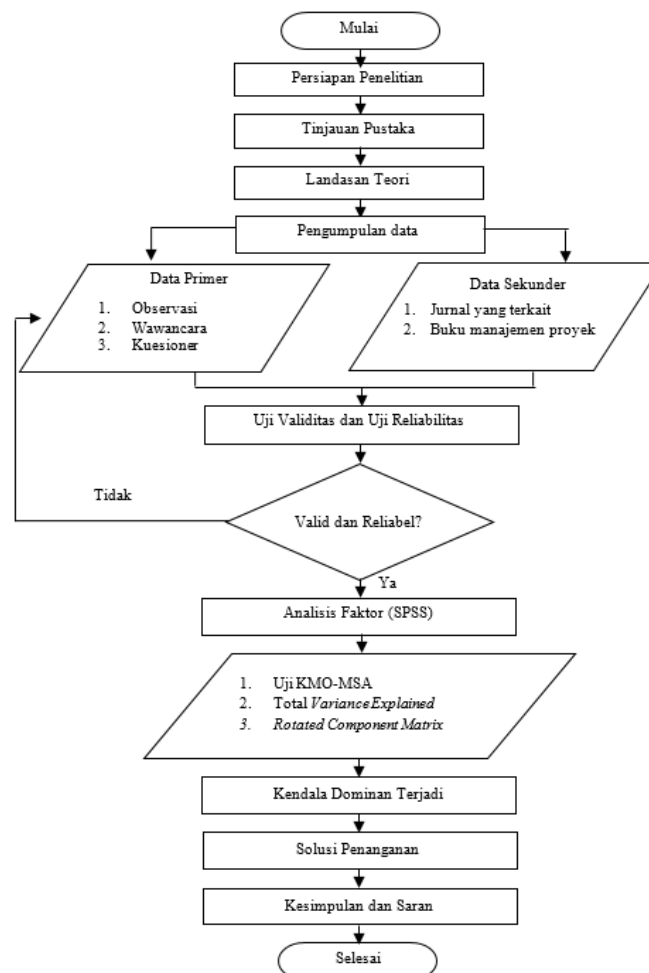
## 2.2. Metode Analisis

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif analisis, yaitu dengan membuat uraian secara jelas dan terperinci mengenai fakta-fakta kendala-kendala yang ada dari hasil observasi, wawancara, dan kuesioner, selanjutnya dilakukan analisis.

## 2.3. Proses Penelitian

Proses penelitian dengan mengumpulkan data dan melakukan analisis. Proses dan teknik pengumpulan data dilakukan sebagai berikut:

- a. Data wawancara dan kuesioner dengan penyebaran kuesioner dilakukan kepada tim pelaksana dan tim supervisi proyek pembangunan rumah sakit, dengan isian kuesioner mengenai kendala-kendala pelaksanaan proyek
- b. Pengujian validitas dan reliabilitas untuk mengetahui valid dan reliabel data kuesioner menggunakan *Software* SPSS, di mana syarat valid apabila nilai  $r$  hitung  $>$  nilai  $r$  tabel, dan dinyatakan tidak valid jika nilai  $r$  hitung  $<$  nilai  $r$  tabel. Analisis dilakukan dengan menggunakan *Software* SPSS versi 24. Teknik analisis yang digunakan dengan analisis faktor, yaitu untuk mengelompokkan variabel faktor dalam melakukan penelitian, teknik analisis ini mempunyai tujuan menyaring variabel mana yang paling dominan dari beberapa variabel dalam penelitian dari kuesioner yang disebarakan terhadap setiap responden atau sampel.
- c. Kesimpulan dan saran hasil penelitian yaitu didapatkan variabel atau faktor yang paling dominan terjadi.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan hasil dari penelitian serta pembahasan yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam gambar, grafik, tabel dan lain-lain yang membuat pembaca mudah mengerti. Pembahasan bisa dilakukan dalam beberapa sub-bab.

#### 3.1. Uji Validitas Variabel

Penelitian yang telah dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pada lokasi penelitian pada 41 responden. Data hasil pengisian kuesioner dirangkum dan dilakukan analisis data dengan tahapan uji validitas dan uji reliabilitas yang kemudian dilanjutkan melakukan analisis menggunakan teknik analisis factor

Tabel 1. Uji validitas variabel

Variabel	Nilai r hitung	Keterangan
Scope	r hitung > r tabel	Valid
Biaya	r hitung > r tabel	Valid
Waktu	r hitung > r tabel	Valid
Mutu	r hitung > r tabel	Valid
Sumber daya	r hitung > r tabel	Valid
Risiko	r hitung > r tabel	Valid
K3	r hitung > r tabel	Valid
Komunikasi	r hitung > r tabel	Valid
Desain	r hitung > r tabel	Valid

Tabel 2. Uji reliabilitas

Cronbach's Alpha	N of Items
0,928	35

Tabel uji reliabilitas total item menunjukkan rincian nilai Cronobach's Alpha dari masing-masing indikator yang memiliki nilai diatas 0,90, maka dapat diartikan bahwa pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner dapat dipahami responden serta mampu menggambarkan situasi yang ada di lokasi proyek.

#### Analisis Faktor

Analisis faktor dalam penelitian mempunyai tujuan untuk mengetahui variabel mana yang paling dominan dari Sembilan (9) variabel yang digunakan dalam penelitian, selain itu analisis faktor juga digunakan dalam membedakan variabel prioritas berdasar perankingan. Dalam analisis faktor dilakukan dua syarat pengujian, yaitu uji Kaiser Mayer Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO MSA) dan uji Anti-Image Correlation. KMO and Bartlett's Test. Berdasarkan output uji KMO and Bartlett's Test didapat nilai KMO MSA sebesar 0,753 yang artinya lebih besar dari 0,50, maka analisis faktor dapat dilanjutkan karena memenuhi syarat.

#### 3.2. Analisis Faktor

##### a. Total variance explained

Tabel 3. Total variance explained

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.213	46.812	46.812
2	1.250	13.890	60.702
3	1.052	11.691	72.393
4	.744	8.271	80.664
5	.582	6.471	87.135
6	.459	5.101	92.235
7	.360	3.996	96.231
8	.197	2.194	98.425
9	.142	1.575	100.000

Syarat menjadi faktor adalah nilai Eigenvalues > 1. Tabel menunjukkan nilai Eigenvalues component 1 sebesar 4,213 menjadi faktor 1 dan mampu menjelaskan 46,812% variasi, nilai Eigenvalues component 2 sebesar 1,25 menjadi faktor 2 dan mampu menjelaskan 13,89% variasi, nilai Eigenvalues component 3 sebesar 1,052 menjadi faktor 3 dan mampu menjelaskan 11,691% variasi, dari ketiga faktor yang terbentuk

dijumlahkan mempunyai nilai 72,393% yang mempunyai arti bahwa ketiga faktor mampu menjelaskan 72,393% variasi.

b. Uji *Component Matrix*

Menunjukkan hubungan antara masing-masing variabel dengan ketiga faktor yang terbentuk.

Tabel 4. *Component matrix*

	<i>Component</i>		
	1	2	3
Scope	.563	.475	.469
Biaya	.663	-.419	.255
Waktu	.705	.259	-.520
Mutu	.474	.501	.518
Sumber daya	.889	-.158	-.051
Risiko	.716	.361	-.324
K3	.536	-.537	.283
Komunikasi	.821	-.050	-.197
Desain	.686	-.290	-.036

c. Uji *Rotated Component Matrix*

Tabel *Rotated Component Matrix* untuk menentukan masing-masing variabel termasuk kategori faktor mana, menentukannya dengan melihat nilai korelasi terbesar antara variabel dengan ketiga faktor yang terbentuk

Tabel 5. *Rotated component matrix*

	<i>Component</i>		
	1	2	3
Scope	.210	.157	.833
Biaya	.140	.795	.167
Waktu	.903	.108	.084
Mutu	.125	.097	.848
Sumber daya	.579	.662	.211
Risiko	.810	.100	.284
K3	-.001	.808	.063
Komunikasi	.666	.497	.154
Desain	.392	.631	.060

Tabel 6. *Component transformation matrix*

<i>Component</i>	1	2	3
1	.669	.634	.388
2	.314	-.714	.626
3	-.674	.297	.676

Tabel menunjukkan pada *component* 1 nilai korelasi sebesar  $0,669 > 0,5$ , *component* 2 sebesar  $0,626 > 0,5$  dan *component* 3 sebesar  $0,676 > 0,5$ . Dari ketiga *component* memiliki nilai korelasi diatas 0,5 maka dapat disimpulkan faktor yang terbentuk layak merangkum dari sembilan (9) variabel yang dianalisis.

### 3.3. Pembahasan

Hasil analisis faktor yang telah dilakukan dengan nilai uji KMO and Bartlett's Test didapat 0,753, syarat utama analisis faktor adalah nilai KMO  $> 0,50$ , berdasarkan nilai pengujian yang didapat, maka analisis faktor memenuhi syarat utama. Selanjutnya Uji Anti-image Matrices yang dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang layak dipakai dalam analisis, di mana nilai hasil Anti-Image Correlatoin variabel scope 0,659, variabel biaya 0,791, variabel waktu 0,694, variabel mutu 0,708, variabel Sumber Daya 0,779, variabel risiko 0,720, variabel K3 0,707, variabel komunikasi 0,840 dan variabel desain 0,809. Nilai Anti-Image Correlatoin sembilan variabel  $> 0,50$  sehingga variabel-variabel layak dipakai dalam analisis kendala-kendala yang terjadi pada pelaksanaan proyek gedung bertingkat

---

Total *Variance Explained* pada *Initial Eigenvalues* terbentuk tiga faktor dari sembilan variabel. Sedangkan dari tabel Rotated Component Matrix didapat pengelompokan variabel terhadap ketiga faktor yang terbentuk adalah sebagai berikut:

1. Faktor 1  
Kelompok faktor ini memiliki *Eigenvelues* sebesar 4.213 dan memiliki *Precent of Variance* sebesar 46.812 % yang terbentuk oleh tiga variabel yaitu variabel waktu, variabel risiko dan variabel komunikasi.
2. Faktor 2  
Kelompok faktor ini memiliki *Eigenvelues* sebesar 1.250 dan memiliki *Precent of Variance* sebesar 13.890 % yang terbentuk oleh empat variabel yaitu variabel biaya, variabel K3, variabel Sumber Daya dan variabel desain.
3. Faktor 3  
Kelompok faktor ini memiliki *Eigenvelues* sebesar 1.052 dan memiliki *Precent of Variance* sebesar 11.691 % yang terbentuk oleh dua variabel yaitu variabel scope dan variabel mutu.

Faktor 1 memiliki *Precent of Variance* terbesar dari ketiga faktor yang terbentuk yaitu sebesar 46,812 %, artinya varian seluruh variabel penelitian dapat dijelaskan oleh faktor 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel yang paling dominan terjadi adalah variabel yang terdapat pada faktor 1 yaitu waktu, risiko dan komunikasi, ketiga variabel tersebut merupakan kendala yang sering terjadi

#### 4. KESIMPULAN

Pengambilan data dan analisis data dari penelitian yang dilakukan pada proyek pembangunan rumah Sakit di Purwokerto didapatkan kesimpulan Analisis Faktor pada nilai *Anti-Image Correlatoin* untuk sembilan variabel > 0,50 sehingga didapatkan kendala-kendala yang terjadi pada proyek bangunan gedung adalah lingkup pekerjaan, biaya, waktu, mutu, sumber daya, risiko, K3, komunikasi dan desain. Sedangkan kendala yang paling dominan terjadi pada pelaksanaan proyek bangunan gedung adalah waktu (*Time*), risiko (*Risk*), komunikasi (*Communication*)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Putra Agritama *et al.*, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Konstruksi di Surabaya," 2018.
- [2] M. Natalia, Z. Mirani, Y. Partawijaya, M. Misriani, S. Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang, and K. Limau Manis, "Faktor Penyebab Kegagalan Akibat Keterlambatan Proyek Konstruksi Pada Bangunan Gedung di Kota Padang," *Edisi Oktober*, 2018.
- [3] "Agsarini, Irmia, 2015. Pengaruh Faktor Internal Dan Eksternal Proyek Terhadap Kinerja Proyek Konstruksi Di Provinsi Kalimantan Selatan. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 2015. Tersedia di: <https://repository.its.ac.id/62889/1/3113203002-Master%20Thesis.pdf>."

## ANALISIS ALOKASI AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI TAPUNG KANAN

## ANALYSIS OF WATER ALLOCATION TAPUNG KANAN WATERSHED

Yuni Meyliska<sup>1</sup>, Manyuk Fauzi<sup>2</sup>, Yohanna Lilis Handayani<sup>3</sup>

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

### Informasi Artikel

Dikirim, 15 Maret 2023  
Direvisi, 24 Januari 2024  
Diterima, 25 Januari 2024

### Korespondensi Penulis:

Yuni Meyliska  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km.  
12,5 Simapang Baru  
Pekanbaru, 28293  
Email:  
yunimeyliska01@gmail.com

### ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Tapung Kanan merupakan bagian Sub DAS dari DAS Siak yang terdapat pada Wilayah Sungai Siak, yang mana merupakan salah satu DAS dengan kondisi kritis dan memerlukan prioritas penanganan. Hal ini dikarenakan pemanfaatan sumber daya air yang tidak terkendali sehingga menyebabkan ketersediaan air cenderung berkurang dan kualitas air menurun. Akibat dari permasalahan ini, maka diperlukan pengelolaan dan pengalokasian air untuk menyediakan dan merealisasikan kebutuhan air untuk para pengguna air. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk, menganalisis potensi ketersediaan air pada DAS Tapung Kanan, menganalisis kesetimbangan antara potensi ketersediaan air dan kebutuhan air (neraca air) pada DAS Tapung Kanan, dan melakukan alokasi air pada DAS Tapung Kanan dengan prioritas pemanfaatan air berdasarkan rekomendasi teknis dari instansi terkait. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif analisis. Metode analisis ketersediaan air yang digunakan yaitu metode regional. Analisis neraca air dilakukan pada 3 asumsi skenario, meliputi musim kering, musim normal, dan musim basah. Hasil dari penelitian ini yaitu setiap node DAS Tapung Kanan menunjukkan kondisi neraca air surplus pada rencana alokasi air yang akan digunakan berdasarkan prakiraan sifat musim hujan 2022/2023 yang dikeluarkan oleh BMKG yaitu skenario musim normal. Pada musim kering terdapat beberapa node yang mengalami defisit, maka besar air yang dialokasikan perlu dikurangi atau mengatur faktor k.

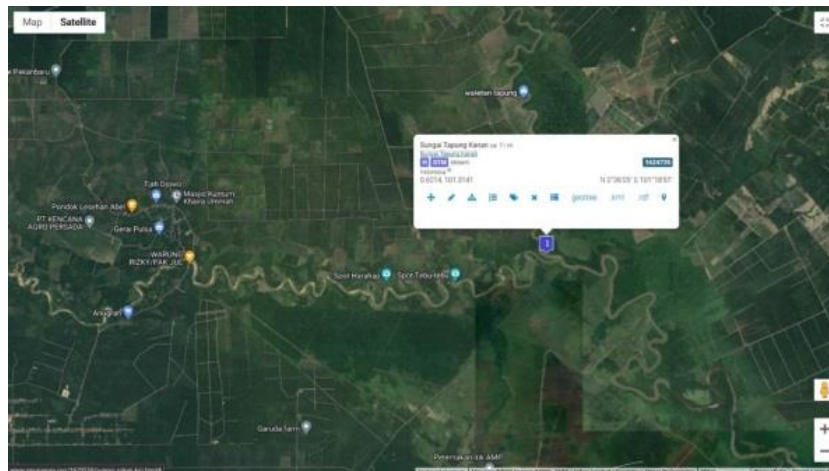
**Kata Kunci :** Alokasi air, Daerah Aliran Sungai, Tapung Kanan

### ABSTRACT

*The Tapung Kanan Watershed is part of the Siak Watershed which is located in the Siak River Basin, which is one of the watersheds with critical conditions and requires priority handling. This is due to the uncontrolled use of water resources, causing the availability of water to tend to decrease and decreased water quality. As the effect of this problem, it is necessary to manage and allocate water to provide and realize water demand for water users. This study aims to, analyze the potential availability of water in the Tapung Kanan watershed, analyze the balance between potential water availability and water demand (water balance) in the Tapung Kanan watershed, and allocate water in the Tapung Kanan watershed using priority of water use based on technical recommendations from relevant agencies. The research method used is descriptive analysis method. The water availability analysis method used is the regional method. Water balance analysis was carried out on 3 scenario assumptions, including dry season, normal season, and wet season. The results of this study are that each node of the Tapung Kanan watershed shows a surplus water balance condition in the water allocation plan that will be used based on the forecast for the 2022/2023 rainy season issued by the BMKG, namely the normal season scenario. In the dry season there are several nodes that experience a deficit, so the amount of water allocated needs to be reduced or adjust the k factor.*

**Keyword :** Water allocation, Watershed, Tapung Kanan





Gambar 2. Sungai Tapung Kanan

Sumber: Google Earth, 2022

## 2.2. Data Penelitian

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Data Ketersediaan Air
  1. Data DEMNAS (*Digital Elevation Model*) oleh Badan Informasi Geospasial.
  2. Data AWLR (*Automatic Water Level Record*) pada Pos Duga Air (PDA) Pantai Cermin selama 10 Tahun (2011-2020) yang dikeluarkan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III.
- b. Data Kebutuhan Air  
Data pemanfaatan Sumber Daya Air (SDA) berdasarkan rekomendasi teknis penggunaan air yang dikeluarkan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III.
- c. Data Prakiraan sifat musim hujan 2022/2023 bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

## 2.3. Metode Analisis dan Pengolahan Data

### 2.3.1. Analisa *Catchment Area*

Analisa Luasan *Catchment Area* digunakan untuk menentukan *Catchment Area* anak sungai yang berada di Sub Daerah Aliran Sungai Tapung Kanan. Langkah analisa *Catchment Area* antara lain:

- a. Menentukan data DEMNAS (*Digital Elevation Maps*) Sub Daerah Aliran Sungai Tapung Kanan.
- b. Analisa luasan DAS dan *Catchment Area* node yang berada di Sub DAS Tapung Kanan dan lokasi Pos Duga Air (PDA) Pantai Cermin dengan aplikasi ArcGIS.

### 2.3.2. Analisa Ketersediaan Air

Analisa ketersediaan air pada masing-masing lokasi pengguna SDA digunakan perhitungan dengan metode regional/perbandingan *Catchment Area* (CA) terhadap pos duga air. Langkah-langkah analisa ketersediaan air adalah sebagai berikut.

- a. Mengumpulkan data ketinggian muka air sungai dari alat AWLR (*Automatic Water Level Record*) pada Pos Duga Air (PDA) Pantai Cermin selama 10 Tahun yang dikeluarkan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III.
- b. Analisa debit terukur dengan menggunakan persamaan lengkung debit (*rating curve*) yang dikeluarkan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III untuk Pos Duga Air (PDA) Pantai Cermin dengan interval waktu tertentu. Pada penelitian ini menggunakan interval waktu 15 harian.
- c. Melakukan uji validasi data debit terukur dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).
- d. Analisa ketersediaan air pada lokasi titik pengambilan air (node) pada Sub Daerah Aliran Sungai Tapung Kanan menggunakan persamaan metode regional/perbandingan.

### 2.3.3. Analisa Neraca Air

Analisa neraca air dilakukan untuk mengetahui kondisi ketersediaan air pada titik tinjauan apakah berada dalam kondisi surplus atau berada dalam kondisi defisit. Hasil dari analisa neraca air berupa grafik neraca air yang merupakan hubungan antara ketersediaan air dan kebutuhan air.

### 2.3.4. Analisa Alokasi Air

Data alokasi air menggunakan data prioritas pengguna air yang didapatkan dari Rekomendasi Teknis yang dikeluarkan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III. Pemanfaatan air pada alokasi air diurutkan berdasarkan urutan prioritas pengguna air oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III.

### 2.3.5. Analisa Skenario Alokasi Air

Analisa Skenario yang dilakukan saat penyusunan rencana alokasi air tersebut dibuat berdasarkan 3 asumsi skenario yaitu kondisi tahun kering dengan Q90, kondisi tahun normal dengan Q50 dan kondisi tahun basah dengan Q20. Asumsi dilakukan sebagai rencana debit yang akan dialokasikan pada setiap node pada tahun yang direncanakan.

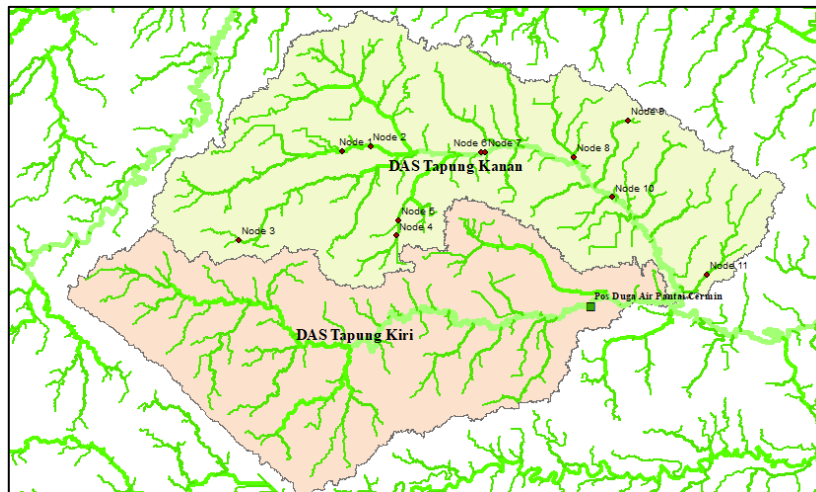
### 2.3.6. Rencana Alokasi Air yang Digunakan

Pemilihan skenario rencana alokasi air menggunakan prakiraan sifat musim hujan 2022/2023 di Indonesia yang dipublikasikan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

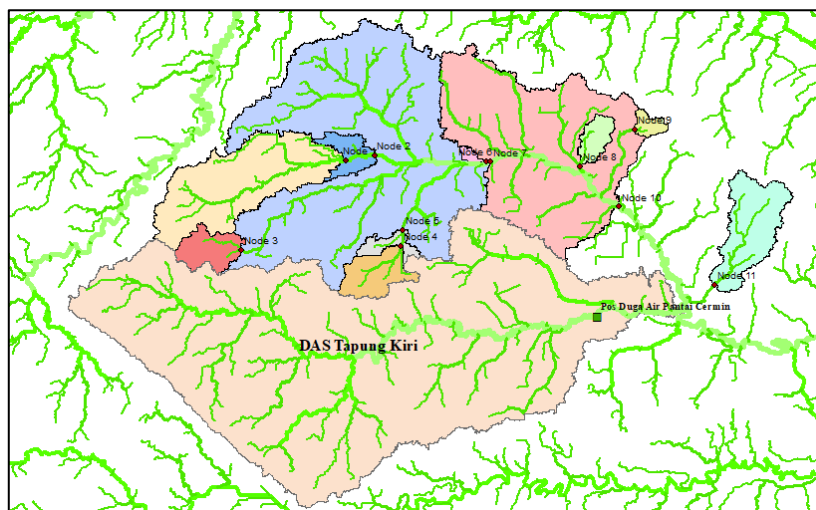
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisa *Catchment Area*

Analisa *Catchment Area* (CA) pada DAS Tapung Kanan diperoleh dari data DEMNAS, lalu dilakukan analisa menggunakan program ArcGIS untuk pembuatan batas luasan CA titik pengambilan air (Node) dan PDA DAS Tapung Kanan. Hasil luasan CA titik pengambilan air dapat dilihat pada Gambar 3 – Gambar 4 dan Tabel 1 – Tabel 2 berikut.



Gambar 3. Titik Pengambilan Air (Node) DAS Tapung Kanan



Gambar 4. *Catchment Area* pada Titik Lokasi Pengambilan Air (Node)

Tabel 1. Luas *Catchment Area* Lokasi Pengambilan Air

Node	INSTANSI/PERUSAHAAN	<i>Catchment Area</i> (km <sup>2</sup> )
1	IKK. Kasikan/Tapung hulu	259,558
2	PT. Subur Arum Makmur	294,212
3	PT. PN V Sei Lindai	48,686
4	PT. Tunggal Yunus Perkasa / PT. Tunggal Yunus Estate	58,949
5	PT. Sewangi Sejati Luhur	79,606
6	PT. Buana Wira Lestari Mas - Kijang Mill	5,668
7	PT. BWLM - Naga Sakti Mill / PT. BWLM - Kebun Kijang	1313,689
8	PT. Dami Mas Sejahtera	27,215
9	PT. Asrindo Citra Subur Makmur	13,832
10	PT. Sekarbumi Alamilestari	1922,518
11	PDAM IKK Minas	119,340

Tabel 2. Luas *Catchment Area* Pos Duga Air

No	Lokasi PDA	<i>Catchment Area</i> (km <sup>2</sup> )
1	S. Tapung Kiri - Pantai Cermin	1716,000

### 3.2. Analisa Debit Terukur

Perhitungan analisa debit terukur menggunakan data ketinggian muka air sungai yang diukur dan dicatat oleh alat Water Level Record (AWLR) pada Pos Duga Air Pantai Cermin. Pada penelitian ini melakukan analisa lengkung debit (*rating curve*) dengan metode *Hymnos Manning* dengan menggunakan perhitungan dengan persamaan untuk PDA Pantai Cermin yang dikeluarkan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III adalah sebagai berikut.

$$Q = 13,478 \times \left( \frac{H}{100} + 0,384 \right)^{1,58} \quad (1)$$

Berikut adalah contoh perhitungan debit terukur pada Januari periode 1 tahun 2011.

$$\begin{aligned} H \text{ Rerata} &= 381 \text{ cm} \\ Q &= 13,478 \times \left( \frac{H}{100} + 0,384 \right)^{1,58} \\ Q &= 13,478 \times \left( \frac{381}{100} + 0,384 \right)^{1,58} \\ Q &= 130,06 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

### 3.3. Uji Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS)

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai uji konsistensi data dengan metode RAPS untuk tahun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut

Tabel 3. Nilai Uji RAPS

No	Tahun	Q Rerata (m <sup>3</sup> /dt)	Y - $\bar{Y}$	Sk*	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>	Sk**	[Sk**]
1	2011	78,234	5,232	5,232	27,374	0,219	0,219
2	2012	98,328	25,326	30,558	641,414	1,280	1,280
3	2013	105,709	32,707	63,265	1069,747	2,649	2,649
4	2014	96,469	23,467	86,732	550,694	3,632	3,632
5	2015	41,418	-31,584	55,148	997,547	2,309	2,309
6	2016	29,844	-43,158	11,990	1862,618	0,502	0,502
7	2017	78,964	5,963	17,953	35,552	0,752	0,752
8	2018	83,534	10,533	28,485	110,935	1,193	1,193
9	2019	59,668	-13,334	15,152	177,785	0,634	0,634
10	2020	57,850	-15,152	0,000	229,571	0,000	0,000
Jumlah		672,168	-	-	5473,667	-	13,170
Rata-Rata		73,002	-	-	570,324	-	1,317

Diketahui:

$$\begin{aligned} n &= 10 \\ S_k^{** \text{ maks}} &= 3,632 \\ S_k^{** \text{ min}} &= 0,219 \\ Q &= |S_k^{**}|_{\text{maks}} = 3,632 \\ R &= |S_k^{**}|_{\text{maks}} - |S_k^{**}|_{\text{min}} \\ &= 3,632 - 0,219 \\ &= 3,413 \end{aligned}$$

Melakukan kontrol uji konsistensi data yaitu kontrol Q dan R terhadap nilai Q<sub>kritis</sub> dan R<sub>kritis</sub> (nilai Q dan R dalam kontrol 99%)

Kontrol 99% terhadap nilai Q maka

$$\frac{Q}{n^{0,5}} = \frac{3,632}{10^{0,5}} = 1,148$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{kritis}} &= 1,29 \\ Q < Q_{\text{kritis}} &= 1,148 < 1,29 \\ \text{Maka, nilai Q diterima} \end{aligned}$$

Kontrol 99% terhadap nilai R maka

$$\frac{R}{n^{0,5}} = \frac{3,413}{10^{0,5}} = 1,079$$

$$\begin{aligned} R_{\text{kritis}} &= 1,38 \\ R < R_{\text{kritis}} &= 1,079 < 1,38 \\ \text{Maka, nilai R diterima} \end{aligned}$$

### 3.4. Analisa Ketersediaan Air Lokasi Pengambilan Air

Analisa ketersediaan air pada titik lokasi pengambilan air dilakukan menggunakan persamaan metode regional. Sebagai contoh, berikut perhitungan debit ketersediaan air, dihitung besaran debit pada Node 1 bulan Januari periode 1.

- a. Data *Catchment Area* Node 1 dan *Catchment Area* Pos Duga Air Pantai Cermin

$$CA_{\text{Node1}} = 259,558 \text{ km}^2$$

$$CA_{\text{PDA}} = 1716 \text{ km}^2$$

- b. Data Debit Terukur Pos Duga Air

$$Q_{\text{PDA}} = 130,06 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- c. Perbandingan curah hujan rata-rata Node 1 dan PDA.

Curah hujan rata-rata pada setiap node dan PDA yaitu terdapat pada lokasi yang sama. Oleh karena itu, hasil dari perbandingan curah hujan rata-rata tiap node dengan PDA yaitu 1.

- d. Analisis debit ketersediaan air

$$\begin{aligned} Q_{\text{tersedia}} &= \frac{CA_{\text{Node}}}{CA_{\text{PDA}}} \times \frac{MAR_{\text{Node}}}{MAR_{\text{PDA}}} \times Q_{\text{PDA}} \quad (2) \\ Q_{\text{tersedia}} &= \frac{259,558 \text{ km}^2}{1716 \text{ km}^2} \times 1 \times 130,06 \text{ m}^3/\text{det} \\ Q_{\text{tersedia}} &= 19,672 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

### 3.5. Analisa Debit Andalan

Metode yang digunakan dalam perhitungan debit andalan adalah dengan menggunakan metode rangking. Sedangkan, untuk perhitungan probabilitas dengan menggunakan metode *Weibull*. Contoh perhitungan debit andalan pada Node 1 bulan Januari periode 1 diuraikan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Rekapitulasi debit terukur
2. Metode rangking  
Melakukan metode rangking dari nilai terbesar hingga nilai terkecil.
3. Menentukan probabilitas setiap tahun

Berikut contoh perhitungan probabilitas untuk tahun 2011.

$$P = \frac{m - \alpha}{(n + 1 - 2\alpha)} \times 100\%$$

$$P = \frac{1 - 0}{(10 + 1 - 2(0))} \times 100\%$$

$$P = 9,09\%$$

Rekapitulasi hasil perhitungan probabilitas pada setiap tahun pada titik pengambilan air Node 1 untuk Januari periode 1 diuraikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Probabilitas Pada Node 1 Periode Januari 1

No	Tahun	Probabilitas (%)	Q (m <sup>3</sup> /dt) Jan 1
1	2011	9,091	21.990
2	2012	18,182	19.672
3	2013	27,273	15.763
4	2014	36,364	11.959
5	2015	45,455	10.380
6	2016	54,545	9.432
7	2017	63,636	8.460
8	2018	72,727	8.198
9	2019	81,818	8.028
10	2020	90,909	2.375

4. Menentukan presentase debit andalan

Dalam contoh mencari debit andalan 20%, maka melakukan interpolasi urutan data no. 2 dan data no. 3 dengan cara perhitungannya diuraikan sebagai berikut.

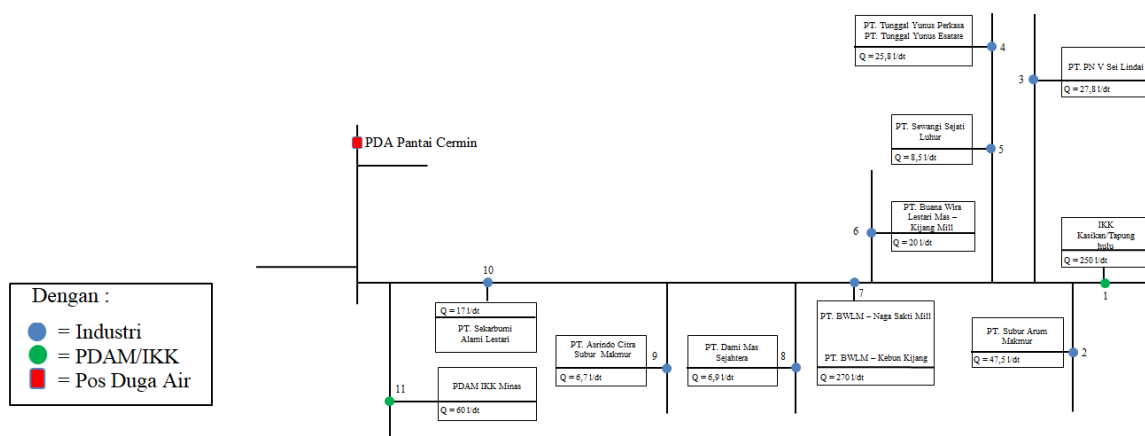
$$\frac{27,273\% - 18,182\%}{27,273\% - 20\%} = \frac{15,763 - 19,672}{15,763 - x}$$

$$x = 18,891 \text{ m}^3/\text{det}$$

3.6. Analisa Kebutuhan Air

Proses analisa kebutuhan air membutuhkan skematisasi sistem tata air pada pemanfaatan Sumber Daya Air (SDA) Tapung Kanan beserta informasi debit pengambilan air. Data analisa kebutuhan air didapatkan Skema Sistem tata air pada pemanfaatan SDA Tapung Kanan serta informasi debit pengambilannya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.

Proses analisa perhitungan jumlah kebutuhan air dilakukan mulai dari hilir ke hulu. Sebagai contoh analisa kebutuhan air, berikut merupakan perhitungan kebutuhan air pada node 1 yaitu kebutuhan air untuk aliran pemeliharaan dan kebutuhan air untuk air rumah tangga pada IKK Kasikan/Tapung hulu. Analisa kebutuhan air pada node 1 dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 5. Skematik Sistem Tata Air DAS Tapung Kanan

### 3.7. Debit Pemeliharaan Air Sungai

Sebagai contoh, perhitungan debit aliran pemeliharaan sungai pada Node 1 periode Januari 1 dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Pemeliharaan Sungai}} &= 5\% \times Q_{80\%} \\ Q_{\text{Pemeliharaan Sungai}} &= 5\% \times 8,062 \text{ m}^3/\text{dt} \\ Q_{\text{Pemeliharaan Sungai}} &= 0,403 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned} \quad (3)$$

### 3.8. Debit Kebutuhan Air Rumah Tangga

Debit kebutuhan air pada node 1 yaitu kebutuhan air untuk air rumah tangga. Pada node 1, air rumah tangga yang memanfaatkan SDA pada DAS Tapung Kanan yaitu IKK Kasikan/Tapung hulu. debit pengambilan yang direkomendasikan oleh Balai Wilayah Sungai Sumatera III yaitu sebesar 0,020 m<sup>3</sup>/det.

### 3.9. Analisa Neraca Air

Analisa neraca air dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi ketersediaan air dalam memenuhi kebutuhan air apakah berada dalam kondisi surplus atau berada dalam kondisi defisit.

#### 3.9.1. Neraca Air Musim Kering

Neraca air musim kering merupakan hubungan antara ketersediaan air musim kering (Q andalan 90%) dan kebutuhan air pada setiap titik pengambilan (node). Dari hasil analisa neraca air didapatkan hasil, terjadi defisit pada node pemanfaatan air DAS Tapung Kanan yakni pada Node 6 dengan perusahaan industri yaitu PT. Buana Wira Lestari Mas-Kijang Mill pada bulan Oktober periode 2.

#### 3.9.2. Neraca Air Musim Normal

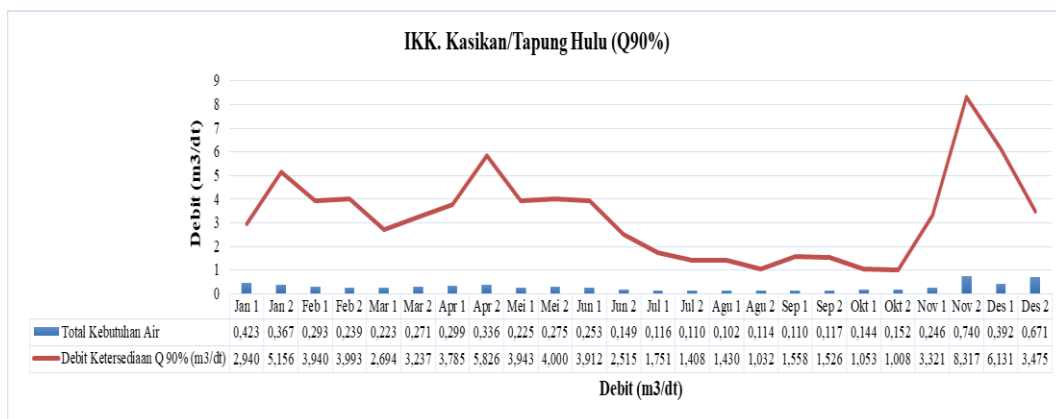
Neraca air musim normal merupakan hubungan antara ketersediaan air musim normal (Q andalan 50%) dan kebutuhan air pada setiap titik pengambilan (node). Hasil analisa neraca air musim normal didapatkan hasil bahwa ketersediaan air mencukupi kebutuhan air pada setiap node.

#### 3.9.3. Neraca Air Musim Basah

Neraca air musim basah merupakan hubungan antara ketersediaan air musim basah (Q andalan 20%) dan kebutuhan air pada setiap titik pengambilan (node). Dari hasil analisa neraca air musim basah, didapatkan hasil bahwa ketersediaan air mencukupi kebutuhan air pada tiap node.

### 3.10. Skema Neraca Air

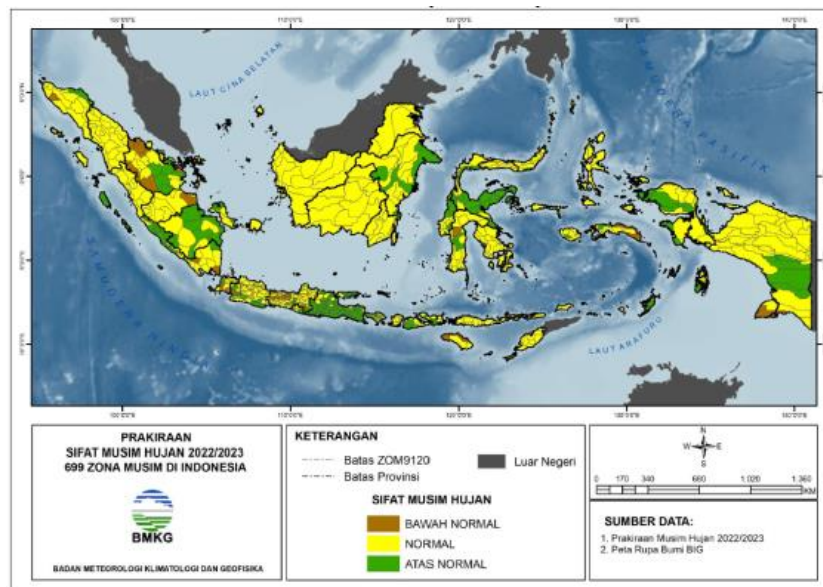
Hasil analisa neraca air pada umumnya dinyatakan dalam sebuah grafik yang didalamnya terdapat garis ketersediaan air dan total kebutuhan air. Contoh grafik neraca air musim kering pada Node 1 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Neraca Air Musim Kering pada Node 1

### 3.11. Rencana Alokasi Air

Rencana skenario alokasi air yang akan ditetapkan, menggunakan prakiraan sifat musim hujan tahun 2022/2023 di Indonesia yang dipublikasikan oleh BMKG yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Prakiraan Sifat Musim Hujan 2022/2023 di Indonesia

Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, 2022

Daerah Tapung Kanan yang terletak pada Kabupaten Kampar termasuk dalam Zona Musim (ZOM) Nomor 81. Berdasarkan data tersebut, diperoleh data yaitu wilayah DAS Tapung Kanan yang berada pada Daerah Tapung, Kabupaten Kampar termasuk dalam sifat musim hujan Normal (N). Oleh karena itu, rencana alokasi air pada DAS Tapung Kanan yang ditetapkan yaitu alokasi air pada kondisi musim normal. Prakiraan sifat musim hujan tahun 2022/2023 pada Daerah Tapung tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.

### 3.12. Rekomendasi Debit Pengambilan

Hasil rencana skenario alokasi air pada DAS Tapung Kanan yaitu menggunakan skenario alokasi air pada kondisi musim normal. Dari hasil analisa neraca air, didapatkan ketersediaan air pada tiap node di musim normal dapat memenuhi debit izin rekomendasi teknis. Selanjutnya, menentukan batas debit pengambilan maksimum pada tiap node untuk tahun 2022/2023.

Berikut merupakan contoh perhitungan rekomendasi debit pengambilan maksimum musim normal pada Node 1 yakni pada IKK Kasikan/Tapung hulu dapat dilihat pada perhitungan berikut.

1. Menentukan skenario musim yang akan digunakan pada tahun 2022/2023.

Skenario musim yang digunakan pada tahun 2022/2023 yaitu skenario musim normal. Oleh karena itu, pada analisa debit pengambilan maksimum menggunakan hasil perhitungan neraca air musim normal.

2. Menentukan debit pengambilan maksimum 2022/2023.

$$Q_{\text{Ketersediaan min. Node 1 Musim Normal}} = 2,455 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{Aliran Pemeliharaan Node 1 Musim Normal}} = 0,082 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{Debit Pengambilan maks. Node 1}} &= Q_{\text{Ketersediaan min.}} - Q_{\text{Aliran Pemeliharaan}} \\ &= 2,455 \text{ m}^3/\text{det} - 0,082 \text{ m}^3/\text{det} \\ &= 2,372 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan rekomendasi debit pengambilan maksimum untuk Node selanjutnya pada DAS Tapung Kanan dapat dilihat pada Tabel 5

Node	INSTANSI/PERUSAHAAN	Debit Pengambilan (m <sup>3</sup> /dt)	
		Izin Rekomtek	Pengambilan Maksimum
1	IKK. Kasikan/Tapung hulu	0,02	2,372
2	PT. Subur Arum Makmur	0,047	0,317
3	PT. PN V Sei Lindai	0,028	0,445
4	PT. Tunggal Yunus Perkasa / PT. Tunggal Yunus Estate	0,028	0,539
5	PT. Sewangi Sejati Luhur	0,008	0,189

---

6	PT. Buana Wira Lestari Mas - Kijang Mill	0,02	0,052
7	PT. BWLM - Naga Sakti Mill / PT. BWLM - Kebun Kijang	0,27	11,005
8	PT. Dami Mas Sejahtera	0,007	0,249
9	PT. Asrindo Citra Subur Makmur	0,007	0,126
10	PT. Sekarbumi Alamilestari	0,017	6,192
11	PDAM IKK Minas	0,06	1,091

---

#### 4. KESIMPULAN

Prakiraan sifat musim hujan tahun 2022/2023 oleh BMKG diperoleh data yaitu wilayah DAS Tapung Kanan termasuk dalam sifat musim Normal. Berdasarkan hasil prakiraan sifat musim hujan tahun 2022/2023 oleh BMKG, maka skenario alokasi air yang digunakan yaitu skenario musim normal. Hasil perhitungan neraca air pada skenario musim normal dan skenario musim basah pada setiap node dinyatakan surplus atau pengalokasian air sudah dapat terpenuhi. Hasil perhitungan neraca air pada skenario musim kering, terjadi defisit pada node pengambilan pemanfaatan air industri yakni pada dan PT. Buana Wira Lestari Mas-Kijang Mill.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [2] Badan Informasi Geospasial. 2022. *DEMNAS*. <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/demnas>
- [3] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2022. *Prakiraan Musim Hujan 2022/2023 di Indonesia*.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum. Standar Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (KP-02). 2013.
- [5] Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 424/KPTS/M/2013 tentang Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Siak.
- [6] Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 39/Menhut-II/2009 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terpadu
- [7] Tim Rekomtek Balai Wilayah Sungai Sumatera III. 2022. *Rekomendasi Teknis Pemanfaatan Sumber Daya Air*.

## SERAT ALAM SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN

### NATURAL FIBER AS AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMPOSITE MATERIAL

Dean Edbert Natanael Siagian<sup>1</sup>, Muhammad Hakiem Sedo Putra<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Program Studi S1 Teknik Material, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri  
Institut Teknologi Sumatera

#### Informasi Artikel

Dikirim, 7 Juli 2023  
Direvisi, 26 Januari 2024  
Diterima, 26 Januari 2024

#### Korespondensi Penulis:

Dean Edbert Natanael Siagian  
Program Studi Teknik Material  
Intsitut Teknologi Sumatera  
JL. Terusan Ryacudu, Way  
Huwi, Kec. Jati Agung, Kab.  
Lampung Selatan,  
Lampung 35365  
Email:  
dean.121360040@student.itera.ac.id

#### ABSTRAK

Serat dalam material diartikan sebagai penguat dimana serat memiliki ukuran yang kecil namun memiliki fleksibilitas yang baik serta kekuatan dalam pembebanan yang tinggi. Dalam segi arah pembebanannya serat memiliki arah pembebanan di berbagai arah. Terdapat beberapa tipe dalam serat salah satunya adalah serat dengan pembauatan dari alam. Serat alam merupakan susunan dari serat alami iniyang didapat dari serat yang biasa ditemukan dalam tumbuhan maupun hewan. Serat alami ini sebagai pengganti serat buatan atau serat rekayasa, faktornya terdapat pada keterbaruan dan ketersediaannya bahan pembuatan yang melimpahjika dibandingkan dengan serat sintetis. beberapa serat alami sebagai bahankomposit ramah lingkungan. Serat alami terdapat beberapa sumber seratnya, seperti serat biji (cotton dan kapok), serat batang (jute, flax, rami, kenaf), dan seratdaun (sisal dan abaca). Dari banyak sumber serat tersebut, hampir semuanya dapatdigunakan sebagai bahan baku komposit. Dari sini dapat diketahui bahan alami apa saja yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan serat dengan proses kimia (sintetik) baik dalam susunan maupun bahannya, serta mengetahui bagaimana sifat yang diberikan dari fleksibilitas, kekuatan, serta ketahanan yang diberikan pada serat alami sehingga mengetahui kelebihan serta kekurangan yang diberikan.

**Kata Kunci :** Serat alami, Komposit, ramah lingkungan

#### ABSTRACT

*Fiber in the material is defined as reinforcement where the fiber has a small size but has good flexibility and strength in high loading. In terms of loading direction, the fiber has a loading direction in various directions. There are several types of fibers, one of which is natural fiber. Natural fiber is an arrangement of these natural fibers obtained from fibers commonly found in plants and animals. These natural fibers as a substitute for artificial or engineered fibers, the factor is in the novelty and availability of abundant manufacturing materials when compared to synthetic fibers. some natural fibers as environmentally friendly composite materials. Natural fibers have several fiber sources, such as seed fibers (cotton and kapok), stem fibers (jute, flax, hemp, kenaf), and leaf fibers (sisal and abaca). Of the many fiber sources, almost all of them can be used as composite raw materials. From this, it can be seen what natural materials can be used as a substitute for fiber materials with chemical processes (synthetic) both in composition and materials, as well as knowing how the properties are given from the flexibility, strength, and resistance given to natural fibers so as to know the advantages and disadvantages given.*

**Keyword :** natural fibers, composites, environmentally friendly

## 1. PENDAHULUAN

Dibalik perkembangan zaman yang semakin modern, telah terdapat berbagai inovasi material yang terus dikembangkan agar terciptanya suatu material yang ringan, kuat, berkualitas, terjangkau dalam segi biaya, serta mudah didapat pada masa ini sekarang sudah adanya perkembangan material komposit. Material komposit merupakan pencampuran dari dua atau lebih material yang berbeda lalu dikombinasikan dari gabungan antara serat dan matriks guna memperoleh sifat mekanis yang lebih baik. Serat dalam material diartikan sebagai penguat dimana serat memiliki ukuran yang kecil namun memiliki fleksibilitas yang baik serta kekuatan dalam pembebanan yang tinggi. Dalam segi arah pembebanannya serat memiliki arah pembebanan di berbagai arah. Terdapat beberapa tipe dalam serat salah satunya adalah serat dengan pembuatan dari alam. Serat alam merupakan susunan dari serat alami ini yang didapat dari serat yang biasa ditemukan dalam tumbuhan maupun hewan.

Serat alam merupakan alternatif filter komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintetis mudah didapatkan dengan harga yang murah, mudah diproses, densitasnya rendah, serta ramah lingkungan.

Jika di bandingkan antara serat alam dengan serat sintetis diperoleh dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui seperti serat kayu, serat tandan buah kelapa sawit, serat rami, serat sisal, serat bambu, serat pisang dan lain sebagainya. Sedangkan serat buatan (sintetis) diperoleh bahan baku dari proses kimia seperti serat boron, serat karbon atau serat grafit, serat gelas, serat alumina, serat aramid, dan serat sikon karbida. Dalam membuat material dengan bahan terbuat dan terbentuk seperti di alam maka material memiliki biaya yang jauh lebih murah dan ramah lingkungan.

Penelitian dan inovasi dalam bidang komposit sudah mengalami perkembangan yang pesat. Hal ini dikarenakan fungsi dari komposit yang memiliki kelebihan yang sangat banyak jika dibandingkan dengan material lain serta material komposit mungkin akan dapat menggantikan material lain. Komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari dua paduan atau lebih material sehingga terbentuk menjadi material yang memiliki sifat yang tergabung yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dari material pembentuknya [1].

Pada serat sendiri biasanya bersifat elastis, mempunyai kekuatan tarik yang baik, namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi sedangkan matriks biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Serat berfungsi sebagai penguat dan menyebabkan meningkatnya kekuatan tarik dan kekakuan. Dalam ketentuan untuk memilih penguat serat yang cocok terdiri dari perpanjangan pada serat, stabilitas termal atau stabil dalam menangani temperatur, adhesi serat dan matriks, perilaku dinamis, pemakaian yang jangka panjang, dan harga serta biaya pemrosesan [2, 4].

Serat sendiri terbagi menjadi 2 bagian yaitu serat alami dan serat sintetis. Jika dibandingkan diantara kedua serat, serat sintetis ini memiliki banyak kekurangan terutama dalam masalah lingkungan yang dimana bahan dari serat sintesis menggunakan polyester yang merupakan plastik dan produk sampingan dari minyak bumi [2].

Sedangkan pada serat alami merupakan material yang cocok sebagian pengganti serat buatan atau serat rekayasa, faktor yang mempengaruhinya terdapat pada keterbaruan dan ketersediaannya bahan pembuatan yang melimpah jika dibandingkan dengan serat sintetis. Serat alami menawarkan berbagai keunggulan seperti nilai massa jenis rendah, sumber daya melimpah dan beberapa serat yang diambil dari daun tanaman seperti: nanas, sisal dan abaka. Serat alami, sebagai pengganti serat yang direkayasa, telah menjadi salah satu yang paling banyak diteliti selama beberapa tahun terakhir. Ini karena sifat-sifat yang melekat, seperti biodegradabilitas, keterbaruan dan ketersediaannya yang melimpah jika dibandingkan dengan serat sintetis [5].

Serat alami telah banyak memperoleh perhatian sebagai alternatif pengganti untuk serat sintetis, sebagai penguat berbagai resin untuk aplikasi komposit karena sifat-sifatnya, seperti: kepadatan rendah, kekuatan spesifik tinggi dan terbarukan, berkelanjutan, dan ramah lingkungan [6].

Dalam pemrosesan dan penelitian yang dilakukan terdapat hal yang unik yaitu karakter hidrofilik mereka menghasilkan penyerapan air yang tinggi, adhesi antar-muka matriks-serat yang buruk dan dispersi serat yang buruk. Kesadaran lingkungan telah menarik para peneliti untuk membuat komposit baru dengan lebih dari satu penguatan sumber daya alam melalui hibridisasi. Hibridisasi melibatkan kombinasi bahan pengisi dan serat alami yang menghasilkan peningkatan sifat mekanik komposit [7].

Serat alami sangat ringan jika dibandingkan dengan serat sintetis. Bahan komposit polimer sintetis dapat digantikan oleh bahan komposit serat alami karena kekuatan dan modulus spesifik tinggi, ketersediaan, biaya rendah, ringan, dapat didaur ulang, biodegradabilitas, tidak adanya bahaya kesehatan dan sifat non-abrasif. Komposit menggunakan serat alami dan resin berbasis bio diperkirakan akan berkembang eksplisif dalam beberapa tahun mendatang [8].

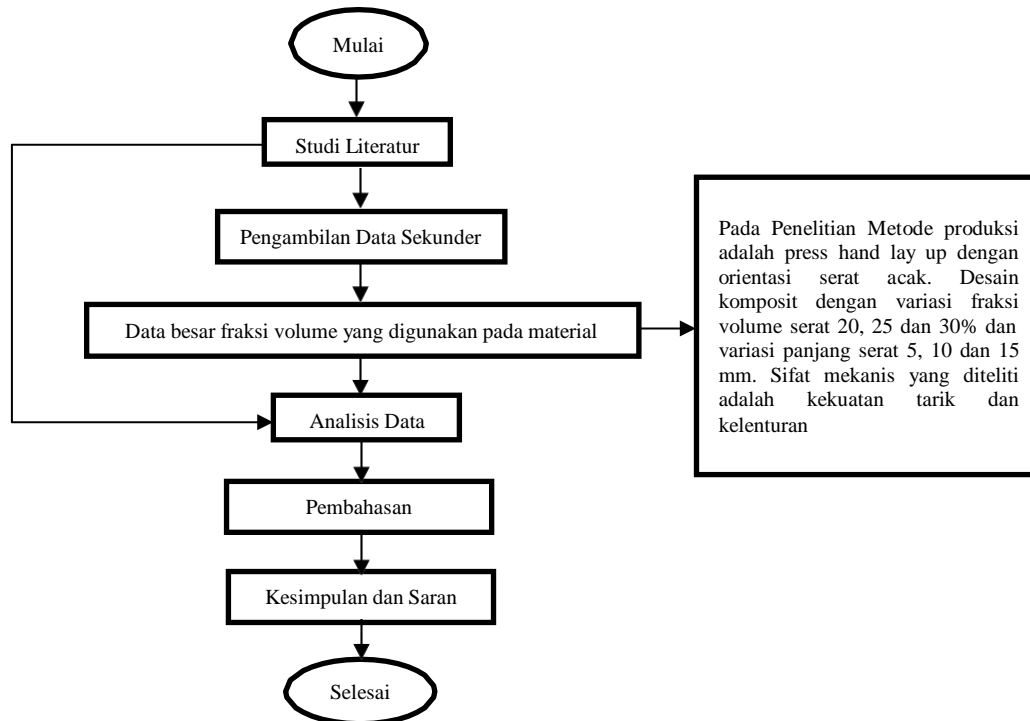
Dari sini dapat diketahui bahan alami apa saja yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan serat dengan proses kimia (sintetik) baik dalam susunan maupun bahannya, serta mengetahui bagaimana sifat yang diberikan dari fleksibilitas, kekuatan, serta ketahanan yang diberikan padaserat alami sehingga mengetahui kelebihan serta kekurangan yang diberikan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu berupa data sekunder berupa literatur tema penelitian yang serupa serta mengumpulkan sumber-sumber tanaman yang bisa dijadikan sebagai bahan serat

### 2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir pengujian serat

### 2.3. Penjelasan Penelitian

Untuk mencapai tujuan penulisan artikel ini, dilakukan penelusuran literatur dengan menggunakan berbagai sumber. Pencarian sumber pustaka utama dilakukan melalui mesin pencarian seperti google scholar, cendekia dansinta. Yang dimana dalam pencariannya berdasarkan penelitian dalam penelitian dasar, sebagian besar referensi dipilih dari artikel yang terbit dari penerbit terindeks. Keseluruhan penelitian berdasarkan kuantitatif, merupakan rujukan dari sumber primer. Artikel dari jurnal nasional maupun referensi lain dipilih berdasarkan kesesuaian dengan tema kajian literatur.

Dari sumber jurnal yang didapat terdapat pengujian yang dilakukan dalam menentukan hasil dari sifat komposit yang didapat. Alat yang digunakan untuk mengetahui sifat dari serat alami adalah mesin uji tarik universal testing machine. Serta terdapat beberapa pengujian yang dilakukan untuk menentukan kekuatan serta ketahanan dalam serat komposit terdiri dari, uji tarik dan uji dampak.

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu material dengan cara memberikan gaya yang searah, serta dalam pengujian ini ukuran material uji tarik sesuai dengan ukuran standar.

Sedangkan dalam uji dampak adalah pengujian dengan pembebanan yang cepat (rapid loading), dengan kata lain pembebanan yang diberikan dilakukan hingga material uji mengalami perpatahan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

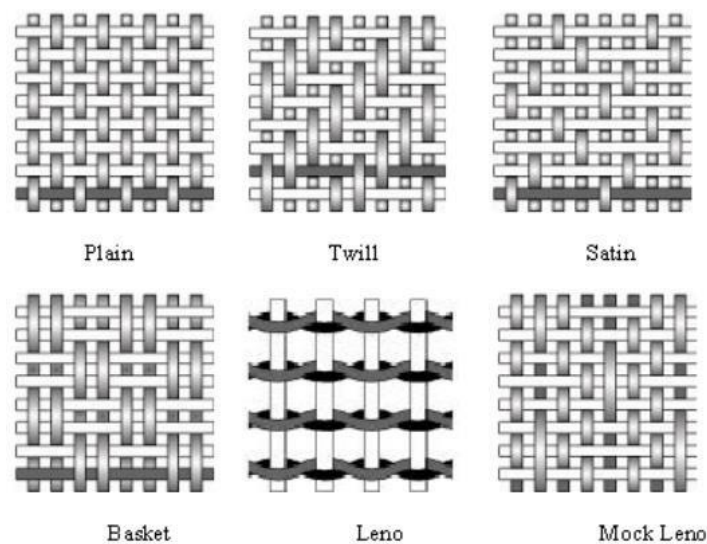
Kesadaran lingkungan telah menarik para peneliti untuk membuat komposit baru dengan lebih dari satu penguatan sumber daya alam melalui hibridisasi. Hibridisasi melibatkan kombinasi bahan pengisi dan serat alami yang menghasilkan peningkatan sifat mekanik komposit. Banyak serat bermanfaat telah diperoleh dari berbagai bagian tanaman termasuk daun, batang (serat kulit pohon), buah-buahan dan biji-bijian. Dimensi geometris serat ini, terutama panjang serat tergantung terutama pada lokasi serat dalam tanaman. Serat alami adalah bahan yang berkelanjutan yang mudah tersedia di alam dan memiliki keunggulan seperti berbiaya rendah, ringan, terbarukan,

biodegradabilitas, dan sifat spesifik yang tinggi. Beberapa tanaman serat yang banyak digunakan untuk tekstil dan sejenisnya.

Tabel 1. sifat serat alami [9]

Serat	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Tensile strength (MPa)	Young's modulus (GPa)	Elongation at break (%)
Jute	1.23	325-770	37.5-55	2.5
Flax	1.38	700-1000	60-70	2.3
Hemp	1.35	530-1110	45	3
Ramie	1.44	915	23	3.7
Banana	1.35	721.5-910	29	2
Pineapple	1.5	1020-1600	71	0.8
Kenaf	1.2	745-930	41	1.6
Coir	1.2	140.5-175	6	27.5
Sisal	1.2	460-855	15.5	8
Abaca	1.5	410-810	41	3.4
Cotton	1.21	250-500	6-10	7

Tekstil komposit dengan bahan penguat terdiri dari berbagai bahan penguat dalam bentuk preform tekstil yang dapat dibentuk oleh bahan bukan tenunan, anyaman atau rajutan. Untuk memilih teknologi optimal untuk menyiapkan preform tekstil, perlu dipertimbangkan kekuatan dan kelemahan masing-masing teknologi. Metode yang berbeda digunakan untuk memperoleh struktur komposit menanamkan bahan penguat (anyaman tekstil) ke dalam matriks, yang dapat berupa zat makromolekul atau larutan koloid atau suspensi dengan sifat koagulasi; konsolidasi bahan dasar dengan cara memanaskan (curing) lapisan, menghasilkan laminasi. Pada pembentukan anyaman tekstil ini dilakukan proses *lay-up* ini digunakan pada skala industri untuk pembuatan komposit serat dalam infiltrasi resin antar lapisan.



Gambar 2. bentuk anyaman/pengikat serat pada komposit

Komposit pada serat alami telah menunjukkan potensi besar dalam otomotif sebagai bagian-bagian tubuh, perabot rumah tangga, pengemasan makanan, pertanian, bangunan biomedis, dan aplikasi residensial. Serat alami dapat dicampur dengan serat alami lainnya dan juga dapat dimasukkan ke dalam matriks polimer untuk membentuk komposit hibrida. Komposit struktural tekstil digunakan dalam berbagai aplikasi kinerja tinggi. Hali ini dikarenakan serat yang dibuat diperkuat oleh proses tekstil tenun, menjahit dan rajutan ditemukan memiliki potensi luar biasa untuk meningkatkan kinerja struktur komposit dan mengurangi biaya pembuatannya. Aplikasi yang digunakan saat ini dari adalah metode komposit tiga dimensi.

Sebenarnya Indonesia sebagai Negara dengan berbagai keragaman hayati yang luas memiliki peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam sebagai penguat material komposit. Karena sifat kekuatan serat alam ini bervariasi maka pemanfaatannya akan bervariasi mulai dari bahan komposit untuk penggunaan yang ringan dan tidak terlalu memerlukan kekuatan tinggi sampai bahan komposit untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa pada serat terdapat 2 macam yang terdiri dari serat alam dan serat sintetik yang dimana serat alam sendiri dari sumber terbarukan menawarkan potensi sebagai alternatif bahan penguat baik dari susunan dan arah seratnya yang menyerupai alam seperti eceng gondok serta tunas pisang, sedangkan pada serat sintesis menggunakan polyester yang merupakan plastik dan produk sampingan dari minyak bumi. Pada serat alami merupakan material yang cocok sebagai pengganti serat buatan atau serat rekayasa, faktor yang mempengaruhinya terdapat pada keterbaruan dan ketersediaannya bahan pembuatan yang melimpah jika dibandingkan dengan serat sintetis. Dalam menentukan kekuatan dan ketahanan pada material komposit dilakukan pengujian pada material terdiri dari uji tarik yaitu menguji kekuatan suatu material dengan cara memberikan gaya yang searah, dan uji impak yaitu pengujian dengan pembebanan tidak terukur hingga material mengalami perpatahan. Terdapat kriteria dalam memilih penguat serat alam yang cocok terdiri dari perpanjangan pada serat, stabilitas termal atau stabil dalam menangani temperatur, adhesi serat dan matriks, perilaku dinamis, pemakaian yang jangka panjang, dan harga serta biaya pemrosesan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Manurung, S. Simanjuntak, J. Sembiring, E. Candra, R. A. M. Napitupulu dan S. Sihombing, "Analisa Kekuatan Bahan Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Menggunakan Resin Polyester Dengan Memvariasikan Susunan Serat Secara Acak Dan Lurus Memanjang," SJoME, vol. II, no. 1, pp. 28-35, 202
- [2] I. M. Astika, I. P. Lokantara dan I. M. G. Karohika, "Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa," Jurnal Energi dan Manufaktur, vol. VI, no. 2, pp. 95-202, 2013.
- [3] Sulardjaka dan R. I. Sri Nugroho, "Peningkatan Kekuatan Sifat Mekanis Komposit Serat Alam menggunakan Serat Enceng Gondok," Jurnal TEKNIK, vol. XLI, no. 1, pp. 27-39, 2020.
- [4] Rodiawan, Suhdi dan F. Rosa, "Analisa Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik," Jurnal Teknik Mesin, vol. V, no. 1, pp. 39-43, 2016.
- [5] Kiruthika. A., "A review on physico-mechanical properties of bast fibre reinforced polymer composites", Journal of Building Engineering, vol. IX, pp. 91-99, 2017.
- [6] Gurunathan T, Mohanty S, Nayak S. K, "A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, vol. LXXVII, pp. 1-25, 2015.
- [7] Khan, M. A., Hassan, M. M., dan Drzal, L. T, "Effect of 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) on the mechanical and thermal properties of jute- polycarbonate composite", Compos. Part A Appl. Sci. Manufact, vol. XXXVI, pp. 71-81, 2005
- [8] Borba, P. M., Tedesco, A., dan Lenz, D. M, "Effect of reinforcement nanoparticles addition on mechanical properties of SBS/curauá fiber composites", Mater. Res, vol, XVII, pp. 412-419, 2013.
- [9] Pandey, J. K., Ahn, S. H., Lee, C. S., Mohanty, A. K., dan Misra, M., "Recent advances in the application of natural fiber based composites", Macro Mater Eng., vol. 295, pp. 975-989, 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)

