



JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING & INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY

Published by :



Indonesian Society of
Applied Science (ISAS)



**JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING AND
INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY (JACEIT)**

Indonesian Society of Applied Science (ISAS)

<https://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>

Volume 5, Nomor 1, Agustus 2024

e-ISSN. 2723-5378

**JOURNAL OF APPLIED CIVIL ENGINEERING AND
INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY
(JACEIT)**

<https://journal.isas.or.id/index.php/JACEIT>

VOLUME 5, NOMOR 1, AGUSTUS 2024

E-ISSN. 2723-5378

DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.52158/](https://doi.org/10.52158/)



Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT) adalah sebuah jurnal *blind peer review* yang didedikasikan untuk publikasi hasil penelitian yang berkualitas dalam bidang ilmu Teknik Sipil dan Rekayasa Infrastruktur namun tak terbatas secara implisit. Semua publikasi di junal JACEIT bersifat akses terbuka yang memungkinkan artikel tersedia secara bebas online tanpa berlangganan apapun.

Penerbit

Indonesian Society of Applied Science (ISAS)

Alamat Redaksi

Jl. Raya ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

Email: jaceit@isas.or.id; jaceit.isas@gmail.com



Indonesian Society of Applied Science

Office: Kampus Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111.

Phone: +6281234302724, +6287859160488

ISAS

The Biggest Applied Science Society in Indonesia

<https://isas.or.id>

humas@isas.or.id



SAMBUTAN EDITOR

Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT) merupakan jurnal ilmiah yang dikelola dan dipublikasikan oleh **Indonesian Society of Applied Science (ISAS)**, yang merupakan suatu perkumpulan dari konsorsium Pusat/Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri se-Indonesia yang berbadan hukum dari Keputusan Menteri dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia **Nomor AHU-0011316.AH.01.07 Tahun 2019** pada tanggal 8 November 2019.

JACEIT terbit sejak Agustus 2020 dengan ISSN Online 2723-5378, SK LIPI Nomor. 0005.27235378/JI.3.1/SK.ISSN/2020.08 Tanggal 6 Agustus 2020. **JACEIT** diterbitkan dua kali dalam setahun yaitu Bulan Agustus dan Desember. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT)* merupakan jurnal ilmiah dengan ruang lingkup bidang teknik sipil antara lain bidang struktur, manajemen konstruksi, geoteknik, hidroteknik, material maju, pemetaan/geomatika/ sistem informasi geografis, teknik lingkungan, transportasi dan rekayasa teknologi infrastruktur. **JACEIT** juga sudah terindeks **Google Scholar, ROAD, Crossref, WorldCat, One Search, Dimensions dan GARUDA**. **JACEIT** memiliki DOI: <https://doi.org/10.52158/>. Kami akan terus berupaya dalam meningkatkan lembaga pengindeks agar dapat meningkatkan *impact factor* OJS **JACEIT**.

Pada Volume 5 No. 1, Agustus 2024 ini terdiri atas 6 artikel dengan 21 penulis yang berasal dari 3 perguruan tinggi di Indonesia, yaitu Universitas Ibn Khaldun Bogor, Politeknik Negeri Lampung, dan Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.

Penerbitan Jurnal ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, terutama ucapan terima kasih kami sampaikan kepada para editor dan reviewer yang sudah rela bekerja keras dalam me-review manuskrip hingga layak publish di Jurnal ini. Kami juga mengapresiasi para peneliti dan praktisi yang sudah menjadikan Jurnal **JACEIT** sebagai media untuk publikasi hasil penelitiannya. Membutuhkan usaha lebih keras untuk mendapatkan *submission paper* dari kalangan akademisi dari berbagai Perguruan Tinggi Negeri ataupun Swasta. Diharapkan ada suatu kesediaan kerjasama diantara para editor jurnal di Indonesia dalam *sharing* artikel ilmiah, sehingga bisa memperkaya keilmuan bidang khususnya bidang Teknik Sipil di dalam terbitan Jurnal kami kedepannya.

Semoga manuskrip di Jurnal **JACEIT** dapat menambah khazanah keilmuan dan wawasan ilmiah, khususnya dalam bidang Teknik Sipil. Kritik dan saran membangun tetap kami harapkan untuk perbaikan Jurnal ini.

Banyuwangi, 1 Maret 2024

Ketua Dewan Redaksi,

Cand. Dr. Zulis Erwanto, S.T., M.T.





DAFTAR ISI TERBITAN

No.	Judul – Penulis	Halaman
1	Analysis of Types of Flexible Pavement Damage Using the Pavement Condition Index Method <i>Dicky Novianto, Rulhendri, Nurul Chayati</i>	01-06
2	Studi Penentuan Tarif untuk Buy the Service Trans Pakuan Koridor 1 dengan Metode Ability to Pay dan Willingness to Pay <i>Ahmad Kafa Adani, Tedy Murtejo, Nurul Chayati</i>	07-14
3	Evaluasi Response Time Transportation Emergency dalam Bencana Kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah <i>Adrianto Fahrizal Nugraha, Tedy Murtedjo, Alimuddin</i>	15-23
4	Studi Perencanaan Fasilitas Integrasi Moda Pada Terminal Baranangsiang Kota Bogor <i>Risma Amalia Fajar, Tedy Murtedjo, Rulhendri</i>	24-30
5	Inovasi Beton Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Kaca dan Plastik PET <i>Deni Ramadhan, Ismail Wahyudi, Alfiana Afiah, Gusti Putu Febri Arcana, Muhammad Rizky, Kelik Istanto</i>	31-36
6	Daur Ulang Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dan Abu Terbang (Fly Ash) Menjadi Paving Block <i>Vina Lestari Riyandini, Hendri Sawir, Syukri Ilham</i>	37-41





Analysis of Types of Flexible Pavement Damage Using the Pavement Condition Index Method

Dicky Novianto¹, Rulhendri², Nurul Chayati³

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun

¹dickynovianto74531@gmail.com, ²rulhendri@ft.uika-bogor.ac.id, ³nurul.chayati@uika-bogor.ac.id

Abstract

Roads are land transportation infrastructure that is very important in facilitating economic relations and other social activities. If road damage occurs, it will not only result in the obstruction of other economic and social activities but can also cause accidents for road users. The aim of this research is to explain the types of damage to the surface layer of flexible pavement and to find out the index value of the pavement condition index for Jalan Kreteg-Lebak Jaya based on the PCI (Pavement Condition Index) method so that the results can be used in preparing road maintenance programs. The results of this research in segment 1 showed 4 types of damage, namely edge cracks, patches, holes, weathering, and loose granules, with a PCI value of 22, very poor pavement conditions using this type of treatment. reconstruction/recycling. In segment 2, there were 4 types of damage, namely edge cracks, patches, holes, weathering, and loose granules with a PCI value of 26 in poor pavement conditions using the type of reconstruction or recycling treatment. In segment 3, there were 3 types of damage: holes, slip cracks, weathering, and loose granules with a PCI value of 46. Fair pavement conditions using reconstruction or recycling treatment in segment 4, there were 4 types of damage, namely crocodile skin cracks, edge cracks, holes, weathering, and loose granules, with a PCI value of 29 for poor pavement conditions using the type of reconstruction or recycling treatment.

Keywords: road, flexible pavement, damage, value, index

Editor's Acceptance: 2023-07-24 | Completed Revision: 2023-09-21 | Published Online: 2024-03-01

1 Introduction

The road is a land transportation infrastructure that is very important in facilitating the activities of economic relations and other social activities. However, if there is damage to the road, it will not only hinder other economic and social activities but can cause accidents for road users. For comfort and safety for the driver, the road must be supported by good pavement [1].

Based on Law of the Republic of Indonesia Number 2 of 2022, Article 1 Paragraph (1) explains that roads are land transportation infrastructure that includes all parts of the road, including connecting buildings, complementary buildings, and equipment intended for traffic, which are at ground level, above the ground surface below the ground surface, and/or above the water surface, except for railways, truck roads, and cable roads [2].

Flexible pavement is an element in transportation that is used as a place to facilitate economic activities in moving passengers and goods from one area to another [3]

Pavement characteristics are special properties of pavement that can determine whether the quality of the

pavement is good or bad. The characteristics of good pavement are that it can provide services to the planned traffic, both in terms of strength, durability, and comfort. Characteristics cannot be separated from the quality of the constituent materials, especially during the manufacturing process. The characteristics that flexible pavement must have are as follows [4]:

- (1). Stability,
- (2). Durability,
- (3). Flexibility,
- (4). Skid resistance,
- (5). Waterproof,
- (6) workability.

The research location is located on the Kreteg-Lebak Jaya road, Bogor district, West Java Province. The road itself was only repaired about a year ago through the Bogor Regency Public Works Department with APBD funds for the 2022 fiscal year, but currently several points on the Kreteg-Lebak Jaya road in Bogor Regency, West Java Province, have experienced damage again. Damage to the road on the Kreteg-Lebak Jaya road, Bogor Regency, West Java Province, can hinder travel and potentially cause accidents due to several collapsed roads and the high surface of the Jembul road. This can be influenced by several factors, including traffic growth that does not match predictions, traffic loads that exceed limits (overloading), poor subgrade conditions,



inappropriate materials used, environmental factors, and implementation that is not in accordance with planning. There are various types of damage that can occur on flexible pavement; therefore, research is needed to determine the condition of the road surface by making visual observations.

The research was carried out along a 400-meter stretch of the Kreteg-Lebak Jaya road. Research on types of damage was carried out on flexible pavement surfaces. The method for assessing the condition of flexible pavement surface damage uses the pavement condition index (PCI) method.

The aim of this research is to identify the type of damage that exists on the flexible pavement surface layer on the Kreteg-Lebak Jaya road, Bogor Regency, and calculate the value of road damage using the pavement condition index (PCI) method and repair handling solutions.

The previous researcher, research on road pavement condition analysis using the PCI method in Sukolilo District, Surabaya City, East Java Province. The research location is in Sukokilo District, Jl. Nginden Semolo, Jl. Raya Nginden, Jl. Raya ITS, Jl. Semolowaru, and Jl. Arif Rahman Hakim. Surabaya has an area of around 350.54 km² and a population of 2,765,487 people (in 2018). The city of Surabaya consists of 31 sub-districts and 163 sub-districts. Because the population continues to increase, this will certainly have an impact, one of which is that traffic volume can affect the strength and planned life of the pavement structure. The aim of the research is to determine the condition of the pavement on secondary arterial roads in Sukolilo District using the PCI method, along with maintenance treatment and the costs required for maintenance treatment. From the results of a survey of secondary arterial roads in Sukolilo District, the following conditions were obtained: The condition of Jl. Nginden Semolo is perfect with a PCI score of 83; the condition of Jalan Raya Nginden is perfect with a PCI score of 97; the condition of Jalan Raya ITS is perfect with a PCI score of 95; the condition of Jalan Semolowaru is perfect with a PCI score of 99; and the condition of Jalan Arif Rahman Hakim is average, though the average is very good with a PCI value of 74 [5]. Research on the analysis of road damage repair Using the PCI Method (Case Study: Jln. Babat-Batas Jln. Kab. Jombang Sta. 10+Sta. 25) Roads are transportation infrastructure that plays a very important role in traffic flow. When a road section is damaged, it will have a significant impact on traffic flow. Road damage can be analyzed to determine the causes of its occurrence and alternative solutions. This research aims to determine the types of road damage and the condition of the road pavement so that we can determine how to repair it, calculate the required budget, and calculate losses due to increased vehicle operational costs. The method used in this research is the pavement condition index (PCI) method. The results of the damage to Jalan Babat and Jalan Kab, Jombang STA 10+000–25+000 The PCI value for this section is 92.1, with good

condition based on the rating. Types of maintenance that can be carried out to improve the level of road service according to road development on these road sections are local asphalt coating, filling cracks, patching holes, and leveling, while the types of work include latasir, filler, infiltration layer with liquid asphalt, worn layer laston, and cold asphalt mix. The total budget required to handle the damage is IDR 147,621,328.36 [6]. Research on road damage analysis using the Highways and Pavement Condition Index (PCI) method. The research location is Jl. Raya Denpasar-Gilimanuk, Tabanan Regency, Bali Province. Denpasar Gilimanuk Highway, Tabanan Regency, Bali, is a national road that connects Tabanan Regency to Gilimanuk. This road is the main access point for public transportation, such as inter-city buses. This road section also plays an important role in economic access in Tabanan Regency. This can be seen from the fairly dense traffic volume on the road every day. However, this also results in the condition of the road surface decreasing because the load received by the road is quite high. Road damage has several factors, including the load from traffic volume and the natural conditions around the road section. The aim of the research is to evaluate the level of road damage using the PCI method and the 1990 Bina Marga method. Planning the additional layer thickness using the SKBI Component Analysis method (2.3.26.1987) The results of the research showed that the types of damage found in the PCI method were more numerous and varied compared to the Bina Marga method [7]. Research on damage analysis of flexible road pavement using the pavement condition index (PCI) method (case study: Jalan Dusun Batu Alang, Sumbawa). The research location is Jl. Batu Alang Hamlet, Sumbawa. Roads are land transportation infrastructure that is often used by the community as a connection between one place and another. Road conditions have an influence on speeding up the smooth and safe mobilization of goods and services. However, as time goes by, the population becomes denser, causing drivers on these roads to become uncontrolled, which results in higher traffic volumes. Roads that are burdened with traffic volumes that exceed capacity affect the quality of the road, resulting in damage to the road. The aim of the research is to identify the types of damage that occur on the Batu Alang Hamlet road to the Sumbawa University of Technology campus as well as repair solutions for any damaged road pavement. The results of the research showed that some damage was severe enough to require reconstruction, and some required other maintenance [8]. Research on evaluating the level of road damage on the surface layer of the Tegar Beriman road in Bogor Regency. This research uses the pavement condition index (PCI) method. Roads are one of the land transportation infrastructures used to support vehicle traffic. Basically, road pavement life planning is adjusted to existing traffic conditions and needs and generally designed within a period of 10–20 years ([9]; [10]; [11]). If, in reality, the existing road is damaged

before the first 5 years, then it is certain that the road will experience big problems in the future. So it is necessary to carry out initial research on the condition of the road surface, namely by carrying out a visual survey, which means looking at and analyzing the damage based on the type and level of damage to be used in basic maintenance activities for repairing the Tegar Beriman road. The results of evaluating the condition of the Tegar Beriman road, fast lane and slow, are for the slow lane, which has a level of damage with a lower PCI value with a rating of 71.8 (very good) and the fast lane, 81.4 (very good). From the results of this rating, it means that the slow lane has a higher level of damage. The follow-up plan obtained to overcome the dominant type of damage is patching at all depths, crack closure, and demolition [12, 13].

2 Research Methods

2.1 Place and Time

The research location is located on the Kreteg-Lebak Jaya road section in Bogor Regency, West Java Province. The research was carried out for one month in May 2023. Based on the 2018 Bogor Regent's Decree, the Kreteg-Lebak Jaya road section is categorized as a district road, no. section 01.22.208 [14]. The location selection took a 400-meter sample from STA 0+674 to STA 1+074 lane to represent the 1,074-kilometer-long Kreteg-Lebak Jaya road, Bogor Regency.

2.2 Tools and materials

The tools required consist of:

- 1) A push meter is used to measure the length of the road under study.
- 2) Roll meter, used to measure the width of the damage and the width of the road.
- 3) Stationery, used for writing, namely a pen or ballpoint. 35.
- 4) Form (working paper), used as a data collection tool.
- 5) Board or hard board, used as a tool for writing.
- 6) Mobile camera, used for the documentation process.
- 7) Pilocx is used to mark each STA.

The materials used are primary data, namely data obtained by direct observation and measurement in the field in the form of:

- 1) Picture the types of damage.
- 2) Dimensional data for each road damage.
- 3) Road length and width data.

This implementation method contains data collection activities, how to discuss problems, and how to make decisions based on the results. In this method, when carrying out case studies, there are several ways, including:

- 1) Analyze the condition of the road's damage.
- 2) Repair solutions for handling road damage.

The research flow diagram is shown in Figure 1.

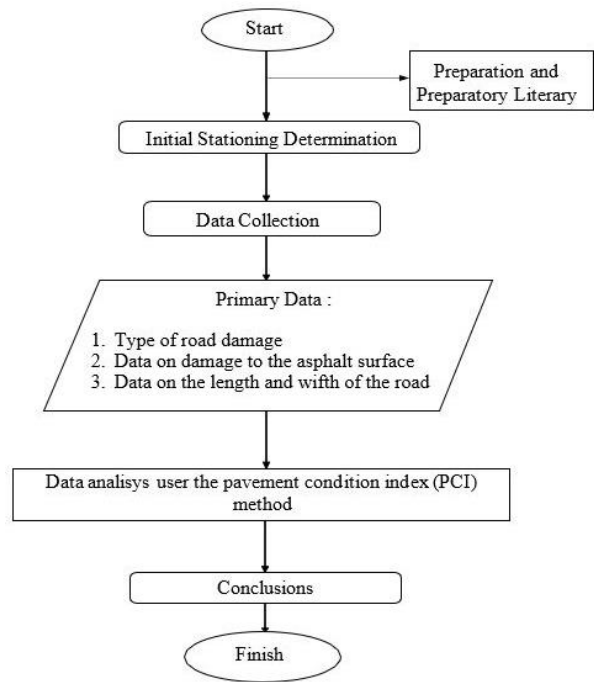


Figure 1 Research flow diagram

3 Results and Discussion

3.1 Identify the types of damage that occur on the Kreteg-Lebak Jaya road, Bogor Regency.

Based on data obtained from primary data in the form of research location plans, types and dimensions of damage on the Kreteg – Lebak Jaya road, Bogor Regency, STA 0+674 – STA 1+074, the condition of the Kreteg – Lebak Jaya road, Bogor Regency, starts from STA 0+ 674 – STA 1+074. The condition of the road sections is shown in Table 4.1.

Roads	Road Length	The width of the road	STA	Pavement Type
Jalan Kreteg-Lebak Jaya, Bogor Regency	1,074 km	5 m	0+674 - 1+074	Flexible pavement

Based on Table 1, the next division is carried out first for each segment by means of an observation survey carried out directly or visually in the field and dividing each segment of pavement damage by 100 meters. The division into each segment is shown in Figure 2.

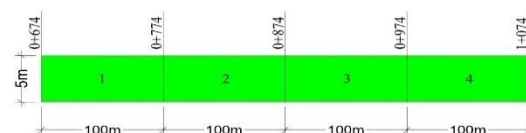


Figure 2 Division into each segment

3.2 Calculating the value of road damage using the PCI method.

Table 2 Data on type, dimensions, and level of damage in segment 1

No	STA(m)	Damage Type	Damage Level	Size			Ad (m ²)
				P (m)	L (m)	A (m ²)	
1		Edge crack	H		7		7
2		Patch	L	1.2	1	1.2	2.4
3		Patch	L	1.2	1	1.2	
4		Potholes	H			19	
5		Potholes	H			1.1	
6		Potholes	H			3.1	
7		Potholes	H			0.1	24
8		Potholes	H			0.3	
9		Potholes	H			0.1	
10		Potholes	H			0.1	
11		Potholes	H			0.2	
12	0+674 s.d 0+774.	weathering and raveling	L	4	3.2	12.8	30.3
13		weathering and raveling	L	5	3.5	17.5	
14		weathering and raveling	M	3.9	3	11.7	11.7
15		weathering and raveling	H	4.5	3.2	14.4	
16		weathering and raveling	H	4	2.5	10	24.4

Information:

P = length of damage

L = width of damage

A = Area of damage

Ad = total area of damage based on type of damage in 1 segment

Based on Figure 1, Table 1, and Table 2, which were obtained from an observation survey and used as examples of calculations using the pavement condition index (PCI) method, calculations were then carried out to obtain values for density, deduct value (DV), total deduct value (TDV), reduction (q), corrected deduct value (CDV), and final pavement condition index (PCI) values as follows:

3.2.1 Looking for the percentage of damage (density) Is known:

Road width = 5 m

Length of each segment = 100 m

as (5m x 100m) = 500 m²

Calculation of density based on equation 2.1 shows:

Edge cracking damage

With a high level of damage (H)

ad = 7 m²

as = 500 m²

Density = 7 / 500 x 100% = 1.4%

Damage to utility excavation patches and patches (patching & utility cut patching)

With a low level of damage (L)

ad = 2.4 m²

as = 500 m²

Density = 2.4 / 500 x 100% = 0.5%

Pothole damage

With a low level of damage (L)

ad = 2.4 m²

as = 500 m²

Density = 24 / 500 x 100% = 4.8%

Weathering damage and loose granules (weathering and raveling)

With a low level of damage (L)

ad = 30.3 m²

as = 500 m²

Density = 30.3 / 500 x 100% = 6.1%

With medium damage level (M)

ad = 11.7 m²

as = 500 m²

Density = 11.7 / 500 x 100% = 2.3%

With a high level of damage (H)

ad = 11.7 m²

as = 500 m²

Density = 24.4 / 500 x 100% = 4.9%

3.2.2 Determining the deduct value (DV)

a. Edge cracking damage

Based on the calculation of the density value above and plotted or entered into the deduct value (DV) graph, a high damage level (H) of 1.4% is obtained with a DV value of 18. The results of the deduct value (DV) graph for edge crack damage are shown in Figure 3.

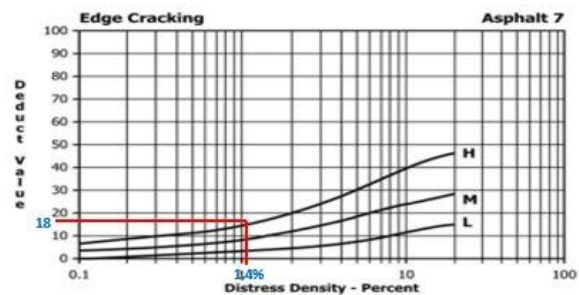


Figure 3 DV graph of edge crack damage

b. Patch damage (patching and utility cut patching)

Based on the calculation of the density value above and plotted or entered into the deduct value (DV) graph, a low damage level (L) of 0.5% is obtained with a DV value of 1. The results of the deduct value (DV) graph for edge crack damage are shown in Figure 4.

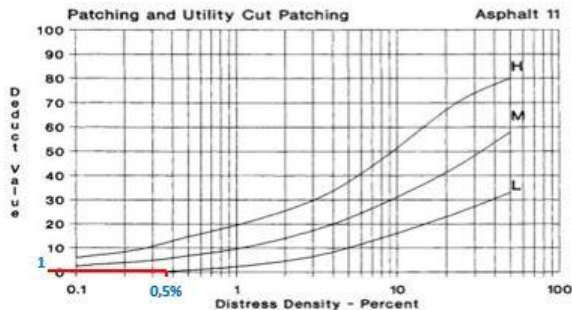


Figure 4 DV graph of patch damage

c. Damage to holes (potholes)

Based on the calculation of the density value above and plotted or entered into the deduct value (DV) graph, the high damage level (H) of 4.8% obtained a DV value of 88. The results of the deduct value (DV) graph for edge crack damage are shown in Figure 5.

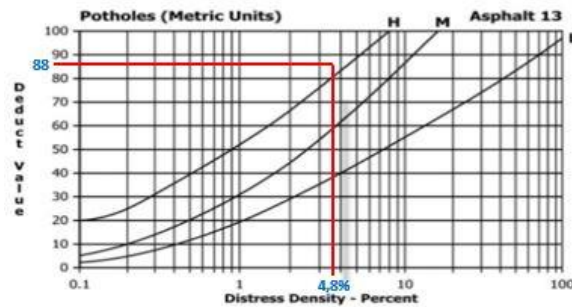


Figure 5 DV graph of hole damage

d. Weathering damage and loose granules (weathering and raveling)

Based on the calculation of the density value above and plotted or entered into the deduct value (DV) graph, the low damage level (L) is 6.1%, resulting in a DV value of 4, the medium damage level (M) is 2.3%, obtaining a DV value of 10, and the high (H) damage level is 4.9%, obtaining a DV value of 30. The results of the deduct value (DV) graphic for edge crack damage are shown in Figure 6.

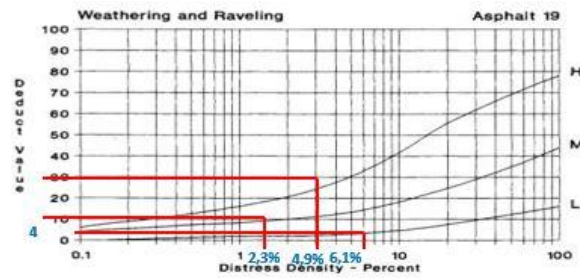


Figure 6 DV graph of weathering damage and loose grains

3.2.3 Add up the total deduct value (TDV)

Based on the DV value obtained from edge crack damage of 18, patch damage of 1, hole damage of 88, weathering crack damage, and grain release of 4, 10, and 30, the total deduct value (TDV) is $18 + 1 + 88 + 4 + 10 + 30 = 151$.

3.2.4 Determine the reduction value (q)

Based on the TDV value of 6, namely 18, 1, 88, 4, 10, and 30, the reduction value (q) and deduct value (DV) that are greater than 2 have a TDV of 5.

3.2.5 Looking for the corrected deduct value (CDV)

Based on the TDV value of 151 and the deduction value (q) of 5, the CDV graph shows 78. The results of the corrected deduct value (CDV) graph are shown in Figure 7.

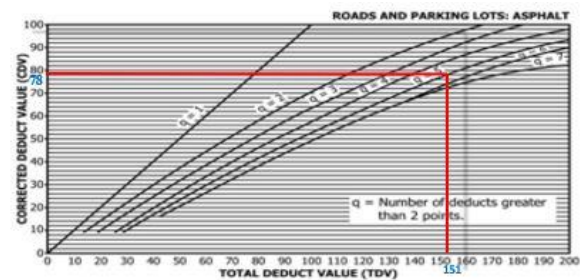


Figure 7 Corrected deduct value (CDV) graphic results

3.2.6 Determine the pavement condition index (PCI) value

Based on the calculation results of density, DV, TDV, reduction value (q), and CDV in segment 1 (STA 0+674 to STA 0+774), the pavement condition index (PCI) value can be calculated using the following equation:

$$\begin{aligned} \text{CDV} &= 78 \\ \text{so:} & \\ \text{PCIs} &= 100 - \text{CDV} \\ &= 100 - 78 \\ &= 22 \end{aligned}$$

So it can be concluded that STA 0+674–0+774 has a PCI value of 22, which means the pavement condition in that segment is very poor.

Table 3 Pavement condition classification value according to PCI [15]

PCI value	Pavement Condition	Type of Treatment
0 s.d 10	Failed	Reconstruction/ recycling
11 s.d 25	Very Poor	Reconstruction/ recycling
26 s.d 40	Poor	Reconstruction/ recycling
41 s.d 55	Fair	Reconstruction/ recycling
56 s.d 70	Good	Structural improvements
71 s.d 85	Very Good	Regular maintenance Routine
86 s.d 100	Excellent	Maintenance

In this study, road damage was calculated on the Kreteg-Lebak Jaya road section STA 0+674–STA 1+074 (400 m), and the PCI on the Kreteg-Lebak Jaya road section is shown in Table 4.

Table 4 PCI values on the Kreteg Lebak Jaya road section.

sample	Sample Area(m ²)	Pci value	Rating
1	500	22	Very Poor
2	500	26	Poor
3	500	46	Fair
4	500	29	Poor
Total PCI Value		123	
Average PCI Value		30,75	Poor

Based on the calculation table above, it can be concluded that the pavement value of the Kreteg-Lebak Jaya STA 0+674–STA 1+074 road section using the PCI method is poor.

4 Conclusion

Based on the results and discussion for damage to STA 0+674–0+774 (segment 1), there are 4 types of damage, namely edge cracks, patches, holes, weathering, and loose grains. STA 0+774–0+874 (segment 2) contains 4 types of damage, namely edge cracks, patches, holes, weathering, and loose grains. STA 0+874–0+974 (segment 3) contains 3 types of damage, namely holes, slip cracks, weathering, and loose grains. STA 0+974–1+074 (segment 4) contains 4 types of damage, namely crocodile skin cracks, edge cracks, holes, weathering, and loose grain.

Based on the results and discussion for the PCI value at STA 0+674 – 0+774 (segment 1), there are 22 very poor pavement conditions using the type of reconstruction/recycling treatment; the PCI value at STA 0+774 – 0+874 (segment 2) is 26 poor pavement conditions using the reconstruction/recycling treatment type; the PCI value at STA 0+874 – 0+974 (segment 3) is 46 fair pavement conditions using the reconstruction/recycling treatment type; and the PCI

index value at STA 0+974 – 1+074 (segment 4) is 29 poor pavement conditions using the type of reconstruction/recycling treatment.

5 References

- [1] Surya Eka Priana, "Anal. Fact. Causes of Road Damage (Case Study of the North Ring Road Section of Padang Panjang City)", *Fak. UMSB Engineering*, vol. I, no. 1, p. 53, 2018.
- [2] K. P. Jenderal and D. A. N. P. Rakyat, "Determination of the pavement condition index (IKP) MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND PEOPLE'S HOUSING," 2016.
- [3] A. Damage, P. Pavement, and J. Using, "Development methods and pavement condition index," 2023.
- [4] Sukirman, S. Highway Flexible Pavement. Bandung, 1999.
- [5] P. Studi, D. L. Jenjang, T. Civil, D. Teknik, I. Civil, and F. Vocational, "USING THE PCI METHOD IN SUKOLILO DISTRICT, SURABAYA CITY, EAST JAVA PROVINCE," 2018.
- [6] A. P. Fadjrianto and Siswoyo, "Analysis of Road Damage Repair Using the PCI Jombang Method," *J. Rekayasa Dan Manaj. Constr.*, vol. 8, no. 2, pp. 121–128, 2020.
- [7] Mahardika, I. W. Analysis of Road Damage Using the Highway and Pavement Condition Index (PCI) Method (Case Study of the Denpasar-Gilimanuk Highway, Tabanan Regency, Bali, Final Project) Atma Jaya University, Yogyakarta, 2019.
- [8] Rima Devira Azhari. Damage Analysis of Road Flexible Pavement Using the Pavement Condition Index (PCI) Method (Case Study: Jalan Dusun Batu Alang, Sumbawa), Thesis, Sumbawa University of Technology, 2020.
- [9] ASTM D-6433. Standard Practice For Roads And Parking Lots Pavement Condition Index Survey. USA. 2007.
- [10] Bolla, Margareth Evelyn. Perbandingan Metode Binamarga dan Metode PCI (Pavemnet condition Index) dalam Penelitian kondisi perkerasan jalan: Studi Kasus Ruas Jalan Kaliuarang. Kota Malang. 2008.
- [11] Eri Susanto Hariyadi, Rulhendri, Pengaruh Jenis Pembebanan Dalam Analisis Struktur Perkerasan Lentur Terhadap Kinerja Perkerasan. *Jurnal Rekayasa Sipil ASTONJADRO*, 2 (2), pp.49-57, 2013.
- [12] Triyanto, T., Syaiful, S., & Rulhendri, R. Evaluation of the Level of Road Damage on the Surface Layer of the Tegar Beriman Road, Bogor Regency. *Astonjadro*, 8(2), 70. <https://doi.org/10.32832/Astonjadro.V8i2.2628>, 2020.
- [13] Maulana, M., Rulhendri, & Chayati, N. Analisis Kerusakan Permukaan Jalan Berdasarkan Penilaian Dengan Metode SDI Dan IRI. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 4(2), 34-41, 2023. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.566>
- [14] Nurhayanti, LAMPIRAN 1 KEPUTUSAN BUPATI BOGOR, 620/451/Kpts/Per-UU/2018.
- [15] Shahin, M. Y. Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots In Springer. <https://doi.org/10.1201/b17690-21>, 1994.



Studi Penentuan Tarif Untuk *Buy the Service* Trans Pakuan Koridor 1 Dengan Metode *Ability to Pay* dan *Willingness to Pay*

Ahmad Kafa Adani¹, Tedy Murtejo², Nurul Chayati³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

¹ahmadkafaadani@gmail.com, ²tedy.murtejo@uika-bogor.ac.id, ³nurul.chayati@uika-bogor.ac.id

Abstract

The interest of the people of Bogor City to use the BisKita Trans Pakuan mass transportation service is increasing, marked by the continued increase in the load factor in September 2022, which has reached 101%. The magnitude of the load factor proves that the people of Bogor City still trust public transportation. Bogor Mayor Bima Arya Sugiarto said the Jabodetabek Transportation Management Agency (BPTJ) of the Ministry of Transportation had asked the Bogor City Government to conduct a study on their Ability to Pay (ATP) and Willingness to Pay (WTP) before setting tariffs. The method used the Ability to Pay (ATP) and Willingness to Pay (WTP) methods that aim to analyze the characteristics of the BTS Trans Pakuan corridor of 1 user and to analyze tariffs based on ATP and WTP analysis. The results of ATP and WTP analysis showed that of BTS Trans Pakuan corridor of 1 tariff determination using the Ability to Pay (ATP) and Willingness to Pay (WTP) methods obtained an ATP value of Rp3,920 and a WTP value of Rp4,155, where the ATP < WTP. This has possible for users who not only have a relatively low income but also the utility for these services was very high, so the user's desire to pay for these services tends to be more influenced by the utility. For the determination of a reasonable rate at this time, it was Rp4,038. The average headway value survey of 6.54 minutes, and these results were by the ideal assessment standard of 5-10 minutes. The highest priority in the Biskita Trans Pakuan Corridor of 1 service was the regularity aspect, followed by the comfort aspect.

Keywords: Ability to Pay, Willingness to Pay, BTS Trans Pakuan, Headway, Level of Service.

Abstrak

Minat masyarakat Kota Bogor menggunakan layanan transportasi massal BisKita Trans Pakuan semakin meningkat, ditandai dengan terus meningkatnya load faktor pada bulan September 2022 sudah sampai 101%. Besarnya load faktor membuktikan bahwa masyarakat Kota Bogor masih percaya terhadap angkutan umum. Wali Kota Bogor Bima Arya Sugiarto mengatakan, Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ) Kementerian Perhubungan telah meminta Pemerintah Kota Bogor untuk melakukan kajian Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP) sebelum menetapkan tarif. Metode yang digunakan adalah metode Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP) yang bertujuan untuk menganalisis karakteristik pengguna BTS Trans pakuan koridor 1 dan menganalisis tarif berdasarkan analisis ATP dan WTP. Hasil analisis ATP dan WTP menunjukkan bahwa analisis penentuan tarif BTS Trans Pakuan koridor 1 dengan metode Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP) didapat nilai ATP sebesar Rp3.920 dan nilai WTP sebesar Rp4.155, dimana hasil ATP < WTP. Hal ini memungkinkan terjadi bagi pengguna yang mempunyai penghasilan relatif rendah tetapi utilitas terhadap jasa tersebut sangat tinggi, sehingga keinginan pengguna untuk membayar jasa tersebut cenderung lebih dipengaruhi oleh utilitas. Untuk penetapan tarif yang layak untuk saat ini adalah sebesar Rp4.038. Survei nilai headway rata-rata adalah 6,54 menit, dimana hasil tersebut telah sesuai dengan standar penilaian ideal 5-10 menit. Prioritas paling tinggi dalam pelayanan Biskita Trans Pakuan koridor 1 adalah aspek keteraturan, diikuti dengan aspek kenyamanan.

Kata kunci: Ability to Pay, Willingness to Pay, BTS Trans Pakuan, Headway, Tingkat Pelayanan.

Diterima Redaksi : 2023-07-25 | Selesai Revisi : 2023-08-23 | Diterbitkan Online : 2024-03-01

1. Pendahuluan

BisKita Trans Pakuan merupakan layanan angkutan umum massal perkotaan berbasis bus (*Bus Rapid Transit*) di Kota Bogor yang diluncurkan oleh Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ) Kementerian Perhubungan. Layanan, ini merupakan bentuk subsidi Pemerintah Pusat dengan mekanisme

Buy The Service (BTS) untuk pengembangan angkutan umum massal perkotaan di BodeTABEK dimana Kota Bogor terpilih menjadi *pilot project* [1]. Sejak diluncurkan November 2021 hingga kini BisKita Trans Pakuan melayani 4 koridor dengan jumlah armada bus sebanyak 49 unit. Minat masyarakat Kota Bogor menggunakan layanan transportasi massal BisKita Trans Pakuan semakin meningkat, ditandai dengan



terus meningkatnya load faktor pada bulan September 2022 sudah sampai 101%. Besarnya *load factor* membuktikan bahwa masyarakat Kota Bogor masih percaya terhadap angkutan umum [2]. Wali Kota Bogor Bima Arya Sugiarto mengatakan, Badan Pengelola Transportasi Jabodetabek (BPTJ) Kementerian Perhubungan telah meminta Pemerintah Kota Bogor untuk melakukan kajian *Ability to Pay* (ATP) dan *Willingness to Pay* (WTP) sebelum menetapkan tarif. Koridor 1 adalah rute awal Trans Pakuan yang telah ada semenjak tahun 2021, koridor 1 memiliki integrasi fisik secara langsung dengan Terminal Bubulak sebagai salah satu terminal induk di Kota Bogor [3]. Berdasarkan penjelasan tersebut, perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait dengan kajian penentuan tarif dengan metode *Ability to Pay* dan *Willingness to Pay* BTS Trans Pakuan koridor 1 untuk mengetahui karakteristik pengguna serta mengetahui persepsi pengguna terhadap tarif yang sesuai untuk BTS Trans Pakuan koridor 1 [4].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang.

2.1. Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari hasil observasi lapangan. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan hasil survei kuesioner pengguna BTS trans Pakuan koridor 1 dan waktu tunggu (*headway*).

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti, misalnya diambil dari surat kabar dan majalah maupun publikasi lainnya. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta rute trayek BisKita Trans Pakuan Koridor 1 dan jumlah penumpang harian rata-rata harian BTS BisKita Trans Pakuan Koridor 1.

2.2. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian studi penentuan tarif untuk buy the service trans pakuan koridor 1 dengan metode *Ability to Pay* dan *Willingness to Pay* dibagi menjadi 4 tahapan pelaksanaan sebagai berikut: Studi literatur, pengumpulan data, analisa data, kesimpulan.

2.3. Teknik Sampel

Teknik pengambilan sampel sesungguhnya berguna untuk membantu para peneliti dalam melakukan generasi terhadap populasi yang diwakili. Dalam penelitian ini teknik sampel yang digunakan adalah sampel non probabilitas, dengan kriteria responden yang

dilibatkan adalah Berusia ≥ 15 tahun, dan Pernah menggunakan BTS BisKita Trans Pakuan koridor 1 [5]. sampel yaitu ditentukan dengan cara menghitung penentuan jumlah sampel menggunakan rumus slovin. Jumlah jumlah sampel di tentukan terlebih dahulu sebelum melakukan wawancara dalam penelitian ini, responden pengguna fasilitas pelayanan Biskita Trans Pakuan koridor 1, untuk mendapatkan jumlah responden yang dapat mewakili populasi yang dibutuhkan jumlah sampel yang tepat. Berikut adalah rumus slovin [6]

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

dengan:

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah populasi di lokasi penelitian, dan

e = Persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan penarikan sampel.

2.4. Konsep *Ability to Pay* (ATP) dan *Willingness to Pay* (WTP)

Ability to Pay merupakan kemampuan membayar penumpang atas jasa yang digunakan berdasarkan fasilitasnya [7]. Pendekatan yang digunakan yaitu alokasi pendapatan untuk transportasi dengan intensitas perjalanannya. Faktor yang mempengaruhi ATP [8]-[9] adalah:

1. Pendapatan total keluarga

Jika pendapatan total keluarga semakin besar tentunya semakin banyak uang yang dimilikinya maka akan semakin besar pula alokasi biaya transportasi yang disediakan, dengan demikian akan meningkatkan kemampuan untuk membayar perjalanannya, demikian juga sebaliknya.

2. Ukuran keluarga

Semakin banyak jumlah anggota keluarga tentunya akan semakin banyak intensitas perjalanannya serta semakin panjang jarak perjalanannya, disisi lain semakin banyak anggota keluarga dengan alokasi biaya transportasi yang sama maka akan memperkecil alokasi biaya transportasi untuk tiap-tiap anggota keluarga sehingga hal ini akan mempengaruhi keterjangkauan membayar perjalanan.

3. Intensitas perjalanan

Semakin besar intensitas perjalanan anggota keluarga maka akan semakin panjang pula perjalanan yang akan ditempuhnyaa tetapi bila alokasi dana perjalanannya tetap maka keterjangkauan membayar tarif perjalanannya akan semakin rendah, demikian juga sebaliknya.

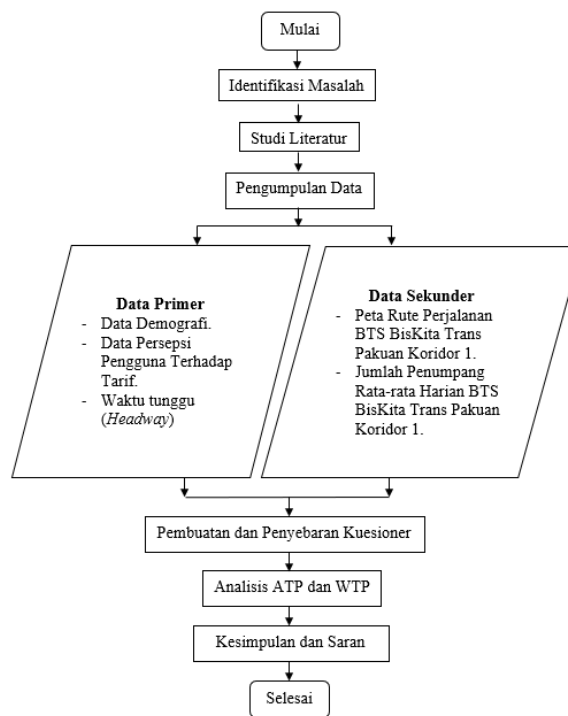
Adapun persamaan *Ability to Pay* sebagai berikut [10]:

$$ATP = \frac{I \times Pp \times Pt}{Tr} \quad (2)$$

dengan:

ATP : Kemampuan membayar penumpang/*Ability to Pay*
 I : Jumlah penghasilan per bulan
 Pp : Presentase anggaran untuk transportasi perbulan
 Pt : Presentase alokasi biaya transportasi yang digunakan
 Tr : Frekuensi perjalanan (kali/bulan)

2.5 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir

Willingness to Pay merupakan kesediaan membayar penumpang atas jasa yang digunakan berdasarkan fasilitasnya. Faktor yang mempengaruhi WTP adalah [11]:

1. Produksi jasa angkutan yang disediakan
Semakin banyak jumlah armada angkutan yang melayani tentunya lebih menguntungkan pihak pengguna.
2. Kualitas dan kuantitas pelayanan
Dengan produksi jasa angkutan yang besar, maka tingkat kualitas pelayanan akan lebih baik, dengan demikian dapat dilihat pengguna tidak berdesak-desakkan dengan kondisi tersebut tentunya konsumen dapat membayar yang lebih besar.
3. Utilitas pemakai
Jika manfaat yang dirasakan konsumen semakin besar terhadap suatu pelayanan transportasi yang dirasakannya, tentunya semakin besar pula kemauan membayar terhadap tarif yang berlaku demikian sebaliknya jika manfaat yang dirasakan konsumen rendah maka konsumen akan enggan untuk menggunakannya, sehingga kemauan membayarnya pun akan semakin rendah.
4. Pendapatan pemakai
Bila seseorang mempunyai penghasilan yang besar maka tentunya kemauan membayar tarif perjalanannya semakin besar hal ini disebabkan oleh alokasi biaya perjalanannya lebih besar, sehingga akan memberikan keterjangkauan membayar dan kerelaan membayar tarif perjalanannya semakin besar.

Adapun persamaan *Willingness to Pay* sebagai berikut [12], [13]:

$$WTP = T + B \tag{3}$$

dengan:

WTP : Rata-rata kesediaan membayar penumpang/rata-rata WTP
 T : Tarif angkutan saat ini yang layak menurut penumpang
 B : Biaya yang perlu ditambahkan untuk peningkatan pelayanan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Responden

Analisis karakteristik responden disajikan untuk memberikan informasi sosiodemografi: jenis kelamin, usia, Pendidikan formal, pekerjaan, pendapatan per bulan, tujuan perjalanan, frekuensi pengguna transportasi umum, jenin transportasi yang sering digunakan.

Tabel 1. Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin

No	Jenis Kelamin	Jumlah
1	Laki - laki	39
2	Perempuan	61
Total		100

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi didominasi oleh jenis kelamin laki-laki sebanyak 39 orang sedangkan jenis kelamin perempuan sebanyak 61 orang.

Tabel 2. Karakteristik responden berdasarkan usia

No	Kelompok Umur	Jumlah
1	<15 tahun	2
2	15 - 20 tahun	26
3	20 - 30 tahun	55
4	30 - 40 tahun	13
5	40 - 50 tahun	2
6	>50 tahun	2
Total		100

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi dengan mayoritas usia 20-30 tahun dengan 55 responden, usia 15-20 tahun

26 responden, usia 30-40 tahun 13 responden, 40-50 tahun 2 responden, >50 tahun 2 responden, dan <15 tahun 2 responden.

Tabel 3. Karakteristik responden berdasarkan Pendidikan

No	Pendidikan Terakhir	Jumlah
1	SD	2
2	SMP	2
3	SMA/SMK	55
4	D1/D2/D3	13
5	S1/S2/S3	28
Total		100

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi dengan tingkat pendidikan SD adalah 2 orang, SMP 2 orang, SMA 55 orang, D1/D2/D3 13 orang, S1/S2/S3 28 orang.

Tabel 4. Karakteristik responden berdasarkan Pekerjaan

No	Pekerjaan Utama	Jumlah
1	Pelajar / Mahasiswa	46
2	PNS	5
3	Wiraswasta / Pengusaha	5
4	Karyawan (BUMN/ Swasta)	37
5	TNI / Polisi	1
6	Ibu Rumah Tangga	6
Total		100

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi oleh responden pelajar/ mahasiswa 46 orang, PNS 5 orang, wiraswasta/ pengusaha 5 orang, karyawan (BUMN/ swasta) 37 orang, TNI/Polisi 1 orang, dan ibu rumah tangga 6 orang.

Tabel 5. Karakteristik responden berdasarkan Pendapatan/uang saku per bulan

No	Rata - Rata Pendapatan/Uang Saku Perbulan	Jumlah
1	< Rp. 1 Juta	13
2	Rp. 1-2 Juta	12
3	Rp. 2-3 Juta	27
4	Rp. 3-4 Juta	16
5	Rp. 4-6 Juta	25
6	Rp. 6-10 Juta	4
7	> Rp. 10 Juta	3
Total		100

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi oleh responden dengan pendapatan <Rp. 1 juta adalah 13 responden, Rp. 1-2 juta 12 orang, Rp. 2-3 juta 27 orang, Rp. 3-4 juta 16 orang, Rp. 4-6 juta 25 orang, Rp. 6-10 juta 4 orang, dan >Rp. 10 juta 3 orang.

Tabel 6. Karakteristik responden berdasarkan Sumber Pendapatan

No	Sumber Pendapatan	Jumlah
1	Bekerja	54
2	Orang Tua	38
3	Suami/Istri	8
Total		100

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi dengan sumber pendapatan dari bekerja 54 orang, orang tua 38 orang, dan suami/istri 8 orang.

Tabel 7. Karakteristik responden berdasarkan Tujuan Perjalanan

No	Tujuan Perjalanan	Jumlah	Persentase (%)
1	Sekolah/Kuliah	41	24%
2	Bekerja	27	16%
3	Bisnis	2	1%
4	Rekreasi	52	31%
5	Belanja	48	28%
Total		170	100%

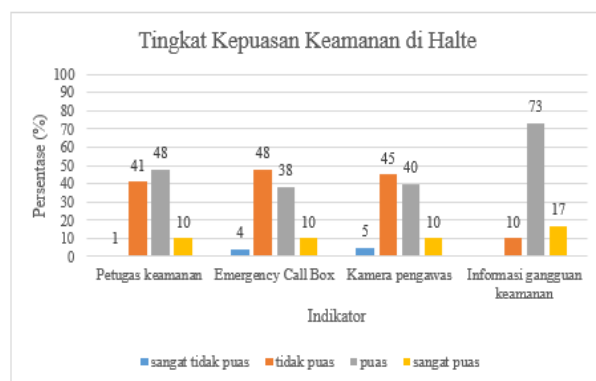
Berdasarkan Tabel 7 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi dengan tujuan perjalanan sekolah/kuliah 24%, bekerja 16%, bisnis 1%, rekreasi 31%, dan belanja 28%.

Tabel 8. Karakteristik responden berdasarkan Frekuensi Pengguna

No	Frekuensi Pengguna	Jumlah
1	1 hari per-minggu	19
2	3 hari per-minggu	39
3	5 hari per-minggu	27
4	7 hari per-minggu	11
5	Satu bulan sekali	4
Total		100

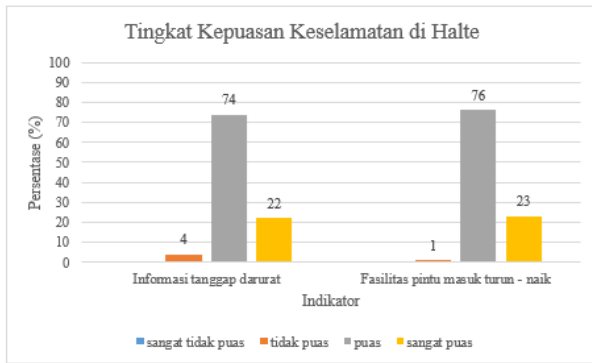
Berdasarkan Tabel 8 diperoleh informasi bahwa responden pengguna jasa transportasi dengan frekuensi pengguna 1 hari per-minggu 19 orang, 3 hari per-minggu 39 orang, 5 hari per-minggu 27 orang, 7 hari per-minggu 11 orang, dan satu bulan sekali 4 orang.

3.2 Kepuasan Pelayanan Halte Biskita Trans Pakuan Koridor 1



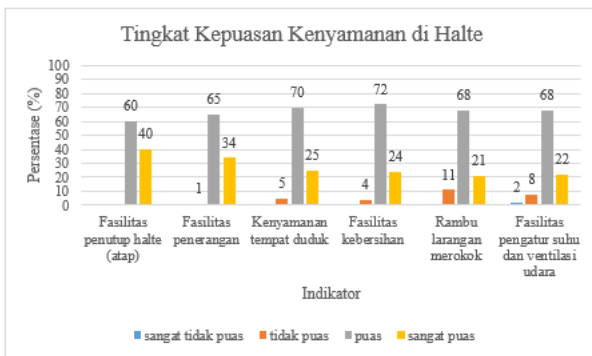
Gambar 2. Grafik Tingkat Kepuasan Keamanan di Halte

Berdasarkan Gambar 2, tanggapan responden berdasarkan tingkat kepuasan petugas keamanan di halte dengan indikator sangat puas ada pada informasi gangguan keamanan, sedangkan tingkat kepuasan keamanan di halte dengan indikator sangat tidak puas ada pada kamera pengawas dan emergency call box.



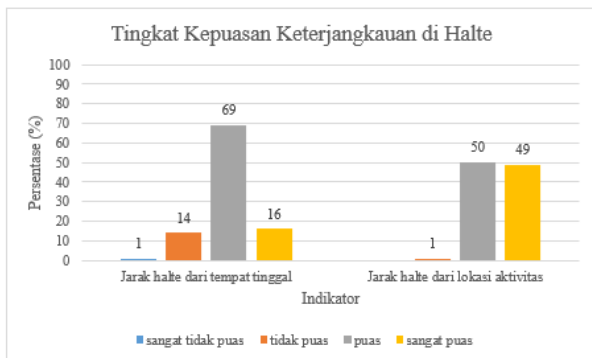
Gambar 3. Grafik Tingkat Kepuasan Keselamatan di Halte

Berdasarkan Gambar 3, tanggapan responden berdasarkan tingkat kepuasan keselamatan di halte mayoritas memilih puas baik dari informasi tanggap darurat dan fasilitas pintu masuk turun/naik.



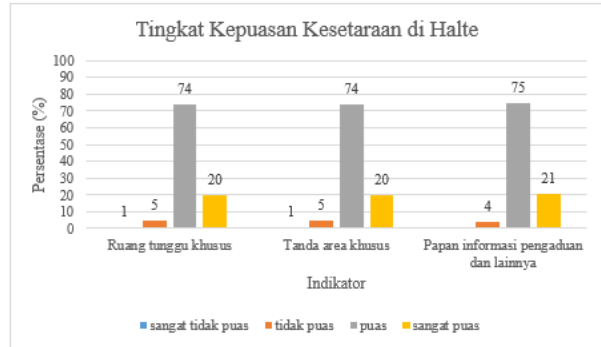
Gambar 4. Grafik Tingkat Kepuasan Kenyamanan di Halte

Berdasarkan Gambar 4, tanggapan responden berdasarkan tingkat kepuasan kenyamanan di halte mayoritas memilih puas.



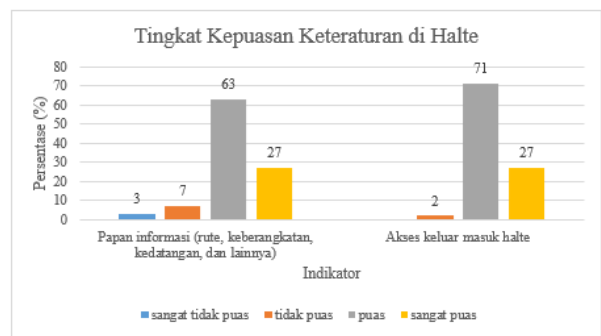
Gambar 5. Grafik Tingkat Kepuasan Keterjangkauan di Halte

Berdasarkan Gambar 5, tanggapan responden berdasarkan tingkat kepuasan keterjangkauan di halte mayoritas memilih puas.



Gambar 6. Grafik Tingkat Kepuasan Kesetaraan di Halte

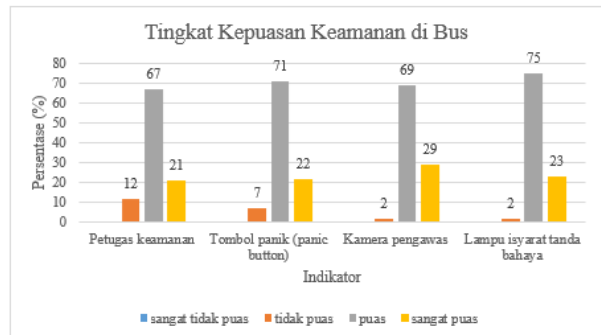
Berdasarkan Gambar 6, tanggapan responden berdasarkan tingkat kepuasan kesetaraan di halte mayoritas memilih puas.



Gambar 7. Grafik Tingkat Kepuasan Keteraturan di Halte

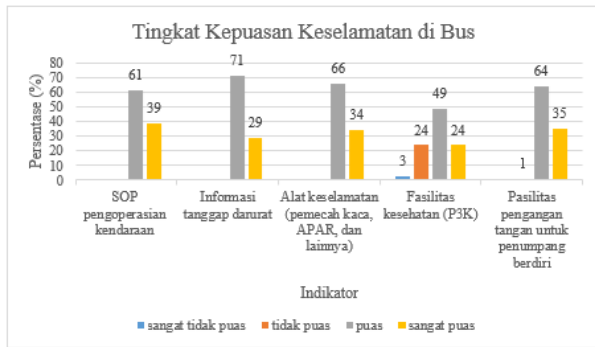
Berdasarkan Gambar 7, tanggapan responden berdasarkan tingkat kepuasan keteraturan di halte mayoritas memilih puas.

3.3 Kepuasan Pelayanan Bus Biskita Trans Pakuan Koridor 1



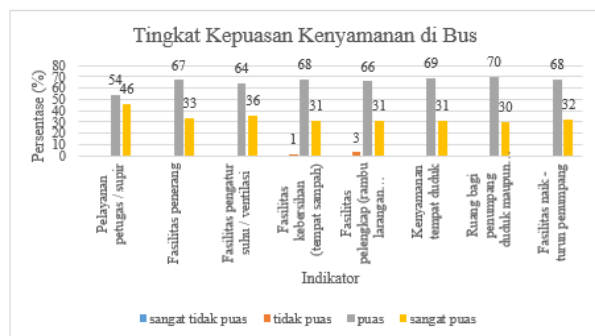
Gambar 8. Grafik Tingkat Kepuasan Keamanan di Bus

Berdasarkan Gambar 8, tanggapan responden berdasarkan kepuasan keamanan di bus mayoritas memilih puas.



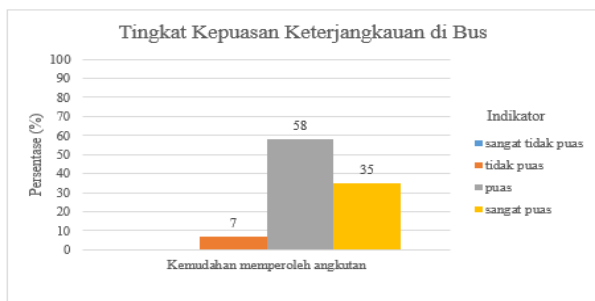
Gambar 9. Grafik Tingkat Kepuasan Keselamatan di Bus

Berdasarkan Gambar 9, tanggapan kepuasan responden berdasarkan tingkat kepuasan keselamatan di bus mayoritas memilih puas.



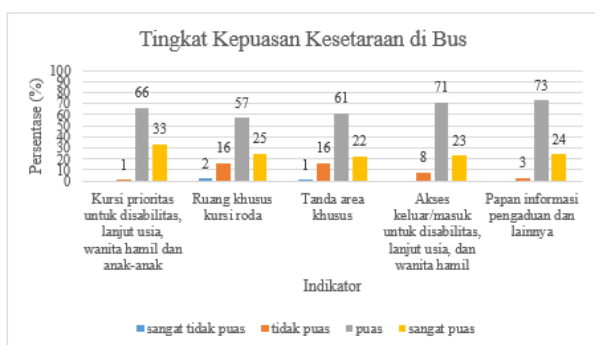
Gambar 10. Grafik Tingkat Kepuasan Kenyamanan di Bus

Berdasarkan Gambar 10, tanggapan kepuasan responden berdasarkan tingkat kepuasan kenyamanan di bus mayoritas memilih puas.



Gambar 11. Grafik Tingkat Kepuasan Keterjangkauan di Bus

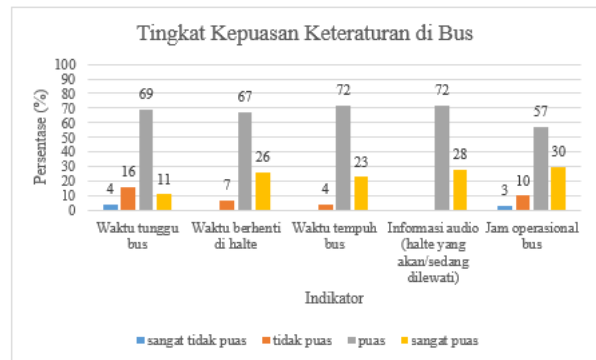
Berdasarkan Gambar 11, tingkat kepuasan responden berdasarkan tingkat kepuasan keterjangkauan di bus memilih puas dan sangat puas.



Gambar 12. Grafik Tingkat Kepuasan Kesetaraan di Bus

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i1.567>

Berdasarkan Gambar 12, tanggapan kepuasan responden berdasarkan tingkat kepuasan kesetaraan di bus mayoritas memilih puas.

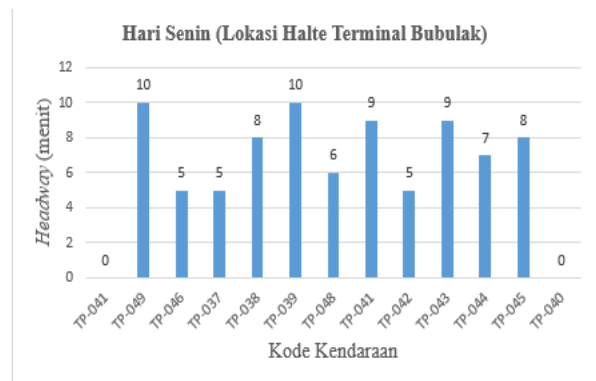


Gambar 13. Grafik Tingkat Kepuasan Keteraturan di Bus

Berdasarkan Gambar 13, tanggapan kepuasan responden berdasarkan tingkat kepuasan keteraturan di bus mayoritas memilih puas.

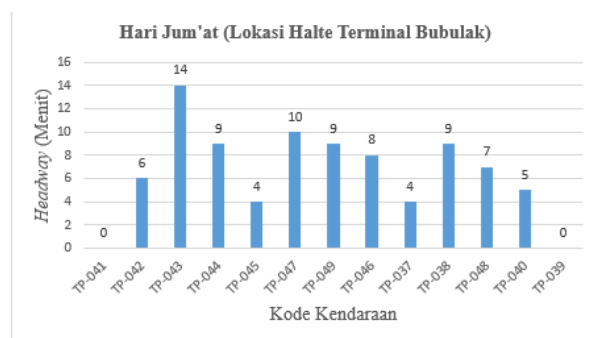
3.4 Hasil Survei Waktu Tunggu Kendaraan (*Headway*)

Waktu analisis data dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara angkutan yang satu dengan angkutan yang lain. pada satu rute yang sama per-hari sesuai dengan dilaksanakan survei.



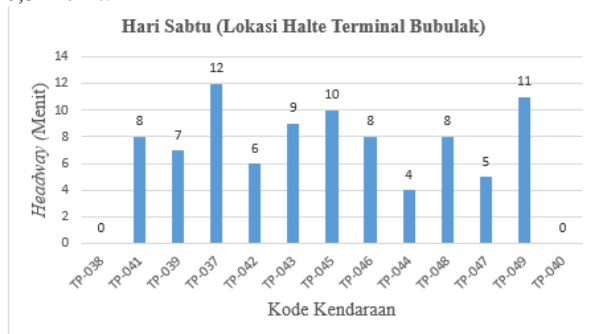
Gambar 14. Grafik Headway senin, 10 April 2023

Berdasarkan Gambar 14, hasil *headway* yang didapat pada hari Senin, 10 April 2023, untuk bus nomor 046, 037, dan 042 mendapatkan *headway* tercepat yaitu 5 menit, sedangkan *headway* terlama didapatkan bus nomor 049 dan 039 dengan *headway* 10 menit, dan *headway* rata-rata yaitu 6,3 menit.



Gambar 15. Grafik Headway jumat, 14 April 2023

Berdasarkan Gambar 15, hasil *headway* yang didapat pada hari Jumat, 14 April 2023, untuk bus nomor 045 dan 037 mendapatkan *headway* tercepat yaitu 4 menit, sedangkan *headway* terlama didapatkan bus nomor 043 dengan *headway* 14 menit, dan *headway* rata-rata yaitu 6,5 menit.

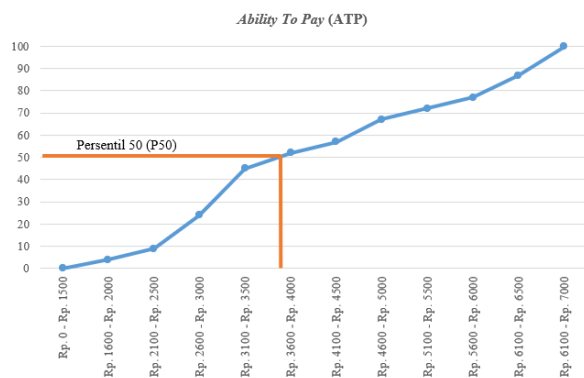


Gambar 16. Grafik Headway sabtu, 15 April 2023

Berdasarkan Gambar 16, hasil *headway* yang didapat pada hari Sabtu, 15 April 2023, untuk bus nomor 044 mendapatkan *headway* tercepat yaitu 4 menit, sedangkan *headway* terlama didapatkan bus nomor 037 dengan *headway* 12 menit, dan *headway* rata-rata yaitu 6,76 menit.

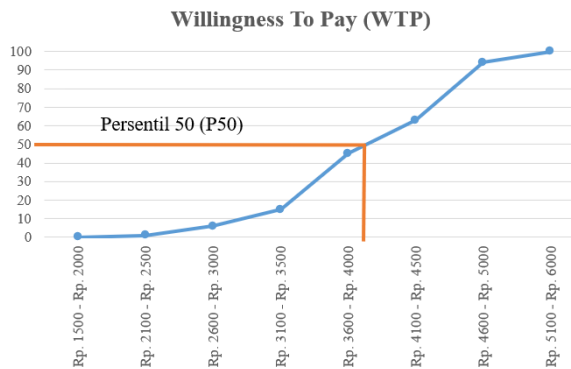
3.5 Analisis tarif

Analisis tarif dilakukan dengan metode *Ability To Pay* (ATP) dan *Willingness To Pay* (WTP) berdasarkan hasil dari kuesioner dan wawancara. Hasil analisis tarif akan disajikan sebagai berikut:



Gambar 17. Grafik ability to pay

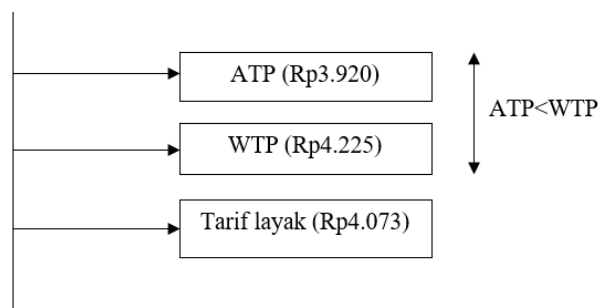
Berdasarkan Gambar 17, diperoleh nilai ATP minimum Rp2.000 dan ATP maksimum Rp7.000, dan hasil rata-rata ATP adalah Rp3.920.



Gambar 18. Grafik willingness to pay

Berdasarkan Gambar 18, diperoleh nilai WTP minimum Rp2.500 dan WTP maksimum Rp6.000, dan hasil rata-rata WTP adalah Rp4.225.

Berdasarkan hasil penentuan tarif yang layak untuk BTS Trans Pakuan koridor 1 adalah Rp4.073.



Gambar 19. Hubungan ATP, WTP, dan Tarif

Berdasarkan Gambar 19, menunjukkan bahwa hasil analisis penentuan tarif BTS Trans Pakuan koridor 1 dengan metode *Ability To Pay* (ATP) dan *Willingness To Pay* (WTP) didapat nilai ATP sebesar Rp3.920 dan nilai WTP sebesar Rp4.225, dimana hasil $ATP < WTP$. Hal ini memungkinkan terjadi bagi pengguna yang mempunyai penghasilan relatif rendah tetapi utilitas terhadap jasa tersebut sangat tinggi, sehingga keinginan pengguna untuk membayar jasa tersebut cenderung lebih dipengaruhi oleh utilitas. Untuk penetapan tarif yang layak untuk saat ini adalah sebesar Rp4.073 jika dibulatkan menjadi Rp4.000.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka di dapat kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil analisis penentuan tarif Biskita Trans Pakuan koridor 1 dengan metode *Ability To Pay* (ATP) dan *Willingness To Pay* (WTP) didapat nilai ATP sebesar Rp3.920 dan nilai WTP sebesar Rp4.255, dimana hasil $ATP < WTP$. Hal ini memungkinkan terjadi bagi pengguna yang mempunyai penghasilan relatif rendah tetapi utilitas terhadap jasa tersebut sangat tinggi, sehingga keinginan pengguna untuk membayar jasa tersebut cenderung lebih dipengaruhi oleh utilitas. Untuk penetapan tarif yang layak untuk saat ini adalah

sebesar Rp4.073 jika dibulatkan menjadi Rp4.000. Hasil survei nilai *headway* rata-rata adalah 6,54 menit, dimana hasil tersebut telah sesuai dengan standar penilaian ideal 5-10 menit. Prioritas paling tinggi dalam pelayanan BTS Trans Pakuan koridor 1 adalah aspek keteraturan.

Daftar Rujukan

- [1] R. Sugeng, E. F. Nasuon, and E. U. Hasanah, "Kinerja Teknis dan Analisis ATP WTP Angkutan Trans Jogja," *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil* 2016 Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Surakarta, no. June, pp. 91–98, 2016.
- [2] M. P. R. Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 10 Tahun 2012." pp. 1–12, 2012.
- [3] T. Murtejo, A. Muhajir, and N. Chayati, "Evaluasi Kinerja Angkutan Umum Trans Pakuan Trayek Terminal Bubulak via Cidangi-Ciawi di Kota Bogor," *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 61–68, 2023, doi: 10.32832/komposit.v7i1.7367.
- [4] R. Anggraini, I. Caisarina, M. Ahlan, D. Rahmani, and E. Jalil, "Kajian Penentuan Tarif Bus Trans Koetaradja berdasarkan Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP)," 2019.
- [5] R. Risdiyanto, E. F. Nasution, and E. U. Hasanah, "Kinerja Teknis dan Analisis ATP WTP Angkutan Trans Jogja," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 2016, pp. 91–96.
- [6] R. Dwitasari, "Kemampuan dan kemauan membayar (ATP-WTP) calon pengguna angkutan umum Light Rail Transit (LRT) di Yogyakarta," *Jurnal Transportasi Multimoda*, vol. 16, no. 1, pp. 101–110, Aug. 2018.
- [7] A. D. Susanto, B. Yulianto, and A. Mhm, "Analisis Potensi Demand, Ability to Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP) BST koridor 1 dengan Adanya Sistem Contra Flow di Jalan Brigjen Slamet Riyadi Pada Pertokoan," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 229–234, 2017.
- [8] E. Zohra, R. S. Suyono, and S. N. Kadarini, "Analisis Ability To Pay (ATP) dan Willingness to Pay (WTP) untuk Penentuan Tarif Pada Perencana Angkutan Umum BRT di Kota Pontianak," *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 5, no. 3, pp. 1–8, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v5i3.30771>.
- [9] M. Firdausi, N. El Hafizah, R. Sekartadji, and D. H. Istiono, "Analisis Kemampuan dan Kemauan Membayar (ATP-WTP) Penumpang Bus Kota Rute Purabaya-Bratang," *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 1, no. 1, pp. 62–66, 2020.
- [10] F. Susanto, M. R. Anwar, and A. Wicaksono, "Analisis Kemampuan dan Kemauan Membayar (ATP-WTP) Penumpang Bus Kota Surabaya Rute P1 Purabaya-Darmo-Perak," *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, vol. 7, no. 2, pp. 89–98, 2015.
- [11] B. Basuki, S. Khoirunnisa, and S. Shalahuddin, "Pengaruh Mutu Layanan, Persepsi Harga, Faktor Emosional dan Kemudahan terhadap Kepuasan Penumpang Kereta Api DAOP VI Yogyakarta," *Journal Management, Business, and Accounting*, vol. 22, no. 1, pp. 2655–826, 2023.
- [12] A. M. Primayandi and A. I. Gunawan, "Analisis Persepsi Penumpang Kereta Api Jarak Jauh Terhadap Keamanan dan Kualitas Layanan di Stasiun Bandung," in *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*, 2022, pp. 1040–1044.
- [13] Ardila, F.A.A.D, Murtedjo, Tedy, and Chayati, Nurul. "Studi Penentuan Tarif Buy the Service Transpakuan Koridor 6 Metode Ability to Pay dan Willingness to Pay". *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 4(2). 2023.



Evaluasi *Response Time Transportation Emergency* dalam Bencana Kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah

Adrianto Fahrizal Nugraha¹, Tedy Murtejo², Alimuddin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

¹adrianto7123@gmail.com, ²tedy.murtejo@uika-bogor.ac.id, ³alimuddin@uika-bogor.ac.id

Abstract

Bogor City spans 11,138 hectares with a population density of 9,548.00 people/km². The densest population resides in Central Bogor District, impacting fire risk. Over 2019-2022, there were 296 fire incidents, 15% occurring in Central Bogor District. The study aims to assess emergency car response times during fires in this district. Using qualitative descriptive methods, interviews and analysis per PERMENDAGRI Regulation No. 114 of 2018 were employed. Central Bogor District falls within the Emergency Management Zone (WMK) in Sukasari, Yasmin, and Cibuluh sectors due to being within a 7.5 km radius reachable within <15 minutes. The response time rate hit 100% out of 12 incidents in 2022, aligning with PERMENDAGRI Regulation No. 114 of 2018. Average speed is 60-80 km/h, dropping to 40 km/h during congestion. Sectors have efficient night routes. DISHUB's road network performance evaluation reveals V/C ratios of 0.54 and 0.48 (holidays) on Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira, Yasmin (holidays), and Jl. Raya Padjajaran 2, Sukasari. Cibuluh sector remains unaffected, enabling early fire disaster management.

Keywords: Response Time Transportation, Emergency Car, Route, Fire

Abstrak

Luas Kota Bogor yaitu 11.138 ha, dengan kepadatan 9.548,00 orang/km². Kepadatan penduduk tertinggi di Kecamatan Bogor hal ini akan mempengaruhi risiko kebakaran, Tahun 2019-2022 terjadi 296 dimana 15%-nya terjadi di Kecamatan Bogor Tengah. Tujuan penelitian untuk mengevaluasi *response time transportation emergency car* pada kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah. Metode deskriptif kualitatif, dengan wawancara dan metode analisis SPM PERMENDAGRI Nomor 114 Tahun 2018. Hasil analisis wilayah Kecamatan Bogor tengah termasuk kedalam WMK di tiga sektor, yaitu Sektor Sukasari, Yasmin, dan Cibuluh, karena termasuk kedalam radius pelayanan 7,5 km dalam waktu < 15 menit. Tingkat *response time* mencapai 100% dari 12 kejadian kebakaran tahun 2022, dapat diartikan *response time* yang dilaksanakan sudah sesuai SPM PERMENDAGRI Nomor 114 Tahun 2018. Kecepatan rata-rata 60-80 km/jam, saat lalu lintas padat 40 km/jam. Setiap sektor memiliki rute efektif dan waktu efektif saat malam hari. Pemilihan rute disimpulkan sudah tepat, didukung oleh evaluasi kinerja jaringan jalan oleh DISHUB, rata-rata V/C ratio 0,54 dan 0,48 (hari libur), terdapat kepadatan lalu lintas di Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira yang dilalui Sektor Yasmin (hari libur) dan Jl. Raya Padjajaran 2 yang dilalui Sektor Sukasari. Sektor Cibuluh tidak terkena dampak kepadatan lalu lintas akan menanggulangi bencana kebakaran lebih awal.

Kata kunci: Waktu Tanggap Transportasi, Mobil Darurat, Rute, Kebakaran.

Diterima Redaksi : 2023-08-07 | Selesai Revisi : 2023-10-03 | Diterbitkan Online : 2024-03-01

1. Pendahuluan

Luas Kota Bogor yaitu 11.138 ha [1], dengan tingkat kepadatan penduduk mencapai 9.548,00 orang/km², dengan tingkat kepadatan tertinggi berada di Kecamatan Bogor Tengah yaitu sebesar 11.505,00 orang/km² [2]. Kepadatan penduduk akan berpengaruh dengan risiko terjadinya kebakaran. Berdasarkan data Rekap Kejadian Wilayah Kota Bogor Tahun 2019-2022 sudah terjadi sekitar 296 kasus kebakaran yang tersebar di 6, dimana 15% diantaranya adalah kejadian kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah [3]. Rata-rata penyebab kebakaran yaitu korsleting listrik. Berdasarkan UURI

No. 22 tahun 2009 kendaraan pemadam kebakaran pada saat menjalankan tugas menjadi prioritas di urutan pertama untuk didahulukan [4]. Penelitian sebelumnya berkaitan dengan evaluasi waktu tanggap pemadam kebakaran, yaitu [5], [6], [7], [8], [9]. Bahaya kebakaran terbagi menjadi dua kelompok yaitu kebakaran ringan dan kebakaran sedang [10]. Penanganan kebakaran harus dilakukan dengan cepat agar dapat meminimalisir kerugian yang akan ditimbulkan dari bencana kebakaran. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi *response time*



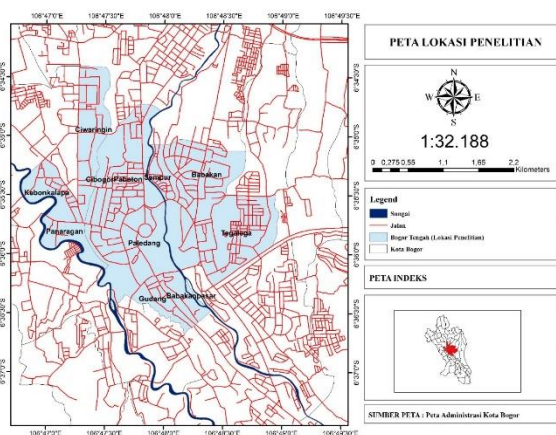
transportation emergency car pada kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif. Penelitian kualitatif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan perilaku yang dapat diamati [11].

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Bogor Tengah Kota Bogor.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan selama enam bulan sejak bulan Januari 2023 sampai bulan Juni 2023.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian ini menggunakan metode wawancara. Wawancara dilakukan kepada *driver* pemadam kebakaran di tiga sektor yang ada di Kota Bogor, sebagai berikut:

1. Sektor Sukasari.
2. Sektor Yasmin.
3. Sektor Cibuluh.

2.4. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan metode analisis wilayah manajemen kebakaran sesuai dengan lampiran keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum Nomor 11 Tahun 2000 dimana wilayah manajemen kebakaran tidak melebihi radius 7,5 km [12]. Analisis tingkat *response time* transportasi untuk mengetahui tingkat kecepatan penanganan yang sudah dilakukan oleh Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan dalam menjalankan tugas penanggulangan dan pengendalian bencana kebakaran.

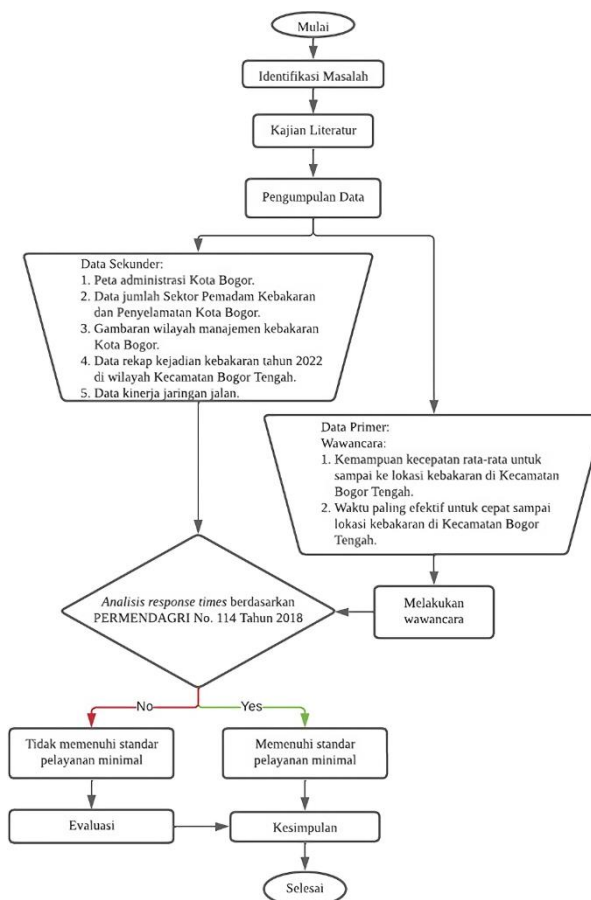
$$\frac{\text{Jumlah Kejadian dalam waktu tanggap}}{\text{Jumlah Keseluruhan Kejadian}} \times 100\% \quad (1)$$

Standar Pelayanan Minimal *response time* harus 100%, Jika hasil presentase belum mencapai 100%, maka wajib untuk terus meningkatkan upaya pencapaian [13].

Analisis kecepatan rata-rata yang didapat dari hasil wawancara kepada driver pemadam kebakaran. Selain mengetahui kecepatan didapat juga rute yang dipilih oleh driver pemadam kebakaran, untuk kemudian ditinjau kembali apakah pemilihan rute sudah tepat atau belum berdasarkan evaluasi kinerja jaringan jalan dan simpang wilayah Kota Bogor [14].

2.3. Bagan Alir Penelitian

Agar penelitian ini dapat menghasilkan tujuan yang diinginkan, dibuatlah bagan alir penelitian sebagai pedoman pelaksanaan, sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir

3. Hasil dan Pembahasan

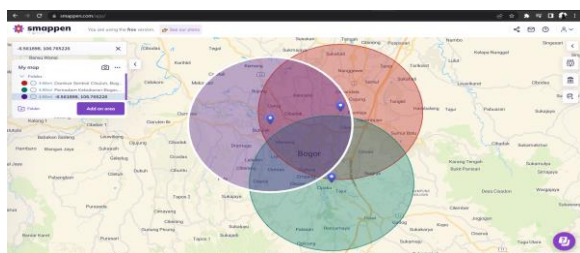
3.1. Evaluasi *Response Time Transportation Car* pada Kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah

Untuk mengevaluasi *response time transportation car* perlu dilihat dari tiga faktor, yaitu wilayah manajemen kebakaran, tingkat *response time* yang dilihat dari data kejadian kebakaran, dan kecepatan rata-rata. Wilayah manajemen kebakaran mendeskripsikan jangkauan pelayanan dari setiap sektor pemadam kebakaran dan penyelamatan yang sesuai dengan lampiran Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum Nomor 11 Tahun

2000 dimana wilayah manajemen kebakaran tidak melebihi radius 7,5 km dan harus sampai <15 menit. Kota Bogor memiliki tiga sektor pemadam kebakaran dan penyelamatan, sebagai berikut:

1. Sektor Sukasari di Jl. Raya Pajajaran No.01 raya, RT.07/RW.02, Sukasari, Kec. Bogor Tim., Kota Bogor, Jawa Barat 16142.
3. Sektor Yasmin di Jl. KH. R. Abdullah Bin Nuh No.1, RT.03/RW.01, Curugmekar, Kec. Bogor Bar., Kota Bogor, Jawa Barat 16113.
4. Sektor Cibuluh di Jl. Raya Ciluar Simpang Pomad Ciluar, RT.04/RW.01, Cibuluh, Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154.

Setelah digambarkan melalui website smappen.com radius 7,5 km dari setiap lokasi sektor pemadam kebakaran dan penyelamatan, didapat bahwa setiap kelurahan yang berada di Kecamatan Bogor Tengah termasuk kedalam wilayah manajemen kebakaran ketiga sektor tersebut. Berikut adalah gambaran dari wilayah manajemen kebakaran untuk wilayah Kecamatan Bogor Tengah.



Gambar 3. Wilayah manajemen kebakaran (smappen, 2023)

Setelah digambarkan melalui website smappen.com dengan jenis peta waktu perjalanan, didapat bahwa ketiga sektor dapat memenuhi kebutuhan pelayanan sesuai dengan wilayah manajemen kebakaran. Dimana setiap sektor dapat mencapai Kecamatan Bogor Tengah tidak lebih dari 15 menit.



Gambar 4. Wilayah yang dapat dicapai dalam 15 menit (smappen.com, 2023)

Adapun dalam data rekap kejadian kebakaran sejak bulan Januari 2022 sampai dengan Desember 2022 terjadi sekitar 86 kebakaran dimana 12 diantaranya adalah kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah. *Response time* tercepat adalah 5 menit dan terlama adalah 13 menit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 [15].

Tabel 1. Data rekap kejadian kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah

2022	Kecamatan Bogor Tengah	
	Jumlah kebakaran	<i>Response time</i> (menit)
Januari	0	0
Februari	0	0
Maret	1	12
April	2	9
Mei	1	10
Juni	3	13
Juli	1	10
Agustus	0	0
September	2	7
Oktober	0	0
November	1	6
Desember	1	5
Jumlah	12	

Dari data tersebut maka dianalisis tingkat *response time* dari keseluruhan kejadian kebakaran selama tahun 2022, sebagai berikut:

$$\text{Tingkat response time} = \frac{\text{Jumlah Kejadian dalam waktu tanggap}}{\text{Jumlah Keseluruhan Kejadian}} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat response time} = \frac{12}{12} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat response time} = 100\%$$

Berdasarkan analisis tingkat *response time* didapat hasilnya yaitu 100% dan sesuai dengan PERMENDAGRI Nomor 114 Tahun 2018.

Wawancara yang dilakukan kepada pengendara unit pemadam kebakaran didapat bahwa kecepatan rata-rata unit kendaraan ketika menuju lokasi kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah adalah 60-80 km/jam dan jika lalu lintas padat bisa mencapai 40 km/jam.

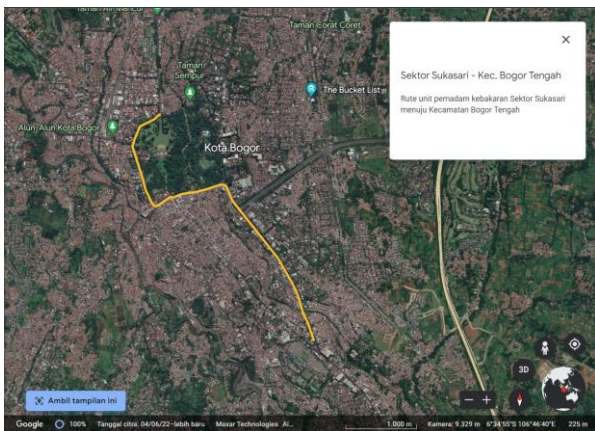
...Kota Bogor banyak kemacetan jadi sekitar 50-80 km/jam itu sampai TKP jika macet bisa mencapai 40 km/jam, dalam waktu 7-10 menit... **(Wawancara dengan driver unit pemadam kebakaran Sektor Sukasari, Yasmin dan Cibuluh, Bapak Andre, Bapak Amir dan Bapak Suhanda Tanggal 5 dan 6 Juni 2023).**

Setiap Sektor Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan yang ada di Kota Bogor melayani kebakaran yang terjadi di Kecamatan Bogor Tengah karena termasuk kedalam wilayah manajemen kebakaran masing-masing sektor. Berdasarkan hasil wawancara, adapun rute yang dilalui dari masing-masing sektor menuju kebakaran yang terjadi di Kecamatan Bogor Tengah, sebagai berikut:

1. Sektor Sukasari
 Berdasarkan hasil wawancara, didapat rute untuk mencapai lokasi kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah dari Sektor Sukasari yaitu melalui Jl. Raya Padjajaran – Jl. Otto Iskandardinata – Jl. Ir. H. Juanda – TKP.
 ...Kalo kami dari Mako Sukasari ini ke padjajaran, Otista, BTM, Kebun Raya, baru langsung ke wilayah Bogor Tengah... **(Wawancara dengan driver unit**

pemadam kebakaran Sektor Sukasari, Bapak Andre, Tanggal 5 Juni 2023).

Berikut adalah gambaran rute dari Sektor Sukasari menuju Kecamatan Bogor Tengah.



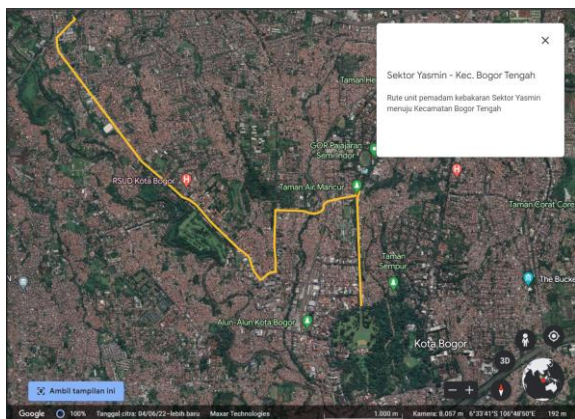
Gambar 5. Rute unit pemadam kebakaran Sektor Sukasari menuju ke lokasi kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah

2. Sektor Yasmin

Berdasarkan hasil wawancara, didapat rute untuk mencapai lokasi kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah dari Sektor Yasmin yaitu melalui Jl. Rong Road Taman Yasmin – Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira – Jl. Cilendek – Jl. DR. Semeru – Jl. Mawar – Jl. Merdeka – Jl. Re. Martadinata – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Ir. H. Juanda – TKP.

...Biasanya kita memakai rute dari pos Yasmin belok ke kanan ke arah perempatan Sempak, dari perempatan Sempak kita belok ke kiri ke arah Cilendek terus ke Semeru terus Pasar Mawar., dari Pasar Mawar kita belok ke kiri ke arah Korem, dari Korem kita lurus terus ke arah RE. Martadinata, dari RE. Martadinata itu kita muter ke Air Mancur, dari bundaran air mancur kita langsung ke TKP... **(Wawancara dengan driver unit pemadam kebakaran Sektor Sukasari, Bapak Fajar, Tanggal 6 Juni 2023).**

Berikut adalah gambaran rute dari Sektor Yasmin menuju Kecamatan Bogor Tengah.

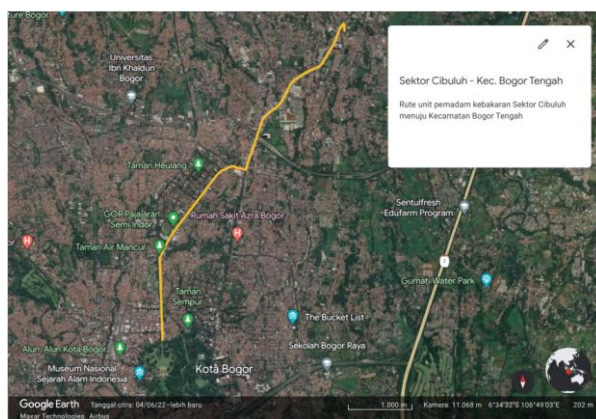


Gambar 6. Rute unit kendaraan pemadam kebakaran sektor Yasmin menuju ke Lokasi kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah

3. Sektor Cibuluh

Berdasarkan hasil wawancara, didapat rute untuk mencapai lokasi di Kecamatan Bogor Tengah dari Sektor Cibuluh yaitu melalui Jl. Pangeran Sogiri – Jl. Raya Jakarta-Bogor – Jl. Raya K. S. Tubun – Jl. A. Yani – Jl. Jend. Sudirman – Jl. Ir. H. Juanda – TKP. ...Lewat Jalan Raya Bogor-Jakarta terus masuk Warung Jambu atau Jalan Padjajaran belok kanan terus masuk Jalan Ahmad Yani terus Jalan Sudirman Sampai Kodim belok kanan... **(Wawancara dengan driver unit pemadam kebakaran Sektor Cibuluh, Bapak Ruslan, Tanggal 6 Juni 2023).**

Berikut adalah gambaran rute dari Sektor Cibuluh menuju Kecamatan Bogor Tengah.



Gambar 7. Rute unit kendaraan pemadam kebakaran Sektor Cibuluh menuju ke Lokasi kebakaran di Kecamatan Bogor Tengah

Hasil wawancara, waktu yang paling efektif itu terjadi pada malam hari.

...Kalo waktu yang efektif itu untuk sampai TKP kejadian kebakaran itu waktu malam hari, karena situasi lalu lintasnya sepi kendaraan berkurang tidak banyak lalu lalang kayak pagi... **(Wawancara dengan driver unit pemadam kebakaran Sektor Sukasari, Yasmin dan Cibuluh, Bapak Andre, Bapak Deni dan Bapak Sendi, Tanggal 5 dan 6 Juni 2023).**

Selain pemilihan rute perjalanan dan waktu terjadinya kebakaran, kecepatan unit pemadam kebakaran juga dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas yang di lalui menuju lokasi kejadian. Berikut adalah rekap kinerja jaringan jalan wilayah Kota Bogor tahun 2022. Untuk Sektor Sukasari terdapat kapasitas ruas terbesar adalah Jl. Otto Iskandardinata yaitu sebesar 6072.00 smp/jam dan kapasitas terkecil adalah Jl. Raya Pajajaran 2 yaitu sebesar 3201.00 smp/jam. Untuk lebih jelasnya mengenai kapasitas ruas jalan yang dilalui oleh Sektor Sukasari dapat dilihat pada Tabel 2 [14].

Tabel 2. Kapasitas ruas jalan yang dilalui Sektor Sukasari

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kapasitas (smp/jam)
Jl. Raya Pajajaran 1	Simp. Ekaloka sari	Simp. Baranang siang	4/2 D	3329.08

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kapasitas (smp/jam)
Jl. Raya Pajajaran 2	Simp. Baranang siang	Simp. Tugu Kujang	4/2 D	3201.00
Jl. Otto Iskandardinata	Simp. Tugu Kujang	Simp. Pasar Bogor	4/1 UD	6072.00
Jl. Ir. H. Djuanda 1	Simp. Pasar Bogor	Simp. BTM	4/1 UD	5221.92
Jl. Ir. H. Djuanda 2	Simp. BTM	Simp. SMA 1	4/1 UD	6072.00
Jl. Ir. H. Djuanda 3	Simp. SMA 1	Simp. Denpom	4/1 UD	5955.84

Pada jalan yang dilalui Sektor Sukasari terdapat volume lalu lintas terbesar di Jl. Otto Iskandardinata yaitu sebesar 4020.00 smp/jam pada hari kerja dan kapasitas terkecil adalah Jl. Ir. H. Djuanda 2 yaitu sebesar 1938.79 smp/jam. Untuk lebih jelasnya mengenai volume lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Sukasari dapat dilihat pada Tabel 3 [14].

Tabel 3. Volume lalu lintas yang dilalui Sektor Sukasari

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Volume	
				Kerja (smp/jam)	Libur (smp/jam)
Jl. Raya Pajajaran 1	Simp. Ekaloka sari	Simp. Baranangsiang	4/2 D	1936.16	1943.71
Jl. Raya Pajajaran 2	Simp. Baranangsiang	Simp. Tugu Kujang	4/2 D	3056.14	2034.08
Jl. Otto Iskandardinata	Simp. Tugu Kujang	Simp. Pasar Bogor	4/1 UD	4020.91	3602.92
Jl. Ir. H. Djuanda 1	Simp. Pasar Bogor	Simp. BTM	4/1 UD	3186.91	2948.47
Jl. Ir. H. Djuanda 2	Simp. BTM	Simp. SMA 1	4/1 UD	3530.43	1938.79
Jl. Ir. H. Djuanda 3	Simp. SMA 1	Simp. Denpom	4/1 UD	3263.48	3286.94

Untuk mengetahui apakah kapasitas jalan yang dilalui cukup untuk volume lalu lintas yang ada, maka perlunya perbandingan V/C ratio. Untuk Sektor Sukasari terdapat V/C ratio terbesar berada di Jl. Raya Pajajaran 2 yaitu sebesar 0.95 pada hari kerja dan V/C ratio terkecil berada di Jl. Ir. H. Djuanda 2 yaitu sebesar 0.32 pada hari libur. Maka diketahui bahwa telah terjadi kepadatan di Jl. Pajajaran 2 pada hari libur karena nilai V/C ratio telah mencapai >0.8. Untuk lebih jelasnya mengenai V/C ratio pada jalan yang dilalui oleh Sektor Sukasari dapat dilihat pada Tabel 4 [14].

Tabel 4. V/C ratio lalu lintas yang dilalui Sektor Sukasari

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	V/C Ratio	
				Kerja	Libur
Jl. Raya Pajajaran 1	Simp. Ekaloka sari	Simp. Baranangsiang	4/2 D	0.58	0.58
Jl. Raya Pajajaran 2	Simp. Baranangsiang	Simp. Tugu Kujang	4/2 D	0.95	0.64
Jl. Otto Iskandardinata	Simp. Tugu Kujang	Simp. Pasar Bogor	4/1 UD	0.66	0.59
Jl. Ir. H. Djuanda 1	Simp. Pasar Bogor	Simp. BTM	4/1 UD	0.61	0.56
Jl. Ir. H. Djuanda 2	Simp. BTM	Simp. SMA 1	4/1 UD	0.58	0.32

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i1.592>

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	V/C Ratio	
				Kerja	Libur
Jl. Ir. H. Djuanda 3	Simp. SMA 1	Simp. Denpom	4/1 UD	0.55	0.55

Untuk menangani bencana kebakaran dibutuhkan waktu tempuh yang singkat, hal ini berhubungan dengan kecepatan lalu lintas. Dalam rekap kinerja jaringan jalan terdapat data rata-rata kecepatan lalu lintas. Kecepatan lalu lintas tertinggi di jalan yang dilalui oleh Sektor Sukasari berada di Jl. Raya Pajajaran 1 yaitu mencapai kecepatan 45.58 km/jam sedangkan kecepatan terendah 26.55 km/jam yang berada di Jl. Otto Iskandardinata. Untuk lebih jelasnya mengenai kecepatan lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Sukasari dapat dilihat pada Tabel 5 [14].

Tabel 5. Kecepatan lalu lintas yang dilalui Sektor Sukasari

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kecepatan	
				Kerja (km/jam)	Libur (km/jam)
Jl. Raya Pajajaran 1	Simp. Ekaloka sari	Simp. Baranangsiang	4/2 D	45.58	34.2
Jl. Raya Pajajaran 2	Simp. Baranangsiang	Simp. Tugu Kujang	4/2 D	30.33	39.71
Jl. Otto Iskandardinata	Simp. Tugu Kujang	Simp. Pasar Bogor	4/1 UD	26.55	41.35
Jl. Ir. H. Djuanda 1	Simp. Pasar Bogor	Simp. BTM	4/1 UD	29.92	27.14
Jl. Ir. H. Djuanda 2	Simp. BTM	Simp. SMA 1	4/1 UD	39.5	35.1
Jl. Ir. H. Djuanda 3	Simp. SMA 1	Simp. Denpom	4/1 UD	37.01	33.71

Berdasarkan Tabel 5 diatas, kecepatan juga dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas yang ada. Jalan paling padat yang dilalui oleh Sektor Sukasari berada di Jl. Ir. H. Djuanda 2 pada hari libur yaitu sebesar 136.31 smp.menit/km dan kepadatan terendah berada di Jl. Raya Pajajaran 1 pada hari kerja yaitu sebesar 46.39 smp.menit/km. Untuk lebih jelasnya mengenai kepadatan lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Sukasari dapat dilihat pada Tabel 6 [14].

Tabel 6. Kepadatan lalu lintas yang dilalui Sektor Sukasari

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kepadatan	
				Kerja (smp.menit/km)	Libur (smp.menit/km)
Jl. Raya Pajajaran 1	Simp. Ekaloka sari	Simp. Baranangsiang	4/2 D	46.39	59.75
Jl. Raya Pajajaran 2	Simp. Baranangsiang	Simp. Tugu Kujang	4/2 D	107.25	67.22
Jl. Otto Iskandardinata	Simp. Tugu Kujang	Simp. Pasar Bogor	4/1 UD	129.99	72.58
Jl. Ir. H. Djuanda 1	Simp. Pasar Bogor	Simp. BTM	4/1 UD	110.36	111.36
Jl. Ir. H. Djuanda 2	Simp. BTM	Simp. SMA 1	4/1 UD	93.2	136.31
Jl. Ir. H. Djuanda 3	Simp. SMA 1	Simp. Denpom	4/1 UD	98.96	104.1

Setelah mengetahui kondisi lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Sukasari dan selanjutnya perlu mengetahui sektor lainnya yaitu Sektor Yasmin. Kapasitas ruas jalan terbesar berada di Jl. Mawar yaitu sebesar 5448.96 smp/jam dan kapasitas terkecil adalah Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira yaitu sebesar 1160.58 smp/jam. Untuk lebih jelasnya mengenai kapasitas ruas jalan yang dilalui oleh Sektor Yasmin dapat dilihat pada Tabel 7 [14].

Tabel 7. Kapasitas ruas jalan yang dilalui Sektor Yasmin

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kapasitas (smp/jam)
Jl. KH. Abdullah bin Nuh 3	Simp. Yasmin	Simp. Semplak	4/2 D	3201
Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira	Simp. Semplak	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	2/2 UD	1160.58
Jl. DR. Semeru 3	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	Simp. RSUD	4/2D	3201
Jl. DR. Semeru 2	Simp. RSUD	Simp. Mawar - Dr. Semeru	4/2 UD	2910
Jl. Mawar	Simp. Mawar - Dr. Semeru	Simp. Mawar - Tentara Pelajar	4/1	5448.96
Jl. Re. Martadinata	Simp. TL Manunggal Cimanggu	Simp. Air Mancur	2/2 UD	1553.82
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	2992.5
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	3055.5
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	3055.5

Pada jalan yang dilalui Sektor Yasmin terdapat volume lalu lintas terbesar di Jl. Mawar yaitu sebesar 2850.61 smp/jam pada hari kerja dan kapasitas terkecil adalah Jl. Dr. Semeru 3 yaitu sebesar 600.25 smp/jam. Untuk lebih jelasnya mengenai volume lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Yasmin dapat dilihat pada Tabel 8 [14].

Tabel 8. Volume lalu lintas yang dilalui Sektor Yasmin

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Volume	
				Keja (smp/jam)	Libur (smp/jam)
Jl. KH. Abdullah bin Nuh 3	Simp. Yasmin	Simp. Semplak	4/2 D	1739.62	1483.55
Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira	Simp. Semplak	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	2/2 UD	953.4	900.37
Jl. DR. Semeru 3	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	Simp. RSUD	4/2 D	1322.95	600.25
Jl. DR. Semeru 2	Simp. RSUD	Simp. Mawar - Dr. Semeru	4/2 UD	1483.53	1102.69
Jl. Mawar	Simp. Mawar - Dr. Semeru	Simp. Mawar - Tentara Pelajar	4/1	2850.61	2721

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Volume	
				Keja (smp/jam)	Libur (smp/jam)
Jl. Re. Martadinata	Simp. TL Manunggal Cimanggu	Simp. Air Mancur	2/2 UD	730.59	682.76
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	1285.43	1294.01
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	1303.46	1403.54
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	1492.99	1362.56

Untuk mengetahui apakah kapasitas jalan yang dilalui cukup untuk volume lalu lintas yang ada, maka perlunya perbandingan V/C ratio. Untuk Sektor Yasmin terdapat V/C ratio terbesar berada di Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira yaitu sebesar 0.78 pada hari kerja dan hari libur serta V/C ratio terkecil berada di Jl. Dr. Semeru 3 yaitu sebesar 0.19 pada hari libur. Maka diketahui bahwa telah terjadi sedikit kepadatan di Bridjen Saptadji Hadiprawira pada hari kerja dan libur karena nilai V/C ratio hampir mencapai >0.8. Untuk lebih jelasnya mengenai V/C ratio pada jalan yang dilalui oleh Sektor Yasmin dapat dilihat pada Tabel 9 [14].

Tabel 9. V/C ratio lalu lintas yang dilalui Sektor Yasmin

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	V/C Ratio	
				Kerja	Libur
Jl. KH. Abdullah bin Nuh 3	Simp. Yasmin	Simp. Semplak	4/2 D	0.54	0.46
Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira	Simp. Semplak	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	2/2 UD	0.78	0.78
Jl. DR. Semeru 3	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	Simp. RSUD	4/2D	0.41	0.19
Jl. DR. Semeru 2	Simp. RSUD	Simp. Mawar - Dr. Semeru	4/2 UD	0.5	0.4
Jl. Mawar	Simp. Mawar - Dr. Semeru	Simp. Mawar - Tentara Pelajar	4/1	0.52	0.5
Jl. Re. Martadinata	Simp. TL Manunggal Cimanggu	Simp. Air Mancur	2/2 UD	0.47	0.44
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	0.43	0.43
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	0.43	0.46
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	0.49	0.45

Penanggulangan bencana kebakaran dibutuhkan waktu tempuh yang singkat, hal ini berhubungan dengan kecepatan lalu lintas. Dalam rekap kinerja jaringan jalan terdapat data rata-rata kecepatan lalu lintas. Kecepatan lalu lintas tertinggi di jalan yang dilalui oleh Sektor Yasmin berada di Jl. Jend. Sudirman 3 yaitu mencapai

kecepatan 45.96 km/jam sedangkan kecepatan terendah 24.16 km/jam yang berada di Jl. Jend. Sudirman 1. Untuk lebih jelasnya mengenai kecepatan lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Yasmin dapat dilihat pada Tabel 10 [14].

Tabel 10. Kecepatan lalu lintas yang dilalui Sektor Yasmin

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	enis Jalar	Kecepatan	
				Kerja (km/jam)	Libur (km/jam)
Jl. KH. Abdullah bin Nuh 3	Simp. Yasmin	Simp. Semplak	4/2 D	43.77	31.78
Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira	Simp. Semplak	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	2/2 UD	30.82	38.67
Jl. DR. Semeru 3	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	Simp. RSUD	4/2D	44.13	27.55
Jl. DR. Semeru 2	Simp. RSUD	Simp. Mawar - Dr. Semeru	4/2 UD	39.85	40.1
Jl. Mawar	Simp. Mawar - Dr. Semeru	Simp. Mawar - Tentara Pelajar	4/1	29.83	29.83
Jl. Re. Martadinata	Simp. TL Manungga 1	Simp. Air Mancur	2/2 UD	35.45	27.27
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	40.89	45.96
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	44.25	45.63
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	33.07	24.16

Berdasarkan Tabel diatas, kecepatan juga dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas yang ada. Jalan paling padat yang dilalui oleh Sektor Yasmin berada di Jl. Mawar pada hari kerja yaitu sebesar 103.89 smp.menit/km dan kepadatan terendah berada di Jl. Dr. Semeru 3 pada hari libur yaitu sebesar 21.37 smp.menit/km. Untuk lebih jelasnya mengenai kepadatan lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Yasmin dapat dilihat pada Tabel 11 [14].

Tabel 11. Kepadatan lalu lintas yang dilalui Sektor Yasmin

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kepadatan	
				Kerja (smp.menit/km)	Libur (smp.menit/km)
Jl. KH. Abdullah bin Nuh 3	Simp. Yasmin	Simp. Semplak	4/2 D	43.57	52.75
Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira	Simp. Semplak	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	2/2 UD	31.78	23.75
Jl. DR. Semeru 3	Simp. Gg. Mesjid (Pabuaran Poncol)	Simp. RSUD	4/2 D	37.25	21.37
Jl. DR. Semeru 2	Simp. RSUD	Simp. Mawar - Dr. Semeru	4/2 UD	38.9	29.1
Jl. Mawar	Simp. Mawar - Dr. Semeru	Simp. Mawar - Tentara Pelajar	4/1	103.89	101.9

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kepadatan	
				Kerja (smp.menit/km)	Libur (smp.menit/km)
Jl. Re. Martadinata	Simp. TL Manungga 1	Simp. Air Mancur	2/2 UD	22.6	26.35
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	37.63	29.88
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	36.99	36.5
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	49.04	58.67

Setelah mengetahui kondisi lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Sukasari dan Sektor Yasmin selanjutnya perlu mengetahui sektor terakhir yaitu Sektor Cibuluh. Kapasitas ruas jalan terbesar berada di Jl. A. Yani 1 yaitu sebesar 3350.16 smp/jam dan kapasitas terkecil adalah Jl. Pangeran Sogiri yaitu sebesar 1363 smp/jam. Untuk lebih jelasnya mengenai kapasitas ruas jalan yang dilalui oleh Sektor Cibuluh dapat dilihat pada Tabel 12 [14].

Tabel 12. Kapasitas ruas jalan yang dilalui Sektor Cibuluh

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kapasitas (smp/jam)
Jl. Pangeran Sogiri	Simp. POMAD	Simp. Akses BORR	2/2 UD	1363
Jl. Raya K. S. Tubun 3	Simp. POMAD	Simp. Talang	4/2 D	2760
Jl. Raya K. S. Tubun 2	Simp. Talang	Simp. Narkoba (BORR)	4/2 D	2511.6
Jl. Raya K. S. Tubun 1	Simp. Narkoba (BORR)	Simp. Warung Jambu	4/2 D	3009.6
Jl. A. Yani 2	Simp. Warung Jambu	Simp. Dadali-A. Yani	4/2 D	3072.96
Jl. A. Yani 1	Simp. Dadali-A. Yani	Simp. Air Mancur	2/1	3350.16
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	2992.5
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	3055.5
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	3055.5

Pada jalan yang dilalui Sektor Cibuluh terdapat volume lalu lintas terbesar di Jl. A. Yani 2 yaitu sebesar 2013.81 smp/jam pada hari kerja dan kapasitas terkecil adalah Jl. Pangeran Sogiri yaitu sebesar 643.79 smp/jam. Untuk lebih jelasnya mengenai volume lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Cibuluh dapat dilihat pada Tabel 13 [14].

Tabel 13. Volume lalu lintas yang dilalui Sektor Cibuluh

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Volume	
				Keja (smp/jam)	Libur (smp/jam)
Jl. Pangeran Sogiri	Simp. POMAD	Simp. Akses BORR	2/2 UD	762.84	643.79
Jl. Raya K. S. Tubun 3	Simp. POMAD	Simp. Talang	4/2 D	1205.33	942.67
Jl. Raya K. S. Tubun 2	Simp. Talang	Simp. Narkoba (BORR)	4/2 D	1397.43	1503.08

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Volume	
				Kerja (smp/jam)	Libur (smp/jam)
Jl. Raya K. S. Tubun 1	Simp. Narkoba (BORR)	Simp. Warung Jambu	4/2 D	1195.96	1107.73
Jl. A. Yani 2	Simp. Warung Jambu	Simp. Dadali-A. Yani	4/2 D	2013.81	1983.99
Jl. A. Yani 1	Simp. Dadali-A. Yani	Simp. Air Mancur	2/1	1628.67	1493.54
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	1285.43	1294.01
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	1303.46	1403.54
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	1492.99	1362.56

Untuk mengetahui apakah kapasitas jalan yang dilalui cukup untuk volume lalu lintas yang ada, maka perlunya perbandingan V/C ratio. Untuk Sektor Cibuluh terdapat V/C ratio terbesar berada di Jl. A. Yani 2 yaitu sebesar 0.66 pada hari kerja serta V/C ratio terkecil berada di Jl. Raya K. S. Tubun yaitu sebesar 0.34 pada hari libur. Maka diketahui bahwa tidak terjadi kepadatan di rute yang dilalui Sektor Cibuluh karena nilai V/C ratio tidak mencapai >0.8. Untuk lebih jelasnya mengenai V/C ratio pada jalan yang dilalui oleh Sektor Cibuluh dapat dilihat pada Tabel 14 [14].

Tabel 14. V/C ratio lalu lintas yang dilalui Sektor Cibuluh

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	V/C Ratio	
				Kerja	Libur
Jl. Pangeran Sogiri	Simp. POMAD	Simp. Akses BORR	2/2 UD	0.56	0.47
Jl. Raya K. S. Tubun 3	Simp. POMAD	Simp. Talang	4/2 D	0.44	0.34
Jl. Raya K. S. Tubun 2	Simp. Talang	Simp. Narkoba (BORR)	4/2 D	0.56	0.6
Jl. Raya K. S. Tubun 1	Simp. Narkoba (BORR)	Simp. Warung Jambu	4/2 D	0.4	0.37
Jl. A. Yani 2	Simp. Warung Jambu	Simp. Dadali-A. Yani	4/2 D	0.66	0.65
Jl. A. Yani 1	Simp. Dadali-A. Yani	Simp. Air Mancur	2/1	0.49	0.45
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	0.43	0.43
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	0.43	0.46
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	0.49	0.45

Penanggulangan bencana kebakaran membutuhkan waktu tempuh yang singkat, maka perlu untuk mengetahui kecepatan lalu lintas di jalan yang dilalui. Dalam rekap kinerja jaringan jalan terdapat data rata-rata kecepatan lalu lintas. Kecepatan lalu lintas tertinggi di jalan yang dilalui oleh Sektor Cibuluh berada di Jl. A. Yani 1 yaitu mencapai kecepatan 46.92 km/jam sedangkan kecepatan terendah 24.16 km/jam yang berada di Jl. Jend. Sudirman 1. Untuk lebih jelasnya

mengenai kecepatan lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Cibuluh dapat dilihat pada Tabel 15 [14].

Tabel 15. Kecepatan lalu lintas yang dilalui Sektor Cibuluh

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kecepatan	
				Kerja (km/jam)	Libur (km/jam)
Jl. Pangeran Sogiri	Simp. POMAD	Simp. Akses BORR	2/2 UD	37.25	28.52
Jl. Raya K. S. Tubun 3	Simp. POMAD	Simp. Talang	4/2 D	34.7	31.25
Jl. Raya K. S. Tubun 2	Simp. Talang	Simp. Narkoba (BORR)	4/2 D	35.61	42.24
Jl. Raya K. S. Tubun 1	Simp. Narkoba (BORR)	Simp. Warung Jambu	4/2 D	28.76	32.38
Jl. A. Yani 2	Simp. Warung Jambu	Simp. Dadali-A. Yani	4/2 D	29.66	31.42
Jl. A. Yani 1	Simp. Dadali-A. Yani	Simp. Air Mancur	2/1	46.92	40.25
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	40.89	45.96
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	44.25	45.63
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	33.07	24.16

Berdasarkan Tabel diatas, kecepatan juga dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas yang ada. Jalan paling padat yang dilalui oleh Sektor Cibuluh berada di Jl. Jend. Sudirman 1 pada hari libur yaitu sebesar 58.67 smp.menit/km dan kepadatan terendah berada di Jl. A. Yani 2 pada hari libur yaitu sebesar 14.72 smp.menit/km. Untuk lebih jelasnya mengenai kepadatan lalu lintas yang dilalui oleh Sektor Cibuluh dapat dilihat pada Tabel 16 [14].

Tabel 16. Kepadatan lalu lintas yang dilalui Sektor Cibuluh

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kepadatan	
				Kerja (smp.menit/km)	Libur (smp.menit/km)
Jl. Pangeran Sogiri	Simp. POMAD	Simp. Akses BORR	2/2 UD	20.79	22.78
Jl. Raya K. S. Tubun 3	Simp. POMAD	Simp. Talang	4/2 D	37.17	31.25
Jl. Raya K. S. Tubun 2	Simp. Talang	Simp. Narkoba (BORR)	4/2 D	40.73	36.36
Jl. Raya K. S. Tubun 1	Simp. Narkoba (BORR)	Simp. Warung Jambu	4/2 D	42.93	36.09
Jl. A. Yani 2	Simp. Warung Jambu	Simp. Dadali-A. Yani	4/2 D	17.84	14.72
Jl. A. Yani 1	Simp. Dadali-A. Yani	Simp. Air Mancur	2/1	42.06	37.7
Jl. Jend. Sudirman 3	Simp. Air Mancur	Simp. Sawojajar	4/2 UD	37.63	29.88
Jl. Jend. Sudirman 2	Simp. Sawojajar	Simp. Pengadilan (RS Salak)	4/2 UD	36.99	36.5

Nama Jalan	Node Awal	Node Akhir	Jenis Jalan	Kepadatan	
				Kerja (smp. menit /km)	Libur (smp. Menit /km)
Jl. Jend. Sudirman 1	Simp. Pengadilan (RS Salak)	Simp. Denpom	4/2 UD	49.04	58.67

Berdasarkan rekap kinerja jaringan jalan wilayah Kota Bogor tahun 2022, pemilihan rute masih terdapat titik kepadatan lalu lintas, namun hal itu masih tergolong aman karena kepadatan yang terjadi hanya berpengaruh pada dua sektor, yaitu kepadatan yang terjadi Jl. Brigjen Saptadji Hadiprawira yang dilalui oleh Sektor Yasmin dan kepadatan yang terjadi pada hari libur di Jl. Raya Padjajaran 2 yang dilalui Sektor Sukasari. Sektor Cibuluh yang tidak terkena dampak kepadatan lalu lintas akan sampai lokasi kebakaran lebih cepat dibandingkan dengan sektor lainnya.

4. Kesimpulan

Hasil evaluasi *response time transportation emergency car* dalam mengatasi bencana kebakaran di kawasan Kecamatan Bogor Tengah sepanjang tahun 2022 dapat disimpulkan sudah berjalan dengan baik dengan tingkat *response time* 100%. Kecamatan Bogor Tengah merupakan wilayah manajemen kebakaran tiga sektor, dalam pemilihan rute oleh *driver* unit pemadam kebakaran masuk dalam kategori lalu lintas tidak padat. Titik kepadatan lalu lintas hanya terjadi di 1 ruas jalan yang dilalui oleh Sektor Yasmin dan Sektor Sukasari. Penanggulangan bencana kebakaran tetap bisa tertangani dengan baik karena rute yang dilalui oleh Sektor Cibuluh tidak terkena dampak kepadatan lalu lintas. Dalam hal ini ketiga sektor tetap dapat sampai ke lokasi kejadian tepat waktu yaitu < 15 menit.

Daftar Referensi

- [1] Wali Kota Bogor, "Peraturan Daerah Kota Bogor Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor Tahun 2011-2031," Wali Kota Bogor, Kota Bogor, 2021.
- [2] Badan Pusat Statistik Kota Bogor, "Kepadatan Penduduk (orang/km persegi), 2014-2021," 13 Juli 2022. [Online]. Available: <https://bogorkota.bps.go.id/indicator/12/55/1/kepadatan-penduduk.html>.
- [3] Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kota Bogor, "Data Rekap Kejadian Perkara," Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan, Kota Bogor, 2022.
- [4] Pemerintah Republik Indonesia, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan," Sekretariat Negara, Indonesia, 2009.
- [5] S. Bangun, "Evaluasi Emergency Response Time Pada Bangunan Perkantoran dan Lingkungan di Jakarta Pusat Berbasis Risiko Untuk Perencanaan Lokasi Pemadam Kebakaran," Tesis Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Jakarta, 2016.
- [6] A. Fitri, M. dan I. Syahrial, "Implementasi Standar Pelayanan Minimal (SPM) Penanggulangan Bencana Kebakaran Pada Pemadam Kebakaran Kabupaten Pesisir Selatan," *Jurnal Ilmiah Ekotrans & Erudisi*, pp. Vol. 2, No. 1. Halaman 1-10, 2022.
- [7] M. A. Pratiwi, F. Lestari dan R. , "Analisis Implementasi Sistem Tanggap Darurat Berdasarkan Asosiasi Perlindungan Kebakaran Nasional 1600," *Kesmas, Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, pp. Vol. 7, No. 10. Halaman 435-439, 2013.
- [8] M. Z. Mukti, "Kajian Optimasi Lokasi Pos Pemadam Kebakaran Di Kota Pekanbaru," Tesis Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, 2020.
- [9] F. P. Hirsan dan I. R. Sushanti, "Analisis Penentuan Wilayah Manajemen Kebakaran Berdasarkan Waktu Tanggap (Response Time) di Kabupaten Lombok Barat," *Jurnal Planoearth*, pp. Vol. 2, No. 1. Halaman 1-10, 2019.
- [10] R. Rahim, "Optimasi Lokasi Pos Pemadam Kebakaran," Bintang Pusaka Madani, Yogyakarta, 2020.
- [11] Z. Abdussamad, *Metode Penelitian Kualitatif*, Makassar: CV. Syakir Media Press, 2021.
- [12] Menteri Negara Pekerjaan Umum, "Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum Nomor: 11/KPTS/2000 Tentang Ketentuan Teknis Manajemen Penanggulangan Kebakaran di Perkotaan," Menteri Negara Pekerjaan Umum, Indonesia, 2000.
- [13] Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia, "Nomor 114 Tahun 2018 Tentang Standar Teknis Pelayanan Dasar Pada Standar Pelayanan Minimal Sub Urusan Kebakaran Daerah Kabupaten/Kota.," Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia, Indonesia, 2018.
- [14] Dinas Perhubungan Kota Bogor, "Evaluasi Kinerja Jaringan Jalan dan Simpang Wilayah Kota Bogor," Dinas Perhubungan Kota Bogor, Kota Bogor, 2022.
- [15] Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kota Bogor, "Rekap Kejadian Kebakaran Kota Bogor," Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kota Bogor, Kota Bogor, 2022.



Studi Perencanaan Fasilitas Integrasi Moda Pada Terminal Baranangsiang Kota Bogor

Risma Amalia Fajar¹, Tedy Murtedjo², Rulhendri³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

¹rismaamaliaf@gmail.com*, ²tedy.murtedjo@uika-bogor.ac.id, ³rulhendri@ft.uika-bogor.ac.id*

Abstract

Transportation mode shift is a node that connects various public transportation into a network. If switching between these modes of transportation can be designed to be easier, faster, and more convenient, then the integration and flexibility of the network as a whole will increase. This study aims to evaluate, analyze and then plan the needs of modal integration facilities based on SPM. identify the condition of existing modal integration facilities at the current terminal, analyze the level of willingness, satisfaction and interest according to the perceptions of transport passengers towards the existing modal integration facilities at Baranangsiang Terminal, and obtain values from respondents on modal integration facilities that are needed or have not been fulfilled at Baranangsiang Terminal Bogor city. This study uses a descriptive method with a quantitative approach. The results of this study are that the Bogor City Baranangsiang Terminal from January to June 2023 has reached 13,490 passengers, which on average reaches 2,248 people per day. Based on the aspect of satisfaction seen from the willingness of respondents to fill out the questionnaire, it was found that the lowest level of satisfaction was pedestrian facilities, lighting, trash cans, the presence of bicycle lanes, disability lanes and signs in the terminal. This aspect of interest is considered very important for terminal users.

Keywords: Moda Integration Facility, Baranangsiang Terminal

Abstrak

Perpindahan moda transportasi merupakan simpul yang menghubungkan berbagai transportasi umum menjadi sebuah jaringan. Jika perpindahan di antara moda transportasi tersebut dapat di desain menjadi lebih mudah, cepat, dan nyaman, maka integrasi dan fleksibilitas dari jaringan secara keseluruhan akan meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi, menganalisis lalu merencanakan kebutuhan fasilitas integrasi moda berdasarkan SPM. mengidentifikasi kondisi fasilitas integrasi moda yang ada di terminal saat ini, Menganalisis tingkat kesediaan, kepuasan dan kepentingan menurut persepsi penumpang angkutan terhadap fasilitas integrasi moda yang ada di Terminal Baranangsiang, dan mendapatkan nilai dari responden terhadap fasilitas integrasi moda yang dibutuhkan atau belum terpenuhi di Terminal Baranangsiang Kota Bogor. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Hasil penelitian ini adalah Terminal Baranangsiang Kota Bogor dalam bulan januari hingga juni 2023 mencapai 13.490 penumpang yang jika di rata-rata kan mencapai 2.248 orang perhari. Berdasarkan aspek kepuasan dilihat dari kesediaan responden dalam mengisi kuisioner maka di dapatkan bahwa tingkat kepuasan terendah yaitu fasilitas pedestrian, penerangan, tempat sampah, keberadaan jalur pesepeda, jalur disabilitas dan rambu dalam terminal. Aspek kepentingan ini di nilai sangat penting untuk pengguna terminal.

Kata kunci: Fasilitas Integrasi Moda, Terminal Baranangsiang

Diterima Redaksi : 2023-08-14 | Selesai Revisi : 2023-10-08 | Diterbitkan Online : 2024-03-01

1. Pendahuluan

Transportasi dapat diartikan sebagai satu kesatuan, suatu unit, suatu integrasi yang bersifat menyeluruh yang terdiri dari berbagai unsur atau komponen dimana masing-masing komponen tersebut saling mendukung dan bekerjasama kemudian menghasilkan sebuah integritas. Transportasi dibutuhkan untuk menunjang perpindahan dari satu tempat ke tempat lain [1]. Juga merupakan aspek penting untuk memperlancar jalannya roda pembangunan aspek ekonomi, industri, Pendidikan

maupun sektor jasa dan perdagangan serta pariwisata. Apabila aksesibilitas pada suatu kota tersebut baik maka akan mudah terpenuhinya kebutuhan masyarakat di kota tersebut. Kota Bogor merupakan salah satu kota di Jabodetabek dengan populasi yang semakin meningkat, Selain itu kondisi strategis kota ini juga menjadi pusat perekonomian dan industri yang menyebabkan kegiatan transportasi di kota bogor menjadi ramai. Terdapat beberapa simpul transportasi yang ada di kota Bogor Terminal Baranangsiang salah satunya. Merupakan



terminal tipe A yang melayani banyak rute perjalanan baik antar provinsi maupun dalam provinsi, hingga antar kota. Terminal Baranangsiang di Kota Bogor rencananya akan di revitalisasi menjadi kawasan Transit Oriented Development (TOD) yang terintegrasi dengan kawasan komersial [2]. Oleh karena itu fasilitas sarana dan prasarana di bidang transportasi harus memenuhi untuk mendukung terciptanya sistem transportasi yang baik untuk masyarakat. Rencananya revitalisasi Terminal Baranangsiang dan LRT merupakan program kolaborasi antara BPTJ, Kementerian Perhubungan bersama Pemerintah Kota Bogor untuk mengatasi kesemrawutan transportasi umum ditengah kota. Berdasarkan kondisi yang ada di Terminal Baranangsiang tersebut perlu adanya perencanaan integrasi moda dan pengembangan fasilitas untuk meningkatkan rasa aman dan nyaman bagi penumpang. Meskipun telah ada fasilitas integrasi moda berupa Biskita Transpakuan didalam terminal akan tetapi fasilitas-fasilitas penunjang integrasi moda lain belum memadai misalnya fasilitas pejalan kaki, fasilitas pesepeda dan fasilitas lainnya guna memberikan kenyamanan dan kemudahan bagi masyarakat pengguna transportasi umum. Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Identifikasi kebutuhan fasilitas integrasi moda yang tersedia di Terminal Baranangsiang
2. Mengevaluasi, menganalisis lalu merencanakan kebutuhan fasilitas integrasi moda berdasarkan SPM

Setelah pelaksanaan dan pencapaian tujuan penelitian, maka diharapkan kontribusi hasil penelitian sebagai bahan untuk merencanakan integrasi moda di Terminal Baranangsiang Kota Bogor

Beberapa penelitian terdahulu terkait perencanaan fasilitas integrasi moda antara lain seperti [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9]

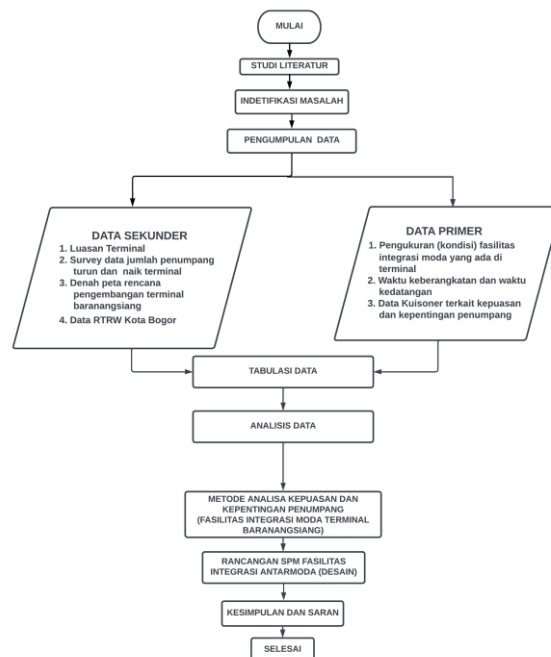
2. Metode Penelitian

Waktu penelitian ini dimulai di bulan Mei 2023 dan selesai pada bulan Agustus 2023. Tempat penelitian terletak di Lokasi Jl. Padjadjaran No. 9, Baranangsiang, Kecamatan Bogor Timur, Kota Bogor Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Secara geografis Kota Bogor terletak diantara 106°48"BT dan 6°26"LS. Letak geografis Kota Bogor ditengah wilayah Kabupaten Bogor serta lokasi nya yang sangat berdekatan dengan Ibu Kota Negara, merupakan potensi yang strategis bagi perkembangan dan pertumbuhan ekonomi, jasa, kegiatan industri, perdagangan, transportasi, komunikasi dan pariwisata.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metodologi dilakukan untuk menemukan, membuktikan dan mengembangkan data yang didapatkan agar mencapai hasil kegiatan yang efektif dan efisien. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode analisis deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Metode deskriptif juga prosedur pemecahan masalah dengan cara menggambarkan objek penelitian pada saat keadaan sekarang berdasarkan fakta-fakta sebagaimana adanya, kemudian dianalisis dan diinterpretasikan, bentuknya berupa survei dan studi perkembangan. Pada metode ini peneliti melakukan analisis data-data numerik (angka) kemudian dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan. Pengumpulan data dilakukan secara primer (survei, kuisisioner/wawancara pengguna angkutan umum dan observasi) dan sekunder (dokumen instansi terkait). Dalam penelitian ini metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk menjelaskan hubungan antara hasil analisis dengan penentuan rencana desain fasilitas integrasi moda pada terminal baranangsiang



Gambar 2. Diagram Alir

3. Hasil dan Pembahasan

Adapun pendapatan penyediaan fasilitas integrasi di suatu simpul transportasi pada dasarnya merupakan bagian dari upaya untuk menjalankan salah satu fungsi simpul transportasi yakni fungsi dalam melayani perpindahan antar moda sebagaimana disebutkan dalam definisi setiap jenis simpul transportasi pada UU No.22 Tahun 2009 tentang LLAJ, UU No.17 Tahun 2008 tentang pelayaran, UU No. 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian, dan UU No.1 Tahun 2009 tentang penerbangan. Terkait standar pelayanan minimum, yang biasa disingkat SPM, dapat didefinisikan sebagai ketentuan mengenai jenis dan mutu pelayanan dasar yang berhak diperoleh pengguna suatu layanan secara minimal. Untuk angkutan umum dalam trayek di Indonesia. Standar pelayanan minimal telah diatur dalam Permen Perhubungan No. 98 Tahun 2013 tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Orang dengan Kendaraan Bermotor Umum dalam Trayek, yang kemudian dilengkapi /diubah dengan Permen No. 29 Tahun 2015. Adapun peningkatan kapasitas angkut yang bersifat massal yang dioperasikan di kawasan perkotaan. Penyelenggaraan angkutan massal berbasis jalan harus memenuhi persyaratan mengenai jenis dan mutu pelayanan sesuai Peraturan Menteri Perhubungan No. 10 Tahun 2012 dan perubahannya tentang Standar Pelayanan Minimal Angkutan Umum Massal berbasis Jalan. Dalam peran transportasi perkotaan UU No. 22 Tahun 2009 mendefinisikan pejalan kaki sebagai setiap orang yang berjalan di ruang lalu lintas jalan. Secara umum, fasilitas pejalan kaki merupakan fasilitas pendukung lalu lintas yang menjadi bagian dari perlengkapan jalan yang wajib disediakan dalam sebuah jalan.

3.1. Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor

Rencana tata ruang Kota Bogor untuk meningkatkan tata ruang yang lebih baik, kapasitas jaringan jalan dan kebijakan penataan ruang Kota Bogor dituangkan dalam peraturan daerah No. 8 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bogor 2011-2031. Tujuan penataan ruang Kota Bogor adalah:

1. Penyelenggaraan pembangunan kota sesuai dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan;
2. Pengamanan dan pelestarian kawasan lindung;
3. Upaya pencapaian ruang terbuka hijau seluas 30% dari luas wilayah kota;
4. Revitalisasi kawasan bersejarah (*heritage*);
5. Pengembangan struktur ruang yang polisentris yaitu struktur ruang dengan banyak pusat pelayanan baik skala kota, WP maupun lingkungan;
6. Pengembangan infrastruktur yang ramah lingkungan yaitu pengembangan infrastruktur kota yang tetap memperhatikan keutuhan dan keberlanjutan lingkungan;
7. Integrasi fungsional antara sektor formal dan informal

8. Pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan
Rencana Struktur Ruang Wilayah terdapat 3 konsep pengembangan, meliputi:

1. Pengembangan sistem pusat pelayanan
2. Pengembangan sistem transportasi
3. Pengembangan utilitas kota

Adapun terhadap rencana pengembangan angkutan umum sebagai pengembangan sistem transportasi, akan dilakukan dengan:

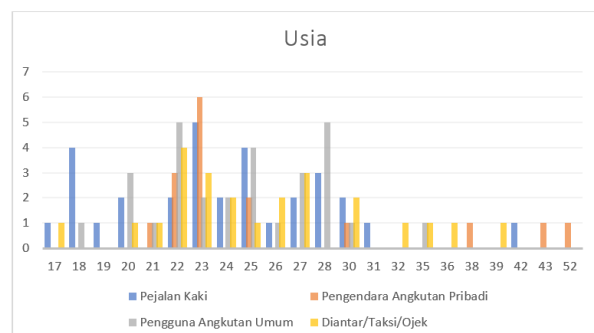
1. Meningkatkan manajemen angkutan umum baik angkutan kota dan angkutan massal berbasis jalan maupun rel
2. Menata sistem angkutan kota
3. Operasional dengan sistem shift
4. Re-Routing angkutan umum
5. Mengembangkan angkutan massal (konversi angkutan umum) dalam kota Transpakuan, feeder Transpakuan, antar kota kereta api, Trans Jabodetabek dan AKAP
6. Pengembangan sarana dan prasarana pendukung angkutan umum massal (halte, sarana parkir, pengembangan jalur bis, dan pengembangan jalur pejalan kaki serta sepeda)
7. Penataan pelayanan angkutan paratransit

Dalam rencana peningkatan kapasitas dan jaringan jalan diantaranya adalah rencana pengembangan sarana dan prasarana jaringan pejalan kaki, meliputi:

1. Pembangunan prasarana dan sarana pejalan kaki
2. Peningkatan kualitas prasarana dan sarana pejalan kaki yang ada
3. Pembangunan sarana dan prasarana pejalan kaki mengikuti ketentuan teknis yang ditetapkan dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan, keamanan dan keselamatan serta harus mengakomodir kepentingan kaum difabel.

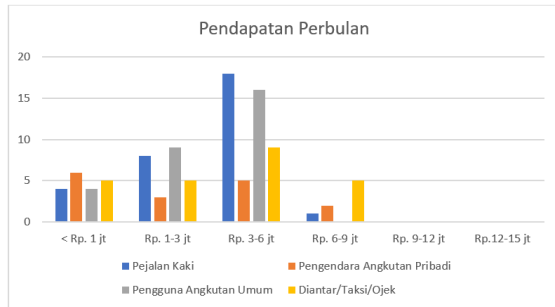
3.2. Karakteristik Responden Pengguna Terminal Baranangsiang Kota Bogor

Pada bagian karakteristik personal dan perjalanan, dilakukan analisis berdasarkan moda utama yang digunakan responden dari tempat asal/aktivitas menuju Terminal Baranangsiang Kota Bogor. Gambar dibawah ini menampilkan karakteristik personal responden sebagai berikut



Gambar 3. Karakteristik Usia Responden

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa koresponden di atas usia produktif berkisar antara 18-30 yang berjalan kaki dan menggunakan angkutan umum. berdaUsia yang paling sedikit menggunakan terminal baranangsiang antara usia 32-52. sedangkan pejalan kaki dan pengguna angkutan pribadi kebanyakan di usia 23 tahun, sedangkan pengguna angkutan umum kebanyakan pada usia 22 dan 28 tahun.



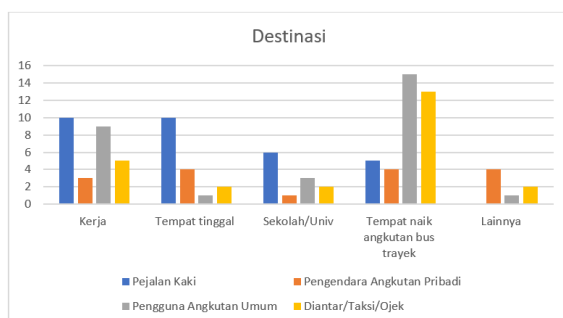
Gambar 4. Pendapatan Responden

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa mayoritas pejalan kaki dan pengguna angkutan umum memiliki pendapatan 3-6 juta perbulan, sedangkan pendapatan rata-rata responden paling sedikit yaitu berkisar antara 6-9 juta perbulan.



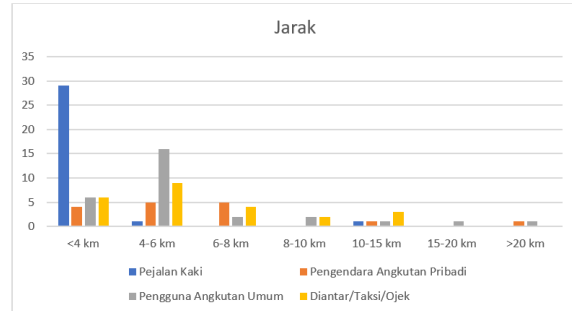
Gambar 5. Frekuensi perjalanan dari/ke terminal dalam seminggu

Berdasarkan Gambar 5, pada survei ini, kebanyakan responden melakukan perjalanan 1-2 hari dalam seminggu menuju terminal. Dibandingkan dengan moda lainnya, pejalan kaki melakukan perjalanan menuju terminal lebih sering dibandingkan pengguna kendaraan, yaitu 6-7 hari dalam seminggu. Selain itu, responden yang berjalan kaki cenderung bekerja dan tinggal di dekat terminal.



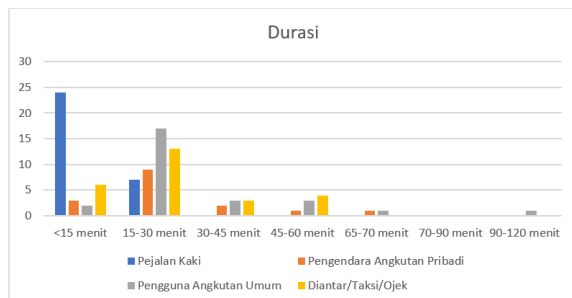
Gambar 6. Jenis Lokasi yang Berdekatan dengan Terminal Baranangsiang

Berdasarkan Gambar 6, diketahui bahwa responden kebanyakan melakukan perjalanan ke terminal baranangsiang untuk melakukan perjalanan bus trayek. Menggunakan angkutan umum dan taksi/ojek online. Sedangkan responden pejalan kaki cenderung bekerja dan tinggal di dekat terminal.



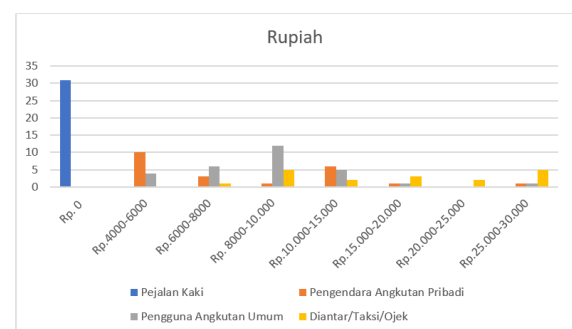
Gambar 7. Jenis Lokasi yang Berdekatan dengan Terminal Baranangsiang

Berdasarkan Gambar 7, diketahui bahwa ilustrasi menampilkan presentase responden yang memiliki jarak perjalanan, durasi dan biaya kurang dari angka tertentu. Pada survey ini, jumlah responden terbanyak adalah pengguna angkutan umum dan pejalan kaki dengan jarak menuju terminal kurang dari 4 km. sedangkan responden paling sedikit berjarak diatas 15 km.



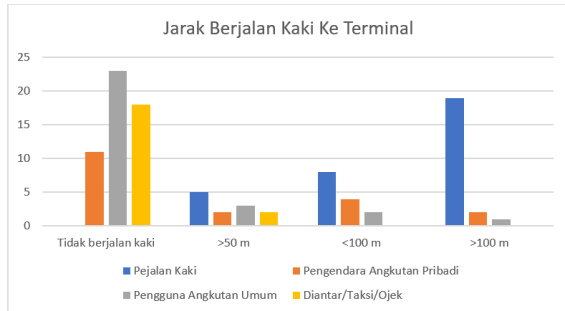
Gambar 8. Durasi Perjalanan Menuju Terminal

Berdasarkan Gambar 8, diketahui bahwa mayoritas pejalan kaki melakukan perjalanan kurang dari 4 km, dengan waktu perjalanan kurang dari 15 menit. Dan untuk pengguna angkutan umum terbanyak dengan waktu 15-30 menit. Sedangkan responden paling rendah berkisar 70-90 menit.



Gambar 9. Biaya Sekali Perjalanan Menuju Terminal

Berdasarkan Gambar 9, diketahui bahwa pada survey ini, jumlah responden terbanyak adalah pejalan kaki dengan jarak menuju terminal kurang dari 4 km. dan tanpa biaya perjalanan sedangkan responden yang menggunakan taksi/ojek online menempati harga tertinggi.



Gambar 10. Biaya Sekali Perjalanan Menuju Terminal

Berdasarkan Gambar 10, pada survey ini, jumlah responden terbanyak adalah Pengguna Angkutan umum di susul oleh taksi/ojek lalu pengendara angkutan pribadi sedangkan pejalan kaki juga memiliki responden terbanyak ke 2 setelah angkutan umum dengan jarak menuju terminal kurang dari 100 m.

Tabel 1. Karakteristik Personal Responden

Karakteristik	Ket.	Pejalan kaki	Pengendara Angkutan pribadi	Pengguna angkutan umum	Diantar/taksi/ojek
Jenis	Pria	58%	50%	48%	29%
kelamin	Wanita	42%	50%	52%	71%
Pekerjaan	Wiraswasta	10%	0%	14%	29%
	Mahasiswa/ Pelajar	35%	69%	38%	33%
	Pegawai Swasta/ BUMN	55%	31%	48%	25%
	Dosen/ Guru/ Dokter	0%	0%	0%	0%
	Pegawai Negeri/ TNI/ Polri	0%	0%	0%	0%
	Mengurus Rumah Tangga	0%	0%	0%	0%
	Pekerja lepas/ harian	0%	0%	0%	13%
	Tidak Bekerja/ pensiunan	0%	0%	0%	0%

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa jenis kelamin, pembagian antara pria dan wanita cenderung seimbang. Dapat dilihat pada tabel diatas, bahwa pegawai cenderung berjalan kaki dan menggunakan angkutan

umum menuju stasiun. Hampir setengah dari pengguna angkutan umum dan diantar/taksi/ojek adalah mahasiswa/pelajar. Pada survei ini, tidak ada responden yang merupakan dokter, dosen TNI/polri atau yang sedang tidak bekerja/pensiunan.

Tabel 2. Tingkat Kepuasan dan Kepentingan Pengguna

Kategori	Kriteria	Kepuasan		Kepentingan	
Kenyamanan	Bersih dari sampah, kotoran, dan debu	3.63	3.01	4.57	4.52
	Ketenangan (dapat bercapakan langsung/ telepon)	3.59			4.38
	Lebar jalan dan tingkat kepadatan (dapat berjalan dengan nyaman)	3.08			4.56
	Kondisi pedestrian	1.72			4.56
Keamanan	Keamanan dari tindak kriminal (pencurian, pelecehan, dll)	3.74	3.22	4.59	4.57
	Tingkat keramaian (tidak membuat rasa tidak aman)	3.50			4.40
	Petugas keamanan	3.84			4.64
	Penerangan	1.80			4.64
Keselamatan	Tanggap darurat kondisi kesehatan mendadak (pusing, cedera, dll)	3.33	3.37	4.50	4.48
	Tanggap darurat bencana (gempa, kebakaran, dll)	3.41			4.45
Fasilitas penunjang	Toilet umum	3.46	2.97	4.55	4.55
	Tempat duduk/ bersandar	3.63			4.52
	Tempat sampah	1.82			4.59
Infrastruktur pesepeda dan pejalan kaki	Hambatan dalam berjalan (terdapat halangan seperti portal, lokasi pedagang kaki 5 menyulitkan berjalan)	3.29	3.03	4.45	4.54
	Jarak perjalanan menuju kendaraan/lokasi menaiki moda (halte)	3.69			4.56
	Kemudahan dan kenyamanan saat naik/turun kendaraan	3.81			4.60
	Durasi perjalanan menuju kendaraan/lokasi menaiki moda (halte)	3.61			4.54
	Keberadaan jalur pesepeda	1.77			4.57
	Keberadaan jalur disabilitas	1.77			4.61
	Tanjakan atau turunan (elevasi dalam berjalan) menuju stasiun/terminal	3.38			4.42
	Zebra cross	3.69			4.52
	Marka dan rambu	2.23			4.62

Berdasarkan Tabel 2, tingkat kepuasan dan kepentingan responden terhadap fasilitas di dalam terminal, secara umum seluruh aspek memiliki rentang kepuasan rata-rata 3, sehingga dapat disimpulkan fasilitas belum memuaskan pengguna (cukup). Aspek fasilitas keselamatan memiliki nilai kepuasan paling tinggi daripada kategori lainnya. Kategori ini memperoleh nilai kepuasan rata-rata 3.37 yaitu responden cenderung cukup puas dengan fasilitas yang ada. Adapun fasilitas kategori dengan nilai kepuasan paling rendah adalah kriteria fasilitas penunjang khususnya tempat sampah dengan nilai rata-rata 2.97. Pada semua kategori yang masih memiliki nilai kepuasan rendah yaitu kondisi pedestrian (pejalan kaki), penerangan, tempat sampah, keberadaan jalur pesepeda dan jalur disabilitas serta marka dan rambu didalam terminal.

Berdasarkan nilai kepentingan, seluruh kategori memiliki tingkat kepentingan yang hampir sama yaitu sekitar diatas 4. Dan dalam survei ini, angka 4 menunjukkan bahwa kategori tersebut 'penting' dan 5 adalah 'sangat penting'.

3.3. Perencanaan Fasilitas Integrasi Moda Terminal Baranangsiang

Setelah meninjau langsung ke lokasi studi, Identifikasi Fasilitas Integrasi moda di lokasi Terminal Baranangsiang Kota Bogor dan dilakukan survey kepuasan dan kepentingan penumpang maka didapatkan data kategori nilai kepuasan terendah dengan nilai kepentingan yang tinggi yaitu Ketersediaan fasilitas pedestrian (pejalan kaki), Penerangan, Tempat sampah, Keberadaan jalur pesepeda, Jalur disabilitas serta Marka dan rambu di dalam terminal.

Maka dilakukan perencanaan fasilitas integrasi moda sesuai Peraturan Menteri Perhubungan, Pedoman Teknis Penyediaan Fasilitas Integrasi Pada Simpul Transportasi Di Jabodetabek.

1. Ketersediaan Fasilitas Pejalan Kaki
2. Fasilitas Penerangan
3. Tempat Sampah
4. Keberadaan Jalur Pesepeda
5. Jalur Disabilitas
6. Rambu-rambu

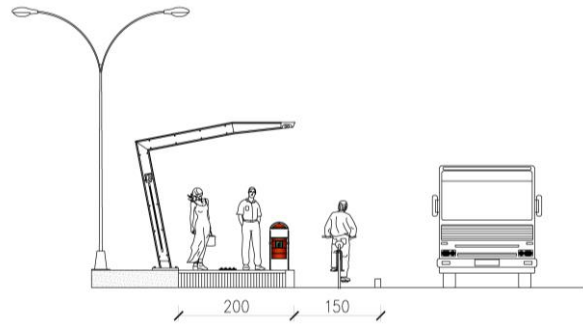
Jalur pedestrian di kawasan penelitian secara umum berupa Trotoar/sidewalk, yaitu fasilitas jalur pedestrian. Ketersediaan jalur pejalan kaki di kawasan penelitian dinilai berdasarkan 3(tiga) aspek penilaian yaitu area peneduh/pelindung, ramah disabilitas, serta penerangan. Penilaian ketersediaan jalur pejalan kaki untuk peneduh/pelindung dapat berupa pohon pelindung, atap, dan lain sebagainya. Penilaian ketersediaan jalur pejalan kaki untuk ramah disabilitas dapat berupa ramp atau jalur landai serta Guiding blok atau lajur pembandu. Sedangkan untuk penilaian ketersediaan jalur pejalan kaki dari aspek penerangan adalah tersedianya lampu penerangan untuk memberikan pencahayaan pada malam hari agar area fasilitas pejalan kaki dapat lebih aman dan nyaman.



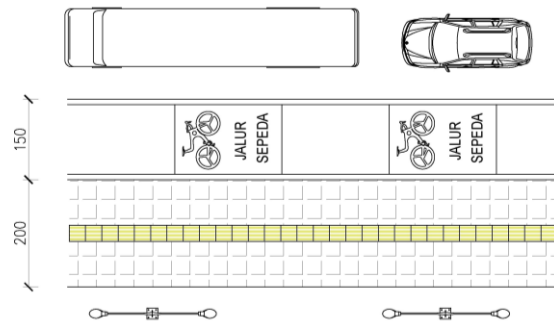
Gambar 11. Denah Terminal Baranangsiang

Rencananya seluruh kios zona A dan B pada bagian yang diarsir, sepanjang 467m dari pintu kedatangan hingga jalur keberangkatan utama akan dibuat fasilitas pejalan kaki dengan lebar 2m dilengkapi peneduh/pelindung berupa kanopi dan tempat sampah di setiap 20 meter, ramah disabilitas serta jalur pesepeda berukuran 1.5m juga dilengkapi lampu penerangan untuk memberikan

pencahayaan pada malam hari agar area fasilitas pejalan kaki dapat lebih aman dan nyaman.



Gambar 12. Gambar Potongan Rencana Pedestrian Terminal Baranangsiang



Gambar 13. Gambar Tampak Atas Rencana Pedestrian Terminal Baranangsiang

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka di dapat kesimpulan sebagai berikut:

Kondisi eksiting kawasan Terminal Baranangsiang saat ini perlu adanya revitalisasi atau pembenahan, guna tertata nya lahan terminal dan kenyamanan, kemudahan bagi para pengguna moda angkutan umum dalam berpindah moda.

Berdasarkan aspek kepuasan dilihat dari kesediaan responden dalam mengisi kuesioner maka di dapatkan, bahwa tingkat kepuasan terendah yaitu jalur pedestrian, penerangan, tempat sampah, keberadaan jalur pesepeda, jalur disabilitas dan rambu-rambu di dalam terminal. Untuk aspek kepentingan dinilai sangat penting

Daftar Rujukan

- [1] Menteri Perhubungan Republik Indonesia, "Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 31 Tahun 1995 Tentang Terminal Transportasi Jalan," Jakarta, pp. 1–18, 1995.
- [2] Dzulhidayat, "Indetifikasi Kesiapan Kawasan Terminal Baranangsiang Sebagai Kawasan Transit Oriented Development (TOD)," *TAJRI*, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- [3] S. D. Oleh, "Tinjauan kebutuhan fasilitas integrasi moda di pelabuhan kendal," 2022.
- [4] Achmad Zultan Mansur, Budi Setiawan, and K. Yahya, "Studi Pelayanan Dan Fasilitas Terminal Penumpang Bandar Udara Di Ibukota Provinsi Kalimantan Utara," *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 9, no. 2, pp. 212–228, 2020, doi: 10.22225/pd.9.2.1866.212-228.

- [5] I. Putranto, "Rancangan Moda Terintegrasi Antara Terminal Bis dan Staisun Kereta Api Kalideres," *Edu Geogr.*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [6] M. Chairi, Y. Yossyafra, and E. E. Putri, "Perencanaan Integrasi Layanan Operasional Antar Moda Railbus dan Angkutan Umum di Kota Padang," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 13, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.25077/jrs.13.1.1-12.2017.
- [7] P. Antar, M. Di, and S. Pasarturi, "Peningkatan pelayanan perpindahan penumpang antar moda di stasiun pasarturi," 2022.
- [8] F. Bagas, "Kajian pengembangan integrasi antarmoda stasiun madiun," Bekasi: PTDI-STTD, pp. 1–10, 2021.
- [9] A. W. Palupi, S. Priyanto, and H. W. Sartono, "Analisis Kebutuhan Fasilitas Terminal Penumpang Di Bandar Udara Adisutjibto-Yogyakarta," vol. 4, no. 1, pp. 13–26, 2004.



Inovasi Beton Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Kaca dan Plastik PET

Deni Ramadhan¹, Ismail Wahyudi², Alfiana Afiah³, Gusti Putu F.A.⁴, Muhammad Rizky⁵, Kelik Istanto⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Lampung

¹denisanguara28@gmail.com, ²yudimail55@gmail.com, ³alfianaafiah1314@gmail.com, ⁴gustiputufebriar@gmail.com,

⁵mrizky894@gmail.com, ⁶kelik@polinel.ac.id

Abstract

Nowadays, the use items made from glass and plastic has increased, causing accumulation. One of them is Bakung landfill in Bandar Lampung which accommodates 1,000 tons per day. Accumulating glass and plastic waste has caused various environmental problems. This research was carried out as form of technological innovation and effort to preserve environment due to this waste. The research purpose is finding environmentally friendly concrete formula by substituting glass waste and PET plastic but have characteristics that comply with SNI standards. Each material that makes up the concrete is tested for its characteristics so that normal concrete mix design can be carried out. Glass waste and PET plastic are substituted at 10%, 15%, and 25% into coarse and fine aggregate formulations in normal concrete formula, thereby creating variations in test specimen. The concrete sample has made in cube with dimensions of 15 x 15 x 15 cm. Concrete compressive strength tests were carried out at 7, 14, 21 and 28 days. Compressive results strength test showed that variations in substitute materials in concrete have effect on resulting compressive strength. Concrete test results with 10% and 15% substitution have compressive strength values that was close to each other and higher than 25% substitution. Even though the two compositions have close compressive strength values, they have different standard deviations. The standard deviation values for 10% and 15% substitution have 35.9913 and 23.1299. So, concrete with 15% substitution composition was the most optimal composition because it showed most dominant advantage among others.

Keywords: Waste, Glass, PET Plastic, Mix Design, Compressive Strength

Abstrak

Dewasa ini penggunaan barang-barang yang berbahan kaca dan plastik mengakibatkan penumpukan limbah. Salah satunya TPA Bakung di Bandar Lampung yang menampung 1.000 ton per hari. Limbah kaca dan plastik yang menumpuk telah menyebabkan timbulnya berbagai masalah lingkungan. Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk inovasi teknologi dan upaya menjaga kelestarian lingkungan akibat adanya limbah tersebut. Penelitian ditujukan untuk menemukan formula beton ramah lingkungan dengan substitusi limbah kaca dan plastik PET namun tetap memiliki karakteristik yang sesuai dengan standar SNI. Setiap material penyusun beton diuji karakteristiknya sehingga kemudian dapat dilakukan *mix design* beton normal. Limbah kaca dan plastik PET disubstitusikan sebanyak 10%, 15%, dan 25% ke dalam formulasi agregat kasar dan halus pada formula beton normal sehingga tercipta variasi formula benda uji. Sampel beton dibuat berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa variasi kandungan bahan substitusi pada beton berpengaruh terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan. Hasil uji kuat tekan beton dengan substitusi 10% dan 15% memiliki nilai kuat tekan yang berdekatan dan lebih tinggi dari substitusi 25%. Meskipun kedua komposisi tersebut memiliki nilai kuat tekan yang berdekatan tetapi memiliki perbedaan standar deviasi. Nilai standar deviasi substitusi 10% dan 15% adalah 35,9913 dan 23,1299. Sehingga beton dengan komposisi substitusi 15% adalah komposisi paling optimum karena menunjukkan keunggulan paling dominan diantara yang lainnya.

Kata kunci: Limbah, Kaca, Plastik PET, *Mix Design*, Kuat Tekan

Diterima Redaksi : 2023-09-29 | Selesai Revisi : 2023-10-17 | Diterbitkan Online : 2024-03-01



1. Pendahuluan

Dewasa ini penggunaan barang-barang yang menggunakan bahan plastik dan kaca sangat banyak dan beragam. Namun, banyaknya penggunaan kaca dan plastik tersebut tidak dibarengi dengan upaya mendaur ulang kembali. Terlebih banyaknya pengguna yang terus meningkat sehingga menyebabkan penumpukan limbah padat (kaca dan plastik) semakin banyak. Limbah inilah yang menjadi permasalahan di lingkungan karena sukar untuk diuraikan [1]. Jika limbah-limbah tersebut tidak ditangani dengan serius akan merusak lingkungan sekitar dan dapat menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit. Limbah yang dibuang sembarangan di laut, sungai, maupun danau akan membuat air tercemar dan menyebabkan terganggunya ekosistem air.

Menurut Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Lampung, sekitar 57 ribu ton limbah masuk ke perairan Lampung per tahun. Dari jumlah tersebut, sekitar 19 ribu ton berada di pesisir Teluk Lampung. Adapun limbah menuju laut di sekitar Kota Bandar Lampung, lebih dari 8.000 ton per tahun. Dilansir dari Radar Lampung (2019) salah satu TPA di Bandar Lampung yaitu TPA Bakung menampung 1.000 ton per hari. Kondisi tersebut membuat TPA Bakung berada diambang batas daya tampung. Limbah yang mendominasi adalah limbah plastik, kaca dan sebagainya [2].

Secara garis besar, beton adalah campuran semen *portland* atau semen hidrolis jenis lainnya, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) sebagai bahan penyusunnya [3]. Beton akan mengalami peningkatan kekerasan seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari.

Salah satu bahan substitusi yang dapat digunakan adalah limbah kaca dan plastik. Kaca merupakan bahan anorganik yang dapat memiliki sifat jernih, tembus cahaya atau berkilau [4]. Kaca memiliki sifat-sifat yang khas tersendiri jika dibanding dengan material sejenis lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan Silika (SiO) dalam proses pembentukannya.

Sedangkan, plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Dalam penelitian ini digunakan limbah plastik jenis PET. Plastik PET adalah jenis material substitusi yang memiliki sifat kuat, kaku, tidak berubah ukuran, tidak beracun, tahan terhadap material panas dan bahan kimia [5].

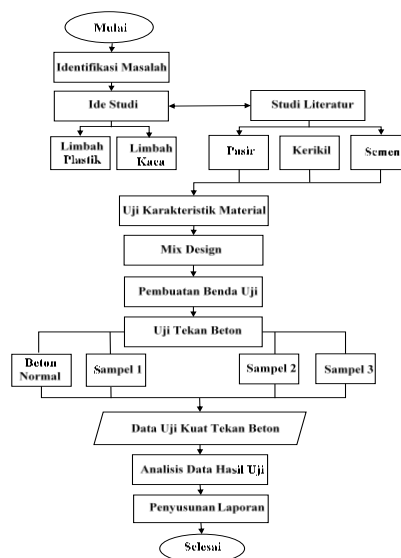
Pemanfaatan limbah kaca sebagai material pengganti sebagian agregat halus dalam beton cukup efektif dan dapat menjadi potensi yang menjanjikan untuk pemanfaatan limbah kaca dalam beton ramah lingkungan. Persentase komposisi yang optimum penggunaan limbah kaca berada pada range 20-40% [6]. Kuat tekan beton dengan substitusi serbuk kaca menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan beton normal. Kuat tekan maksimum didapatkan pada variasi substitusi serbuk kaca 10% terhadap volume pasir dengan presentase peningkatan sebesar 34.722% [7].

Limbah plastik PET dapat digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan beton. Adapun komposisi penambahan limbah plastik PET yang efektif sebesar 5% dari berat agregat kasar [8]. Kekuatan tekan benda uji yang terendah terletak pada variasi agregat dengan komposisi plastik 100% sebagai agregat kasarnya. Beton dengan variasi agregat dengan komposisi plastik 100% memiliki nilai kuat tekan 4,81 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton dengan komposisi substitusi agregat yang optimum memiliki kadar campuran plastik 50% dengan nilai sebesar 7,27 Mpa [9].

Dari beberapa penelitian tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa limbah kaca dan limbah plastik jenis PET dapat digunakan dalam pembuatan beton. Sehingga pemanfaatan limbah kaca sebagai substitusi halus dan limbah plastik jenis PET sebagai substitusi agregat kasar dalam pembuatan beton bahan dapat dilakukan. Pemanfaatan limbah kaca dan limbah plastik jenis PET dalam pembuatan beton diharapkan dapat menjadi salah satu upaya yang penting untuk dapat mengurangi limbah yang ada di Provinsi Lampung.

2. Metode Penelitian

Adapun proses penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.1 Pengujian Karakteristik Material Penyusun Beton

Pengujian karakteristik yang dilakukan untuk agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir) adalah pengujian berat jenis, kadar air, berat satuan dan gradasi agregat. Bahan substitusi agregat halus (limbah kaca) harus dihancurkan hingga terbentuk serbuk kaca untuk dapat digunakan dalam penelitian ini, sedangkan limbah plastik PET untuk bahan substitusi agregat kasar dijadikan berbentuk potongan berukuran serpihan kecil.

2.2 Perancangan Campuran Beton

Perancangan formulasi campuran beton (*mix design*) dilakukan sesuai dengan SK SNI 1974-2011 [10]. Dengan metode tersebut, direncanakan nilai kuat tekan beton rencana sebesar K-300. Dalam penelitian ini, digunakan 4 variasi campuran agregat substitusi limbah kaca dan plastik PET, yaitu 0% (Beton Normal), 10% (Sampel 1), 15% (Sampel 2), dan 25% (Sampel 3). Sampel dibuat sebanyak 3 buah untuk setiap variasi formula benda uji dan pada usia beton 7, 14, 21, dan 28 hari.

2.3 Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji adalah tahap pencampuran material penyusun beton pada masing-masing formula. Meliputi pencampuran material semen, kerikil, pasir, air, serbuk kaca dan plastik PET. Pengadukan dilakukan menggunakan *concrete mixer* selama 10 menit hingga seluruh material tercampur rata.

2.4 Uji Slump

Uji *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat keenceran adukan beton. Adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut Abram yang sudah diletakkan pada tempat dengan permukaan rata. Proses memasukkan adukan dilakukan secara perlahan agar tidak terdapat rongga udara didalamnya. Kemudian, kerucut Abram ditarik vertikal ke atas dari adukan beton lalu diletakkan terbalik disebelah adukan beton yang diuji. Sehingga dapat diketahui nilai slump berdasarkan pengukuran selisih tinggi kerucut Abram dengan kemerosotan adukan.

2.5 Pencetakan Benda Uji

Benda uji dicetak menggunakan cetakan berbentuk kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm. Bagian dalam cetakan dilapisi dengan cairan oli agar tidak terjadi kerusakan benda uji saat pembongkaran dari cetakan.

2.6 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam di bak perendaman berisi air tawar hingga mencapai usia yang direncanakan. Proses ini dilakukan untuk menjaga mutu beton yang dapat turun akibat penguapan berlebih pada kandungan air yang ada di dalam benda uji.

2.7 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 03-1974-1990 [11]. Pada tahap ini dilakukan pengujian
 DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i1.675>

tekan dengan alat *Compression Testing Machine (CTM)* dengan menekan benda uji menggunakan tekanan hidrolik sehingga struktur benda uji runtuh dan diketahui nilai kuat tekan beton.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil uji karakteristik yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut.

3.1 Hasil Uji Material Karakteristik Penyusun Beton

Pengujian karakteristik dilakukan terhadap pasir dan kerikil untuk mengetahui kualitas material yang akan digunakan agar beton yang dihasilkan memiliki kuat tekan yang direncanakan. Pengujian yang dilakukan meliputi uji gradasi agregat, uji kadar air, uji berat jenis, dan uji berat satuan. Persiapan dilakukan dengan target material memiliki karakteristik yang sesuai dengan spesifikasi yang berlaku. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Berat Jenis Agregat

Pengujian berat jenis agregat dilakukan untuk mengetahui rasio perbandingan berat material dengan volumenya. Hasil pengujian berat jenis disajikan dalam Tabel 1.

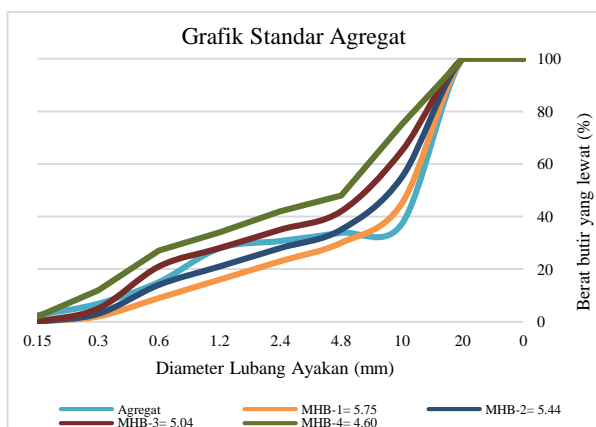
Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis

Berat Jenis	Agregat Halus	Agregat Kasar
Berat Jenis Semu	2,66 gram	2,74 gram
Berat Jenis SSD	2,61 gram	2,59 gram
Berat Jenis Kering	2,57 gram	2,50 gram

SNI 1969:2008 tentang spesifikasi karakteristik agregat, mensyaratkan angka berat jenis agregat yang diizinkan berada pada rentan 1,6 – 3,3 [12]. Sehingga berat jenis agregat halus dan kasar yang akan digunakan telah memenuhi standar.

b. Modulus Halus Butir Agregat

Pengujian modulus dilakukan untuk mengetahui tingkat gradasi agregat yang akan digunakan. Hasil pengujian modulus hasil butir disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Standar Agregat

Gambar 2 menjelaskan modulus halus butiran agregat, baik agregat halus maupun agregat kasar. Adapun persentase berat tertinggal dalam perhitungan modulus halus butir pasir disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Modulus Halus Butir Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)
40	0	0	0
20	0	0	0
10	10	0,5	0,5
4.8	16	0,8	1,3
2.4	178	8,93	10,23
1.2	160	8,02	18,25
0.6	752	37,71	55,97
0.3	480	24,07	80,04
0.15	256	12,84	92,88
Sisa	142	7,12	-
Jumlah	1994	100%	259,2
Modulus Halus Butir Pasir			2,592

Berdasarkan [13] untuk spesifikasi karakteristik agregat halus, angka untuk Modulus Kehalusan Agregat Halus yang diizinkan antara 1,50 – 3,80. Jadi nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu 2,592 telah sesuai dengan spesifikasi dan dapat digunakan.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Modulus Halus Butir Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)
0	0	0	0
20	118	5,9	5,9
10	1786	89,3	95,2
4.8	94	4,7	99,9
2.4	2	0,1	100
1.2	0	0	100
0.6	0	0	100
0.3	0	0	100
0.15	0	0	100
Sisa	0	0	-
Jumlah	2000	100%	701
Modulus Halus Butir Kerikil			7,01

SNI ASTM C136:2012 mensyaratkan karakteristik agregat kasar dengan interval untuk modulus kehalusan agregat kasar berada antara 5,50 – 8,50 [13]. Sehingga nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu 7,01 telah sesuai dengan spesifikasi,

sehingga agregat halus ini dapat digunakan untuk bahan campuran beton.

c. Data Kadar Air Agregat

Pengujian kadar air agregat dilakukan untuk mengetahui kandungan air pada agregat. Nilai kadar air agregat memengaruhi kebutuhan air pada hasil *mix design* beton dan faktor air semen memengaruhi pada kuat tekan beton. Hasil pengujian kadar air disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Air Agregat

Jenis Sampel	Berat
Berat Agregat Basah (W)	1978 gram
Berat Kering Oven (Wk)	1902 gram
Berat Jenuh Kering SSD (Wjkm)	1920 gram
Kadar Air Agregat Basah (K)	4 %
Kadar Air Agregat SSD (Kjkm)	0,9464 %

SNI 03-1971-1990 tentang spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) mensyaratkan interval untuk kadar air berada antara 0,5% - 2,0% [14]. Jadi kadar air yang diperoleh dari pengujian yaitu 0,9464% telah sesuai standar spesifikasi. Sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran beton.

3.2 Hasil *Mix Design*

Kuat tekan yang direncanakan dalam *mix design* penelitian ini sebesar K-300. Berdasarkan kuat tekan yang direncanakan dan perhitungan yang dilakukan maka didapatkan kebutuhan material yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Material

Material	Berat Material per m ³ Beton	Volume Material per m ³ Beton	Volume Material per Sampel Kubus Ukuran 15x15x15 cm
Semen	479,3300 kg	0,5216 m ³	0,0005 m ³
Pasir	551,7600 kg	0,2114 m ³	0,0007 m ³
Kerikil	1062,6800 kg	0,4103 m ³	0,0014 m ³
Air	225,0000 liter	0,2250 liter	0,0008 m ³

Setelah mengetahui berat material yang dibutuhkan per kubus, maka dapat diketahui besaran kebutuhan material campuran yang akan disubstitusi dalam *mix design*. Kebutuhan material dan substitusi bahan campuran disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan Material dan Bahan Campuran

Jenis Sampel	Material	Volume Material Pokok (m ³)	Volume Substitusi Kaca (m ³)	Volume Substitusi Plastik (m ³)	Jumlah (m ³)
Sampel Normal	Semen	0,0005			0,0005
	Pasir	0,0071		0,0000	0,0071
	Kerikil	0,0014		0,0000	0,0014

Jenis Sampel	Material	Volume Material Pokok (m ³)	Volume Substitusi Kaca (m ³)	Volume Substitusi Plastik (m ³)	Jumlah (m ³)
Sampel Substitusi 10%	Air	0,0008			0,0008
	Semen	0,0005			0,0005
	Pasir	0,0064	0,0007		0,0071
	Kerikil	0,0012		0,0001	0,0014
	Air	0,0008			0,0008
Sampel Substitusi 15%	Semen	0,0005			0,0005
	Pasir	0,0060	0,0010		0,0071
	Kerikil	0,0012		0,0002	0,0014
	Air	0,0008			0,0008
Sampel Substitusi 25%	Semen	0,0005			0,0005
	Pasir	0,0053	0,0018		0,0071
	Kerikil	0,0010		0,0003	0,0014
	Air	0,0008			0,0008

3.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan alat *Compression Testing Machine (CTM)*. Hasil Pengujian kuat tekan beton disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Tekan Beton

Jenis Beton	Umur (Hari)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (Kg/m ²)	Standar Deviasi	Standar Deviasi
1	2	3	4	5	6
Beton Normal	7	332,53	227,02		
	14	358,70	181,37		
	21	555,33	259,5		
	28	553,20	245,87		
Beton Substitusi Bahan 10%	7	454,53	310,31	4,9496	
	14	443,20	224,09	5,7512	35,9913
	21	496,50	232,04	4,2967	
	28	530,20	235,64	16,393	
Beton Substitusi Bahan 15%	7	364,06	248,55	21,951	
	14	411,66	208,15	2,8823	23,1299
	21	543,13	253,83	8,8851	
	28	516,10	229,38	16,734	
Beton Substitusi Bahan 25%	7	330,86	225,89		
	14	388,83	196,60		
	21	399,30	186,61		
	28	424,26	188,56		

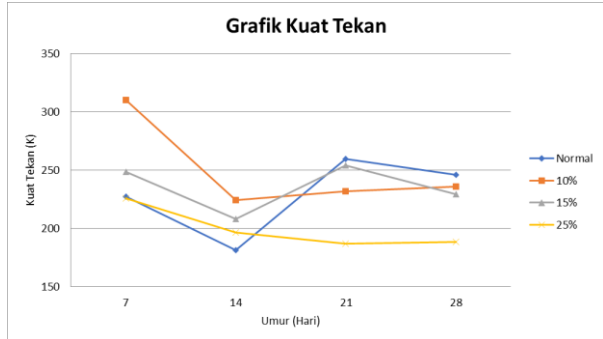
Keterangan:

- 1 Jenis beton berdasarkan formulasi
- 2 Umur pengujian beton
- 3 Kuat tekan beton yang terbaca pada *Compression*

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i1.675>

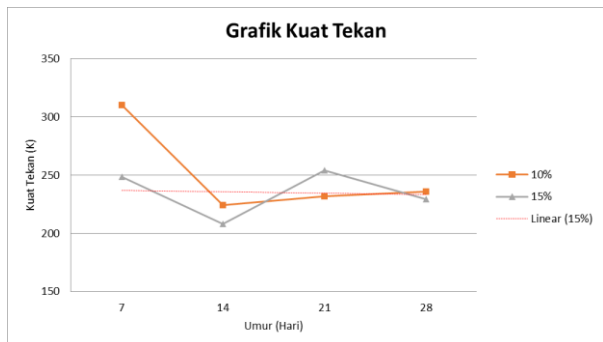
Testing Machine.

- 4 Kuat tekan beton yang telah dikonversi dengan asumsi umur beton 28 hari menggunakan faktor umur.
- 5 Standar deviasi tiap umur beton.
- 6 Standar deviasi tiap jenis beton berdasarkan persentase substitusi.



Gambar 3. Grafik kuat tekan beton yang sudah dikonversi dengan asumsi umur beton 28 hari menggunakan faktor umur

Dari Gambar 3, hasil analisis data pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, dapat dilihat pada grafik bahwa kuat tekan beton dengan substitusi bahan 10% dan 15% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton substitusi bahan 25%. Untuk menentukan formulasi yang optimum dari kedua data tersebut maka dilakukan analisa statistik sebagaimana tertera pada grafik berikut.



Gambar 4. Grafik kuat tekan beton substitusi bahan 10% dan 15%

Sesuai dengan Gambar 4, maka terlihat bahwa hasil kuat tekan beton substitusi bahan 10% dan 15% memiliki nilai kuat tekan yang hampir sama. Beton dengan substitusi bahan 10% memiliki kuat tekan maksimal pada umur 7 hari sebesar 310,31 Kg/m² dan 235,64 Kg/m² pada umur 28 hari, sedangkan untuk beton dengan substitusi bahan 15% memiliki kuat tekan masimal pada umur 21 hari sebesar 253,83 Kg/m² dan 229,38 Kg/m² pada umur 28 hari. Sehingga dilakukan analisa data statistik yang menunjukkan nilai standar deviasi untuk kuat tekan dari kedua sampel. Diketahui bahwa standar deviasi kuat tekan untuk beton substitusi bahan 15% lebih kecil dibandingkan dengan beton substitusi bahan 10%. Untuk standar deviasi beton substitusi bahan 10% sebesar 35,9913 dan beton substitusi bahan 15% sebesar 23,1299. Hal ini menandakan kuat tekan beton substitusi bahan 15% lebih stabil dibandingkan dengan beton substitusi bahan 10%. Untuk beton substitusi 10% menggunakan

material kaca sebanyak 0,0010 liter dan plastik 0,0001 liter dalam 1 liter komposisi material. Sedangkan untuk beton dengan substitusi 15% menggunakan material kaca sebanyak 0,0010 liter dan kerikil 0,0002 liter dalam 1 liter komposisi material. Sehingga beton dengan substitusi bahan 15% merupakan beton dengan komposisi yang paling optimum untuk digunakan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapat data bahwa beton dengan substitusi bahan 10% dan 15% memiliki kuat tekan yang tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan standar deviasi untuk hasil pengujian kuat tekan sampel untuk beton dengan substitusi bahan 10% dan 15% diketahui bahwa standar deviasi beton dengan substitusi bahan 15% lebih kecil dari beton substitusi bahan 10%. Hal tersebut menunjukkan bahwa formulasi optimum yang baik untuk digunakan adalah beton dengan substitusi bahan 15% dengan perbandingan volume material semen : pasir : kerikil : air : kaca : plastik PET adalah sebesar 1 : 12 : 3 : 2 : 2 : 1.

Selain itu, penggunaan formulasi beton dengan substitusi bahan 15% tersebut menggunakan limbah kaca dan plastik lebih banyak sehingga dapat membantu mengurangi volume limbah kaca dan plastik di lingkungan sekitar tanpa mengabaikan kualitas dari beton yang dihasilkan. Sehingga penggunaan limbah kaca dan plastik sebagai bahan substitusi beton tentunya dapat menjadi solusi untuk menjaga kelestarian lingkungan sekitar akibat pencemaran limbah kaca dan plastik PET.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan demi kelangsungan penyelenggaraan riset ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak Politeknik Negeri Lampung yang telah memberikan fasilitas untuk digunakan selama kegiatan riset berlangsung.

Daftar Rujukan

- [1] M. Fauzi *et al.*, "Pengenalan dan Pemahaman Bahaya Pencemaran Limbah Plastik pada Perairan di Kampung Sungai Kayu Ara Kabupaten Siak," *Unri Conference Series: Community Engagement*, vol. 1, pp. 341–346, 2019.
- [2] Kusumayuda, "Volume Sampah Terus Meningkat, TPA Bakung Tampung 1000 Ton Per Hari," <https://radarlampung.co.id/2019/09/20/volume-sampah-terus-meningkat-tpa-bakung-tampung-1000-ton-perhari/>.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2013," Jakarta, 2013.
- [4] Lestari and M. Ridha Alhamdani, "Penerapan Material Kaca Dalam Arsitektur," *Langkau Betang*, vol. Vol 1, no. No 2, pp. 30–42, 2014.
- [5] D. M. Wibowo and J. P. Sari, "Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Produk Kreatif Sebagai Media Pembelajaran Bagi Pelajar Desa Terusan Mulya, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah," *Journal of Community Services*, vol. Vol 3, no. No 2, pp. 108–116, 2022.
- [6] M. R. Oliy, I. E. Poe, I. Ichsan, and A. Oliy, "Limbah Kaca Sebagai Penganti Sebagian Agregat Halus Untuk Beton Ramah Lingkungan," *Teras J.*, vol. 11, no. 1, p. 113, 2021, doi: 10.29103/tj.v11i1.407.
- [7] A. H. Tsauri, "Pengaruh Proporsi Limbah Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus pada Campuran Beton Terhadap Kuat Lekatan (Bond Strength) Tulangan Baja," pp. 1–16, 2018.
- [8] Kamaliah and N. Handayan, "Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate) Pada Pembuatan Beton Mutu Rendah Di Kota Palangka Raya," vol. 5, pp. 1–7, 2020.
- [9] A. P. Yoesran, N. Ramadhani, A. K. Hadi, S. Supardi, and A. Fadhil, "Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Substitusi/Pengganti Agregat Kasar untuk Campuran Beton Ringan," vol. 1, no. 3, pp. 318–323, 2019.
- [10] Badan Standarisasi Nasional, "Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa, SNI 7656:2012". Jakarta, 2012.
- [11] Badan Standarisasi Nasional, "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, SNI 03-1974-1990" Jakarta, 1990.
- [12] Badan Standarisasi Nasional, "Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, SNI 1969:2008" Jakarta, 2008.
- [13] Badan Standarisasi Nasional, "Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar, SNI ASTM C136:2012" Jakarta, 2012.
- [14] Badan Standarisasi Nasional, "Metode Pengujian Kadar Air Agregat," SNI 03-1971-1990" Jakarta, 1990.



Daur Ulang Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan Abu Terbang (*Fly Ash*) Menjadi *Paving Block*

Vina Lestari Riyandini¹, Hendri Sawir², Syukri Ilham³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

¹vinalestari@gmail.com*, ²hendrisawir15@gmail.com, ³syukriilham1999@gmail.com.

Abstract

Plastic waste that was disposed of carelessly into the environment causes side effects, namely for groundwater, and was difficult for the soil to decompose, even for hundreds of years. Meanwhile, fly ash has the potential to pollute rivers and seas which were the center of life for coastal communities. Therefore efforts were made to utilize this waste, one of which was in the manufacture of paving blocks. Paving block was a means of transportation that was commonly used in road pavements. This study aims to utilize PET and fly ash plastic waste and determine whether the resulting paving blocks meet standards. This study used a simple method, namely heating PET plastic using a paint-fired gas stove mixing fly ash, and then molding it with the composition of each material, namely 0,5 kg (plastic): 1,5 kg (fly ash), 1 kg (plastic): 1 kg (fly ash), and 1,5 kg (plastic): 0,5 kg (fly ash). The resulting paving blocks were tested for quality according to SNI 03-0691-1996 standards. Based on the research results, the best paving block was obtained with a mixture composition of 1 kg (plastic): 1 kg (fly ash) which has a compressive strength value that almost meets the standard, which was 8.30 MPa and a water absorption capacity of 15.20 %.

Keywords: *Fly Ash*, *Waste*, *Paving Block*, *PET*, *Plastic*

Abstrak

Sampah plastik yang terbuang sembarangan ke lingkungan menyebabkan efek samping bagi air tanah dan sulit diurai oleh tanah, bahkan hingga ratusan tahun. Sedangkan *fly ash* memiliki potensi mencemari sungai dan laut yang menjadi pusat kehidupan masyarakat pesisir. Oleh karena itu dilakukan upaya pemanfaatan limbah tersebut, salah satunya dalam pembuatan *paving block*. *Paving block* merupakan salah satu sarana transportasi yang sudah lazim digunakan dalam perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah plastik PET dan *fly ash* serta mengetahui apakah *paving block* yang dihasilkan memenuhi standar. Penelitian ini menggunakan metode sederhana yaitu pemanasan plastik bekas PET dengan menggunakan kompor gas bakar cat dan pencampuran *fly ash* lalu dicetak dengan komposisi masing-masing bahan yaitu 0,5 kg (plastik) : 1,5 kg (*fly ash*), 1 kg (plastik) : 1 kg (*fly ash*), dan 1,5 kg (plastik) : 0,5 kg (*fly ash*). *Paving block* yang dihasilkan diuji kualitas sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan *paving block* terbaik dengan komposisi campuran 1 kg (plastik) : 1 kg (*fly ash*) yang mempunyai nilai kuat tekan hampir memenuhi standar yaitu sebesar 8,30 MPa dan daya serap air yaitu sebesar 15,20 %.

Kata kunci: *Fly Ash*, *Limbah*, *Paving Block*, *PET*, *Plastik*

Diterima Redaksi : 2023-12-06 | Selesai Revisi : 2024-02-28 | Diterbitkan Online : 2024-03-01

1. Pendahuluan

Sampah merupakan permasalahan yang sangat kompleks dan tidak kunjung usai di Indonesia baik di pedesaan maupun di perkotaan, peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan produktivitas sampah juga semakin meningkat. Total sampah nasional pada tahun 2021 mencapai 68,5 juta ton. Dari jumlah itu, sebanyak 17 persen atau sekitar 11,6 juta ton disumbang oleh sampah plastik. Hal yang menarik adalah komposisi sampah nasional menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan timbulan sampah plastik dari 11 persen di tahun 2010 menjadi 17 persen pada tahun 2021 [1].

Plastik merupakan salah satu bahan yang sering digunakan untuk peralatan rumah tangga, otomotif, dan sebagainya. Penggunaan bahan plastik semakin lama semakin meluas karena sifatnya kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. Perkembangan produk plastik di Indonesia sangat pesat pada dua dekade terakhir dengan merambah hampir di semua jenis kebutuhan manusia, dari kebutuhan dasar seperti kebutuhan rumah tangga, dan lain-lain [2].

Pemanfaatan sampah plastik PET telah cukup banyak dilakukan oleh masyarakat seperti dilakukannya daur ulang yang menghasilkan barang-barang bernilai ekonomis seperti kerajinan, tas, dan hiasan. Pemanfaatan



ini sangat menguntungkan karena selain mengurangi jumlah timbulan sampah plastik, hal ini juga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat [3]. Selain masyarakat, sampah plastik salah satunya jenis PET ini banyak juga dimanfaatkan oleh peneliti untuk mengembangkan teknologi dan ilmu pengetahuan serta mencari energi dan teknologi alternatif. Sifatnya sebagai polimer ternyata dapat membuat plastik PET dikonversikan menjadi bahan bakar bersama jenis-jenis plastik lainnya [4].

Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) mempunyai efek terhadap lingkungan yaitu mengandung antimon trioksida yang bersifat karsinogen sehingga dapat menyebabkan kanker pada jaringan hidup. Plastik PET dipilih dalam penelitian ini karena menurut Asosiasi Industri Plastik Indonesia (Inaplas) dan Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat Indonesia pada tahun 2022 menghasilkan timbulan sampah plastik berupa produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) bermerek menyumbang 226 ribu ton atau 7,06 persen. Sementara itu, 46 ribu ton atau 20,3 persen dari total timbulan sampah produk AMDK bermerek merupakan sampah AMDK kemasan gelas plastik. Selain itu kemasan PET lebih transparan serta relatif lebih ringan dibanding dengan kemasan lain, seperti HDPE (*High Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*) untuk volume yang sama [5].

Fly ash adalah abu batubara yang sangat halus yang berasal dari aktifitas pembakaran batubara di dalam *furnace* dari suatu boiler pembangkit. *Fly Ash* banyak mengandung mineral-mineral anorganik seperti SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , dan Fe_2O_3 yang dapat mencemari lingkungan, seperti pencemaran udara dan pencemaran tanah [6].

Abu terbang (*fly ash*) sisa pembakaran batubara ini berpengaruh pada kesehatan manusia yaitu terkait dengan timbulnya penyakit saluran pernafasan kronik dan non spesifik, pneumokoniosis, dapat meracuni saraf manusia, dan juga berdampak pada kesehatan lingkungan sekitar. Saat ini diperkirakan 40 persen dari penyakit akibat kerja adalah iritasi kulit berupa dermatitis akibat kerja. Insiden penyakit mencapai 7/10.000 pekerja mengalami dermatitis dan mengakibatkan kehilangan hari kerja rata-rata 2-10 hari per tahun [7].

Potensi *fly ash* di Sumatera Barat terutama pada industri batubara yaitu dapat membangun beberapa bisnis model baik dalam skala korporasi maupun dalam skala ekonomi rakyat sehingga limbah *fly ash* yang semula dipersepsikan sebagai musuh itu bisa menjadi peluang bisnis yang pada akhirnya bisa memberi manfaat bagi banyak pihak. Sementara itu, menurut Direktur Operasi I PT Pembangkitan Jawa Bali (PJB) area pembangkit di Sumatera dihasilkan sekitar 28,5 persen dari *fly ash* sisa pembakaran batubara pembangkit listrik. Pemanfaatan *fly ash* di Sumatera Barat saat ini secara luas telah banyak dimanfaatkan sebagai material pendukung pada

sektor infrastruktur, stabilisasi lahan, reklamasi pada lahan bekas tambang, dan sektor pertanian.

Keberadaan batubara yang melimpah berbanding lurus dengan banyaknya industri yang menggunakan batubara sebagai sumber energinya dan semakin terus berkembang. Selama ini reputasi bahan bakar fosil terutama batubara, memang sangat buruk apabila dikaitkan dengan masalah pencemaran lingkungan. Limbah padat abu terbang (*fly ash*) terdapat dalam jumlah yang cukup besar yaitu sekitar 15 persen hingga 17 persen dari tiap satu ton pembakaran batubara [8].

Fly ash memiliki karakter partikel yang lebih halus dibanding semen portland dan memiliki sifat hidrolik. Karakteristik ini sangat memungkinkan *fly ash* digunakan sebagai salah satu bahan pengisi *paving block* dalam pembuatan beton bermutu tinggi [9].

Paving block merupakan produk bahan bangunan dari semen yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau penerasan permukaan tanah. *Paving block* juga dikenal dengan sebutan bata beton (*concrete block*) atau *cone block*. Pada umumnya *paving block* dipakai untuk tempat parkir, halaman atau untuk jalan lingkungan. *Paving block* harus memenuhi kualitas sebagai bahan bangunan yang akan digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Kekuatan tekan merupakan salah satu karakteristik kualitas yang harus dimiliki *paving block*. Jika memiliki kuat tekan yang tinggi maka kualitas *paving block* juga akan semakin baik [10].

Penelitian sebelumnya menggunakan jenis plastik *Polypropylene* (PP) sebagai substitusi agregat pada bata beton (*paving block*) dengan perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 6 dan komposisi substitusi cacahan plastik 0,3 %; 0,4 %; 0,5 %; dan 0,6 % dari volume pasir. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan maksimum terjadi pada komposisi plastik 0,4 % sebesar 11,91 Mpa dengan peningkatan sebesar 27,1 % dibanding *paving block* dengan plastik 0 %. Nilai kuat tekan mengalami penurunan pada komposisi plastik 0,5 % dan 0,6 % namun masih lebih besar nilainya dibanding *paving block* dengan plastik 0 %. Nilai daya serap air *paving block* dengan komposisi plastik 0,4 % memiliki nilai paling kecil yaitu sebesar 9 %. Daya serap air maksimum terjadi pada *paving block* normal tanpa substitusi cacahan plastik PP [11].

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pembuatan *paving block* dengan inovasi menggunakan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan penambahan limbah abu terbang (*fly ash*). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan plastik PP serta bantuan semen dan pasir dalam pembuatan *paving block*. Penelitian sekarang dikarenakan plastik PET memiliki banyak sifat unggul seperti lebih bening, kedap gas dan air, tahan pelarut, kuat, serta relatif lebih ringan dibandingkan kemasan lain untuk volume yang sama. Sedangkan *fly ash* lebih berperan sebagai pengisi

rongga-rongga kecil yang menjadikan *paving block* kuat tekannya lebih tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah terutama untuk pemanfaatan limbah plastik PET dan *fly ash*, selain itu menganalisis dan membandingkan hasil pengujian yang didapatkan dengan hasil yang ada pada SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*) dengan target mutu D (untuk taman kota dan penggunaan lain).

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali [12].

2.1 Variabel Penelitian

2.1.1 Variabel Terikat

Uji kuat tekan dan uji penyerapan air *paving block*.

2.1.2 Variabel Bebas

Komposisi bahan antara limbah plastik PET dan *fly ash*, diantaranya yaitu (25 persen : 75 persen = 0,5 kg : 1,5 kg), (50 persen : 50 persen = 1 kg : 1 kg), dan (75 persen : 25 persen = 1,5 kg : 0,5 kg).

Catatan : Masing-masing perbandingan dilakukan 3x percobaan

2.2 Alat dan Bahan

Alat pembuatan produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan manual, kompor gas bakar cat, cetakan *paving block*, teflon *magic com*, penumbuk cetakan *paving block*, kuas cat, batang besi pengaduk, sendok semen, dan ember kecil. Sedangkan alat pengujian produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca ohaus digital, alat uji tekan beton (*compression machine*), ember besar, oven, dan desikator.

Bahan pembuatan produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol plastik minuman jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET), abu terbang (*fly ash*), oli, dan air.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Proses Persiapan Sampel

a) Limbah Botol Plastik Minuman Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Botol plastik minuman jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang digunakan pada penelitian ini diambil dari pemulung dan pengumpul yang ada di kota Padang.

b) Limbah Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang (*fly ash*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) Ombilin di kota Sawahlunto.

2.3.2 Proses Pembersihan Limbah Plastik PET

Lakukan pembersihan limbah plastik PET terlebih dahulu dengan dicuci untuk menghilangkan kotoran

yang berupa tanah atau kotoran lainnya yang melekat bertujuan agar tidak ada bahan-bahan yang dapat mempengaruhi campuran *paving block*.

2.3.3 Proses Penimbangan Limbah Plastik PET dan *Fly Ash*

Timbang botol plastik minuman jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan abu terbang (*fly ash*) sesuai takaran perbandingan yang telah dibuat yaitu (25 persen : 75 persen = 0,5 kg : 1,5 kg), (50 persen : 50 persen = 1 kg : 1 kg), dan (75 persen : 25 persen = 1,5 kg : 0,5 kg) menggunakan timbangan manual.

Catatan : Masing-masing perbandingan dilakukan 3x percobaan

2.3.4 Proses Pengolesan Oli Pada Cetakan *Paving*

Oleskan oli pada cetakan *paving block* menggunakan kuas cat bertujuan agar nantinya sewaktu pelepasan *paving block* dari cetakan menjadi lebih mudah dan tidak lengket.

2.3.5 Proses Pemanasan Plastik PET dan Pencampuran *Fly Ash*

1. Masukkan botol plastik PET ke dalam teflon *magic com* dan bakar dengan kompor gas bakar cat. Masukkan sedikit demi sedikit botol plastik minuman hingga meleleh.
2. Bakar dan diaduk sempurna selama ± 1 jam dari awal pencampuran hingga bahan cetakan tercampur rata menyerupai bubur.
3. Seiring dengan itu masukkan juga abu terbang (*fly ash*) yang telah diaduk secukupnya dengan air ke dalam cetakan sebagai lapisan pertama.
4. Setelah itu, maka pindahkan lelehan plastik dari teflon ke dalam cetakan *paving* sebagai lapisan kedua.
5. Lalu tambahkan lagi *fly ash* ke dalam cetakan sebagai lapisan ketiga.
6. Setelah semua rata, maka padatkan bahan dalam cetakan menggunakan penumbuk *paving*.
7. Setelah ± 24 jam, lepaskan *paving block* dari cetakannya.
8. Lakukan juga terhadap cetakan berbentuk kubus.

2.3.6 Prosedur Pengujian

a) Pengujian Kuat Tekan

1. Benda uji dalam bentuk kubus (5x5) cm dari ketiga variasi (masing-masing 3 buah).
2. Pastikan permukaan benda uji datar atas dan bawah mengenai alat uji *compression machine* pada permukaannya (putar-putar posisi sampel).
3. Kemudian mengaktifkan alat uji lalu menarik tuas pada alat yang akan memberikan beban tekan dari atas secara perlahan sampai benda uji tersebut hancur atau jarum hitam penunjukkan angka pada alat semakin menurun sedangkan jarum merah tidak turun dan menunjukkan angka yang sebenarnya.
4. Lepaskan tuas jika sudah turun jarum hitam perlahan.

b) Pengujian Daya Serap Air

1. Benda uji dalam bentuk kubus (5x5) cm dari ketiga variasi (masing-masing 3 buah) direndam dalam ember berisi air hingga jenuh (24 jam).
2. Ditimbang beratnya masing-masing dalam keadaan basah menggunakan neraca ohaus digital sebagai berat basah (A).
3. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu ± 105 °C selama ± 24 jam.
4. Masukkan ke dalam desikator selama ± 15 menit.
5. Lalu ditimbang lagi beratnya masing-masing dalam keadaan kering sebagai berat kering (B).

2.3.7 Pengolahan Data Analisis

a) Pengujian Kuat Tekan

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{L} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

P = Beban tekan (N)

L = Luas bidang tekan (mm²)

b) Pengujian Daya Serap Air

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

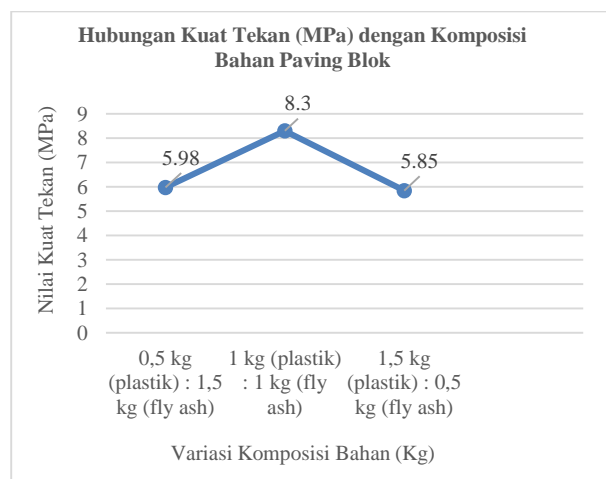
A = Berat bata beton basah (g)

B = Berat bata beton kering (g)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan pada kualitas *paving block* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kualitas *paving block*. Semakin tinggi nilai kuat tekan maka *paving block* semakin kokoh dan semakin sulit dihancurkan. Gambar 1 menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada *paving block* dengan komposisi 1kg plastik PET dan 1kg *fly ash* yaitu sebesar 8,3 MPa. Mengacu pada Standart Nasional Indonesia 03-0691-

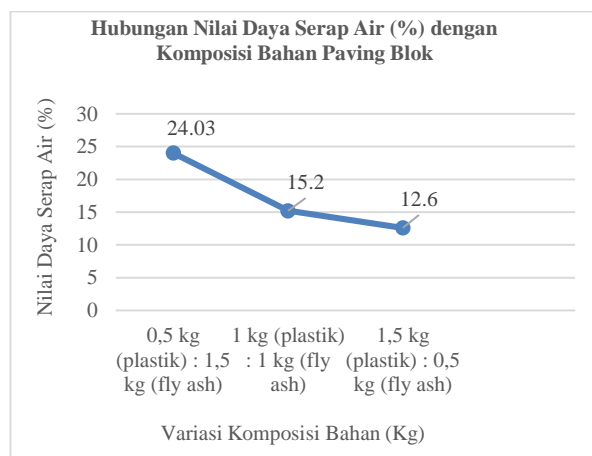
1996 dengan kategori (D), dimana penggunaan paving block dimanfaatkan untuk taman dan penggunaan lainnya yang mana kuat tekan minimum 8,5 MPa.

Pada dasarnya semakin tinggi kuat tekan suatu *paving block* maka tingkat kepadatannya juga jauh lebih besar dan jumlah rongga yang dihasilkan semakin kecil sehingga permeabilitasnya semakin rendah [13]. Jika hasil penelitian dibandingkan dengan standar SNI 03-0691-1996 nilai kuat tekan *paving block* dengan (mutu D) memiliki nilai dibawah standart. Sehingga seluruh variasi perbandingan komposisi memiliki nilai kuat tekan belum memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Hal ini disebabkan karena ikatan antara bahan-bahan penyusun *paving block* belum maksimal dikarenakan jumlah variasi serat PET tidak sesuai dengan *fly ash* yang mengakibatkan kuat tekan *paving block* berkurang, sehingga banyak rongga atau celah kosong yang membuat struktur tatanan *paving block* tidak padat pada saat pengujian.

3.2 Uji Daya Serap Air

Setelah dilakukan pembuatan *paving block* dengan menggunakan 3 variasi komposisi bahan yaitu 0,5 kg plastic : 1,5 kg fly ash, 1 kg plastic : 1 kg fly ash, 1,5 kg plastic : 0,5 kg fly ash dapat dilihat hasil penelitian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Daya Serap Air

Mengacu pada standar SNI 03-0691-1996 bahwa *paving block* dengan (mutu D) memiliki nilai daya serap air maksimal 10 %. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan nilai daya serap air terendah pada komposisi bahan 1,5 kg plastik dengan 0,5 kg fly ash. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak bahan plastik PET pada campuran *paving block* maka semakin sedikit kemampuan *paving block* dalam menyerap air.

Namun dari ketiga variasi komposisi bahan campuran menunjukkan nilai daya serap air belum memenuhi SNI 03-0691-1996, dimana ketiga variasi menunjukkan nilai diatas 10%. Menurut Tjokrodiluljo (1992) air memiliki peran penting dalam proses pencampuran bahan saat membuat *paving block*, dimana sedikitnya campuran air

menyebabkan *fly ash* bereaksi kurang sempurna sehingga menurunkan daya ikat antara *fly ash* dengan plastik.

Selain itu homogenisasi dari pengadukan bahan baku berupa *fly ash* dan plastik PET mengakibatkan terbentuknya banyak rongga pada paving block sehingga semakin banyak air yang masuk kedalam rongga *paving block*. Bentuk fisik paving block dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk fisik *paving block*

4. Kesimpulan

Limbah plastic PET dan *fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai paving block. Dengan komposisi 1 kg limbah plastic PET dan 1 kg *fly ash* dapat dijadikan paving block dengan kualitas kuat tekan 8,3 MPa dan daya serap air sebesar 15,20%.

Daftar Rujukan

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, <http://sipsn.menlhk.go.id/?q=3a-komposisi-sampah>
- [2] Rajkumal, J., et al. "Plastic Waste Inputs From Land Into The Ocean". *J Science* 347 (6223), 768-771. 2015
- [3] Sofiana, Y. " Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Alternatif Bahan Pelapis (Upsholstery) pada Produk Interior". *J INASEA*, 11 (2), hal. 96-102. 2010
- [4] Bajus dan Hajekova. "Thermal Cracking of The Model Seven Components Mixed Plastics into Oils/Waxes, Petroleum & Coal". *J Slovak University of Technology*. 52 (3)164-172. 2010.
- [5] Koswara. Bahaya di Balik Kemasan Plastik. E-book pangan. 2006
- [6] Munir, Misbachul. "Pemanfaatan Abu Batubara (*Fly Ash*) Untuk *Hollow Block* yang Bermutu dan Aman Bagi Lingkungan". *Jurnal Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro*.2008
- [7] Harrianto, Ridwan. Buku Ajar Kesehatan Kerja. Jakarta: EGC. 2010
- [8] Antoni dan Nugraha, P, Teknologi Beton, C.V Andi Offset, Yogyakarta. 2007
- [9] Sebayang dan Surya. "Pengaruh Abu Terbang sebagai Pengganti Sejumlah Semen *Type V* pada Beton Mutu Tinggi". *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2): 116-123. 2006
- [10] Mulyasih, S. "Pembuatan Paving Block dengan menggunakan Limbah Las Karbit sebagai Bahan Aditif dengan Perekat Limbah Padat Abu Terbang Batubara (*Fly Ash*) PLTU Labuhan Angin Sibolga". *Repository Institusi Universitas Sumatera Utara*. 2010. <http://repository.usu.ac.id>
- [11] Gardika Ardhya Kusuma. "Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis PP (PolyPropylene) Agregat pada Bata Beton (Paving Block)". Tesis tidak Diterbitkan. Daerah Istimewa Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. 2019
- [12] Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta. CV.2017
- [13] Tjokrodimuljo, K. *Teknologi Beton (Edisi Pertama)*. Yogyakarta: Biro Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. 1992.

JACEIT

