



JURNAL

FORUM TEKNIK SIPIL (ForTekS)

P-ISSN :2776-6012
E-ISSN :2776-8155

Analisis Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Pada Ruas Jalan Ahmad Yani Kota Maumere

Fortunata R. Yuniaty, Dolly W. Karels, Ruslan Ramang

Evaluasi Tarif Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan Load Factor Angkutan Umum Kota Kupang (Studi Kasus: Trayek 2 dan Trayek 6)

Roswita Rambu Baauru, John H. Frans, Tri M. W. Sir

Studi Kinerja Manajemen Konstruksi pada Proyek Pembangunan Kantor DPRD Sabu Raijua

Maria M. Julita Klau1, A. Hidayat Rizal, Dantje A. T. Sina

Analisis Kebutuhan Parkir Pasar Impres Lipa Kalabahi, Kabupaten Alor

Lyani Herlina Ferdita Maubara, Tri M.W. Sir, John H.Frans

Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Jaringan Air Bersih di Kecamatan Witihama Kabupaten Flores Timur

Wilhelmus Bunganaen, Ruslan Ramang , Blasius Keli Eha Puhu Gelong

Analisis Kerusakan Jalan dan Penanganannya Pada Ruas Jalan Timor Raya Km. 4 – Km. 7

Andi Kumalawati, Hilary M. Radja Pono, Wilhelmus Bunganaen

Karakteristik Pergerakan Penumpang Ferry Reguler dan Ferry Cepat Rute Kupang – Sabu dan Sabu – Kupang

Andi Kumalawati, Klotilda G. Mema, Ruslan Ramang, Andi Hidayat Rizal

Analisis Karakteristik Lalu Lintas Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan pada Jalan Komodo, Ruteng, Kabupaten Manggarai

Dolly W. Karels, Ruslan Ramang, Mariani I. N. Tatus

Analisis variasi Jarak Stiffener Pada Balok Baja WF Terhadap Tekuk Lokal Baja Menggunakan Software Abaqus V.20

Gerald Pratama O. Ando, Partogi H. Simatupang, Elsy E. Hangge

Analisis Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Pada Ruas Jalan Ahmad Yani Kota Maumere

Analysis of Side Friction to the Level of Road Service on Ahmad Yani Street, Maumere City

Fortunata R. Yuniaty¹, Dolly W. Karels², Ruslan Ramang^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknim Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Hambatan samping, Ruas jalan, Tingkat pelayanan

Keywords:

Side friction, Highway, Level of Service

Article history:

Received: 14-06-2023

Accepted: 27-09-2023

*Koresponden email:

1fortunataosa@gmail.com

2dollykarels@gmail.com

3ruslan.ramang@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan masyarakat kota Maumere akan pergerakan lalu lintas menyebabkan kinerja jalan menurun karena pergerakan lalu lintas melebihi kapasitas jalan yang ada. Hambatan samping yang terjadi pada ruas jalan ini dikarenakan terdapat beberapa perkantoran, sekolah, pusat perbelanjaan, rumah makan dan merupakan jalur keluar masuknya kampus, sekolah, pertokoan dan pasar. Penelitian ini bertujuan mengetahui hambatan samping hari kerja dan hari libur, tingkat pelayanan hari kerja dan hari libur, dan pengaruh hambatan samping terhadap tingkat pelayanan jalan. Berdasarkan hasil analisis hambatan samping hari kerja mencapai 1.286 kejadian/jam dan termasuk kelas hambatan samping sangat tinggi. Pada hari libur hambatan samping mencapai 125 kejadian/jam dan termasuk kelas hambatan samping rendah. Tingkat pelayanan jalan pada hari kerja adalah B dan pada hari libur nilai tingkat pelayanan jalan adalah B. Pengaruh hambatan samping terhadap tingkat pelayanan jalan pada hari kerja tergolong tinggi (T) dan nilai tingkat pelayanan tergolong B, pada hari libur nilai kelas hambatan samping tergolong sedang (S) dan nilai tingkat pelayanan jalan tergolong B.

Abstract

The increasing need of the people of Maumere City for traffic movement causes road performance to decrease because traffic movement exceeds the existing road capacity. Side friction occur on this road section because there are several offices, schools, shopping centers, and restaurants and are the route in and out of campuses, schools, shops, and markets. This study aims to determine the side friction of working days and holidays, the level of service of working days and holidays, and the effect of side friction on the level of road services. Based on the results of the side friction analysis, the working day reached 1,286 events/hour and included a very high class of side friction. On holidays side friction reach 125 events/hour and belong to the low-side friction class. The road service level on weekdays is B and on holidays the road service level value is B. The effect of side friction on road service levels on weekdays is high (T) and service level values are classified as B, on holidays side friction class values are medium (S) and road service level values are classified as B.

1. Pendahuluan

Berkembangnya suatu ruang kegiatan akan membutuhkan peningkatan sistem pelayanan transportasi (Tamin, 2000). Semakin banyak perkembangan atau pertumbuhan kota mengakibatkan munculnya berbagai kegiatan beraneka ragam dan apabila tumbuh dan tidak terkendali dapat berdampak pada salah satunya penggunaan lalu lintas (Miro, 2005; Willianto dkk, 2021; Septyanto, 2016). Meningkatnya kebutuhan masyarakat kota Maumere menyebabkan pergerakan lalu lintas melebihi kapasitas jalan sehingga kinerja jalan menurun. Hal ini berdampak pada meningkatnya hambatan samping yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Beberapa penyebab antara lain terdapat beberapa perkantoran, sekolah, pusat perbelanjaan, rumah makan dan merupakan jalur keluar masuknya kampus, sekolah, pertokoan dan pasar. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui hambatan samping hari kerja dan hari libur, tingkat pelayanan hari kerja dan hari libur, dan pengaruh hambatan samping terhadap tingkat pelayanan jalan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

A. Arus lalu lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan skr/jam. Pada saat volume lalu lintas meningkat, umumnya kecepatan akan menurun (Gidion, 2018). Analisis arus lalu lintas dilakukan dalam satuan skr/jam (Q_{skr}) dengan melakukan konversi arus lalu lintas hasil survei lapangan dalam satuan kend/jam (Q_{kend}) menggunakan faktor ekuivalensi kendaraan ringan (ekr) tiap jenis kendaraan bermotor seperti persamaan sebagai berikut.

$$Q = [(ekr_{KR} \times KR) + (ekr_{KB} \times KB) + (ekr_{SM} \times SM)] \tag{1}$$

Keterangan:

Q : Arus kendaraan ringan (skr/jam)

Ekr : Ekuivalensi kendaraan ringan

KR : Volume kendaraan ringan/jam

KB : Volume kendaraan berat/jam

SM : Volume sepeda motor/jam

Tabel 1 Ekivalen kendaraan ringan untuk tipe jalan 2/2TT

Tipe jalan	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	Ekr		
		KB	SM	
			Lebar jalur lalu lintas, L_{jalur}	
			$\leq 6\text{ m}$	$> 6\text{ m}$
2/2TT	< 1800	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
4/2 TT	< 3700	1,3	0,4	
	≤ 3700	1,2	0,25	

Sumber: PKJI 2014 dan MKJI 1997

B. Kecepatan

Kecepatan adalah jarak perjalanan yang ditempuh oleh kendaraan persatuan waktu, dinyatakan dalam km/jam (Garber dan Hoel, 2002). Rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan adalah:

$$V = s/t \tag{2}$$

Keterangan:

V : Kecepatan perjalanan (m/s)

s : Jarak perjalanan (m)

t : Waktu perjalanan (s)

C. Kepadatan

Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas jalan pada suatu waktu tertentu (Morlok, 1995). Kepadatan dapat dihitung berdasarkan kecepatan dan volume. Rumus yang digunakan untuk menghitung kepadatan adalah:

$$D = Q/V \tag{3}$$

Keterangan:

D : Kepadatan lalu lintas (skr/km)

Q : Arus lalu lintas (skr/jam)

V : Kecepatan perjalanan kendaraan (km/jam)

D. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas merupakan kecepatan suatu kendaraan yang tidak terpengaruh oleh kendaraan lain, yaitu kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu lintas yang ada pada suatu segmen jalan tanpa lalu lintas lain (km/jam), (PKJI, 2014).

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \tag{4}$$

Keterangan

V_B : Kecepatan arus bebas untuk kondisi sesungguhnya (km/jam)

V_{BD} : Kecepatan arus bebas dasar jalan untuk kondisi lokal (km/jam)

V_{BL} : Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

FV_{BHS} : Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping

FV_{BUK} : Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota

Kecepatan arus bebas dasar untuk perkotaan terdapat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2 Kecepatan arus bebas dasar untuk perkotaan, V_{BD}

Tipe jalan	V_{BD} (km/jam)			Semua kendaraan (rata-rata)
	KR	KB	SM	
6/2T atau 3/1T	61	52	48	57
4/2T atau 2/1T	57	50	47	55
4/2TT	53	46	43	51
2/2TT	44	40	40	42

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 3 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalan, V_{BL}

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas	V_{BL}
Empat lajur terbagi (4/2 T) atau jalan satu arah	Per-lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
Dua lajur tak terbagi (2/2 TT)	4,00	4
	Per-jalur	
	5,00	-9.50
	6,00	-3
	7,00	0
	8,00	3
	9,00	4
	10,00	6
	11,00	7

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 4 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk hambatan samping dengan bahu jalan, FV_{BHS} , untuk jalan berbahu dengan lebar efektif, L_{BE}

Tipe jalan	KHS	FV_{BHS}			
		L_{BE} (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
4/2T	Sangat rendah	1.02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0.98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0.94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0.89	0,93	0,96	0,99
	Sangat tinggi	0.84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT atau jalan satu arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0.93	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,96	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 5 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, FV_{UK}

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0.1	0.90
0.1 – 0.5	0.93
1.0 – 3.0	1.00
>3.00	1.03

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

E. Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas ruas jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut, baik satu maupun dua arah dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum (Oglesby dan Hick, 1993).

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 besarnya kapasitas jalan perkotaan dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \tag{5}$$

Keterangan:

C : Kapasitas (skr/jam)

C_0 : Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{LJ} : Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar jalur atau jalur lalu lintas

FC_{PA} : Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisah arah hanya pada jalan tak terbagi

FC_{HS} : Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb

FC_{UK} : Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

Tabel 6 Kapasitas dasar, C_0

Tipe jalan kota	Kapasitas dasar C_0 (Skr/jam)	Catatan
4/2T atau jalan satu arah	1.650	Per lajur (satu arah)
2/2 TT	2.900	Per lajur (dua arah)

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 7 Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas, FC_{LJ}

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas	
	efektif, W_C (m)	FC_{LJ}
4/2T atau jalan satu arah	Lebar per lajur; 3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2TT	Lebar jalur 2 arah; 5,00	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 8 Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisah arah hanya lalu lintas, FC_{SP}

Pemisah arah PA %-%	50-50	55-45	60-40	65-45	70-30
FC_{PA} 2/2 TT	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 9 Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berbahu, FC_{HS} , untuk jalan berbahu dengan lebar efektif, L_{BE}

Tipe jalan	KHS	FC_{HS}			
		Lebar efektif bahu jalan W_s (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 TT	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

Tabel 10 Faktor penyesuaian terkait ukuran kota, FC_{UK}

Ukuran kota (Jutaan penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota, FC_{UK}
$< 0,1$	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 -3.0	1,00
$> 3,0$	1,04

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

F. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus jalan atau arus lalu lintas terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Dalam perhitungan derajat kejenuhan digunakan persamaan sebagai berikut.

$$D_j = Q/C \tag{6}$$

Keterangan:

D_j : Derajat Kejenuhan

Q : Arus lalu lintas (skr/jam)

C : Kapasitas (skr/jam)

G. Tingkat Pelayanan (Level of Service)

Tingkat pelayanan merupakan besarnya arus lalu lintas yang dapat dilewatkan oleh segmen jalan tertentu dengan mempertahankan tingkat kecepatan atau derajat kejenuhan tertentu.

Tabel 11 Tingkat pelayanan jalan

Tingkat pelayanan	Karakteristik lalu lintas	Rasio (Q/C)
A	Kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah	0,00-0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas	0,20-0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan gerak kendaraan dikendalikan	0,45-0,74
D	Arus mendekati stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan, V/C masih dapat ditolerir	0,75-0,84
E	Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas	0,85-1,00
F	Arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas, antrian panjang (macet)	$\geq 1,00$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

2.2 Metode

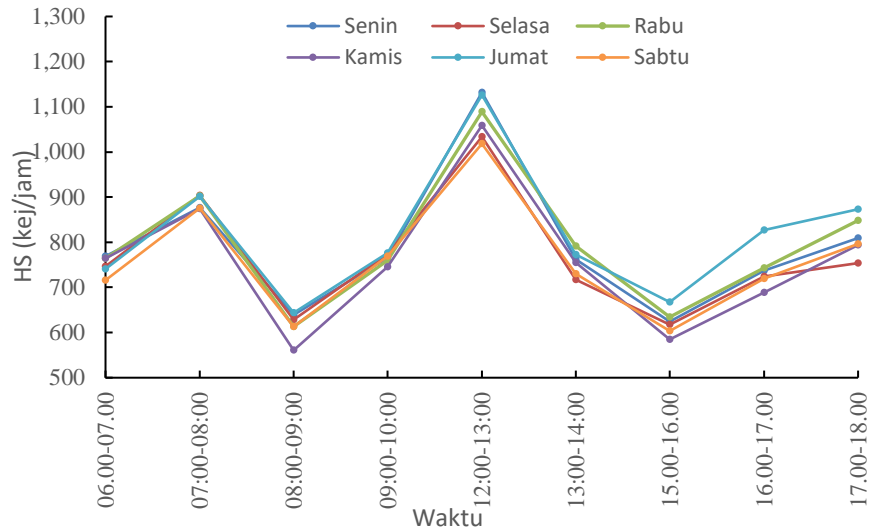
Lokasi penelitian berada pada Ruas Jalan Ahmad Yani, Kota Baru, Alok Timur, Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini meliputi arus lalu lintas, kecepatan kendaraan, geometrik jalan, hambatan samping berupa: kendaraan berhenti atau parkir, pejalan kaki yang melewati badan jalan. Data sekunder meliputi data jumlah penduduk Kabupaten Sikka dan peta lokasi didapat dari *Google Earth*. Pada penelitian ini dilakukan teknik pengumpulan data dan analisis data yang mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014. Berdasarkan data primer dan data sekunder yang dilakukan maka analisis data dilakukan sebagai berikut:

1. Menghitung arus lalu lintas menggunakan persamaan 1
2. Menghitung kecepatan arus bebas berdasarkan persamaan 4
3. Menghitung kapasitas jalan berdasarkan persamaan 5
4. Menghitung nilai derajat kejenuhan berdasarkan persamaan 6
5. Menghitung nilai kelas hambatan samping berdasarkan Tabel 11

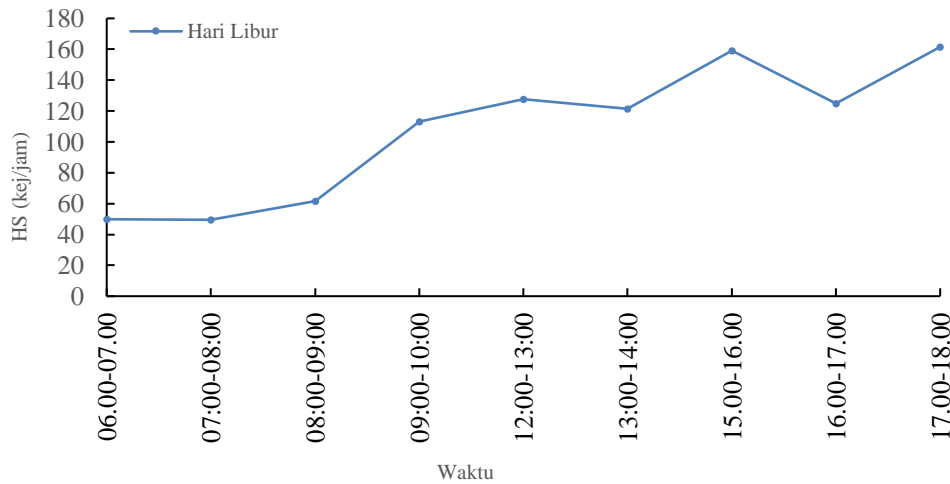
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hambatan Samping

Faktor hambatan samping maksimum terjadi pada hari jumat pukul 12:00-13:00 mencapai 616 kejadian/jam. Sedangkan hambatan samping minimum terjadi pada hari sabtu pukul 06:00-07:00 mencapai 197 kejadian/jam seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hambatan samping hari kerja pada 4 titik



Gambar 2 Hambatan samping hari libur pada 4 titik

Hambatan samping maksimum terjadi pada pukul 17:00-18:00 mencapai 119 kej/jam. Hambatan samping minimum terjadi pada pukul 06:00-07:00 mencapai 46 kej/jam.

3.2 Tingkat Pelayanan (Level of Service)

Tabel 1 Tingkat pelayanan jalan hari libur pada 4 Titik

Waktu	Tingkat pelayanan jalan hari kerja											
	Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jumat		Sabtu	
	DJ	LoS	DJ	LoS	DJ	LoS	DJ	LoS	DJ	LoS	DJ	LoS
06:00-07:00	0,32	B	0,33	B	0,34	B	0,32	B	0,33	B	0,31	B
07:00-08:00	0,50	C	0,52	C	0,52	C	0,51	C	0,51	C	0,48	C
08:00-09:00	0,33	B	0,35	B	0,35	B	0,34	B	0,35	B	0,33	B
09:00-10:00	0,39	B	0,39	B	0,38	B	0,38	B	0,38	B	0,37	B
12:00-13:00	0,56	C	0,56	C	0,54	C	0,55	C	0,56	C	0,55	C
13:00-14:00	0,45	C	0,46	C	0,46	C	0,45	C	0,45	C	0,45	C
15:00-16:00	0,35	B	0,36	B	0,35	B	0,36	B	0,36	B	0,36	B
16:00-17:00	0,38	B	0,41	B	0,39	B	0,40	B	0,40	B	0,38	B
17:00-18:00	0,39	B	0,41	B	0,40	B	0,41	B	0,41	B	0,38	B

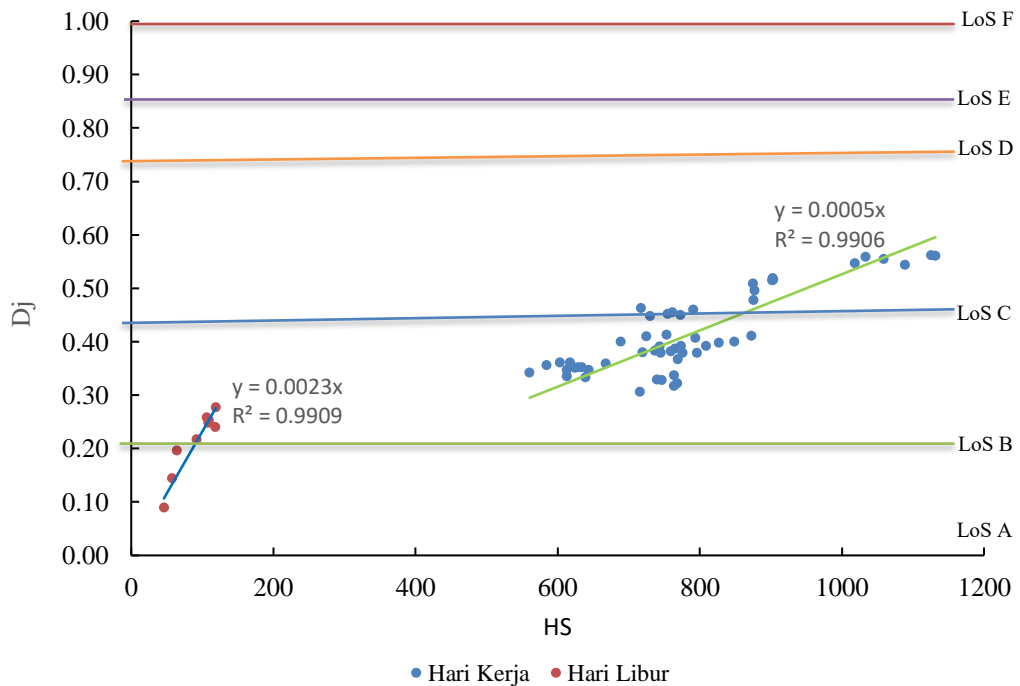
Rata-rata nilai tingkat pelayanan jalan pada hari kerja adalah B.

Tabel 2 Tingkat pelayanan jalan hari libur pada 4 titik

Waktu	Tingkat pelayanan jalan hari libur	
	Hari libur	
	DJ	LoS
06:00-07:00	0,09	A
07:00-08:00	0,14	A
08:00-09:00	0,20	A
09:00-10:00	0,22	B
12:00-13:00	0,26	B
13:00-14:00	0,25	B
15:00-16:00	0,24	B
16:00-17:00	0,25	B
17:00-18:00	0,28	B

Rata-rata nilai tingkat pelayanan jalan pada hari libur adalah B.

3.3 Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan



Gambar 3 Pengaruh hambatan samping terhadap tingkat pelayanan pada 4 Titik

Dari gambar dapat dilihat bahwa nilai kelas hambatan samping tergolong tinggi (T) dan nilai tingkat pelayanan tergolong B. Sedangkan pada hari libur nilai kelas hambatan samping tergolong sedang (S) dan nilai tingkat pelayanan tergolong B.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hambatan samping hari kerja menunjukkan bahwa, nilai hambatan samping mencapai 1.286 kejadian/jam dan termasuk kelas hambatan samping sangat tinggi. Pada hari libur menunjukkan bahwa faktor hambatan samping mencapai 125 kejadian/jam dan termasuk kelas hambatan samping rendah. Nilai tingkat pelayanan jalan pada hari kerja adalah B dan pada hari libur nilai tingkat pelayanan jalan adalah B. Pengaruh hambatan samping terhadap tingkat pelayanan jalan pada ruas jalan Ahmad Yani, untuk nilai kelas hambatan samping tergolong tinggi (T) dan nilai tingkat pelayanan tergolong B, pada hari libur nilai kelas hambatan samping tergolong sedang (S) dan nilai tingkat pelayanan jalan tergolong B.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2021. Kabupaten Sikka dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Sikka, Maumere.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2014, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Direktorat Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Garber, Nicholas J. dan Hoel, Lester. 2002. *Traffic and Highway Engineering*. Thomas Learning. California.
- Gidion P. U. (2018). Analisis Kinerja Ruas Jalan. Skripsi. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Miro, Fidel. 2005. Perencanaan Transportasi Untuk Mahasiswa, Perencana dan Praktisi. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Morlok, E.K. 1995. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Oglesby, C.H. dan Hick, R.g. 1993. Teknik Jalan Raya. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Septyanto, Kurniawan. 2016. Analisa Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Raya (Studi Kasus: Sepanjang 200 M Pada Ruas Jalan Imam Bonjol Kota Metro). Teknologi Aplikasi Konstruksi. Vol. 6, No. 1. Universitas Muhamadiyah Metro, Lampung
- Tamin, O. Z. 2000. Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi. ITB, Bandung
- Willianto, Andhy dan F.A. Luky Primantari. 2021. Analisis Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan. Surakarta *Civil Engineering Riview*. Vol 1, No. 1. Universitas Surakarta.

Evaluasi Tarif Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan Load Factor Angkutan Umum Kota Kupang (Studi Kasus: Trayek 2 dan Trayek 6)

Tariff Evaluation Based On Vehicle Operating Costs (BOK) and Load Factor Of Public Transportation In Kupang City (Case Study: Route 2 and Route 6)

Roswita Rambu Baauru¹, John H. Frans², Tri M. W. Sir^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

biaya , kendaraan, keinginan , kemampuan, tarif

Keywords:

costs, vehicles, willingness, ability, tax

Article history:

Received: 17-07-2023

Accepted: 23-09-2023

*Koresponden email:

roswitabauru@gmail.com

johnhendrikfrans@gmail.com

trimwsir@yahoo.com

Abstrak

Angkutan umum berupa mikrolet merupakan salah satu transportasi yang melayani masyarakat Kota Kupang dalam trayek yang sudah ditetapkan. Agar angkutan umum dapat beroperasi dengan baik maka perlu diperhitungkan biaya-biaya yang perlu dikeluarkan oleh penyedia maupun pengguna jasa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tarif berdasarkan BOK, ATP dan WTP pengguna jasa angkutan umum di Kota Kupang, serta tarif ideal berdasarkan ATP dan WTP. Trayek diamati adalah trayek 2 dan 6. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dan analisis deskriptif. Analisis BOK menggunakan Peraturan Dirjen Perhubungan Darat No. SK.687/AJ.206/DRJD/2002, sedangkan analisis ATP dan WTP menggunakan metode *cross tabulation* dan *travel budgeted*. Hasil survey menyatakan bahwa ketidakstabilan harga BBM berupa kenaikan harga turut menyumbang kenaikan tarif angkutan umum, sehingga penentuan tarif perlu selalu diperhatikan. Untuk hasil analisis diketahui tarif yang berlaku dilapangan saat ini lebih besar dari tarif hasil perhitungan BOK dan WTP, namun tarif yang berlaku lebih kecil dari ATP.

Abstract

Public transportation in the form of minibuses is one form of transportation that serves the people of Kupang City on predetermined routes. For public transportation to operate well, it is necessary to take into account the costs that need to be incurred by service providers and users. This research aims to determine tariffs based on BOK, ATP and WTP for public transport service users in Kupang City and ideal taxes based on ATP and WTP. The routes observed were routes 2 and 6. The methods used in this research were survey methods and descriptive analysis. BOK analysis uses Director General of Land Transportation Regulation no. SK.687/AJ.206/DRJD/2002, while ATP and WTP analysis uses cross-tabulation and travel budget methods. The survey results stated that fuel price instability in the form of price increases also contributed to the rise in public transport fares, so fare determination always needs attention. For the analysis results, it is known that the taxes that apply in the field are currently more significant than the taxes calculated from the BOK and WTP, but the taxes that apply are smaller than the ATP.

Kutipan:

1. Pendahuluan

Pada umumnya kota yang pesat perkembangannya adalah kota yang berada pada jalur sistem angkutan. Sejarah perkembangan sejumlah kota besar di dunia menjadi bukti besarnya peranan angkutan terhadap perkembangan kota yang bersangkutan Warpani (2002). Angkutan umum merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat di Kota Kupang. Angkutan umum yang digunakan oleh masyarakat di Kota Kupang adalah angkutan umum jenis mikrolet yang melayani trayek dalam pusat Kota Kupang. Di Kota Kupang, trayek-trayek yang dilalui oleh angkutan umum (bemo/mini bus) biasanya terdapat fasilitas umum yang di antaranya adalah Rumah Sakit, Bank, Sekolah, Kantor, Tempat Ibadah, Pertokoan, Mall, Hotel, dll.

Adanya permasalahan tarif angkutan umum yang saat ini telah naik, dikarenakan biaya Bahan Bakar Minyak (BBM) yang telah naik. Namun kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) membuat tarif angkutan umum menjadi tidak tetap dan menimbulkan permasalahan. Pihak pengusaha angkutan umum berusaha untuk menaikkan tarif sedangkan pihak pengguna akan merasa keberatan jika tarif tersebut dinaikan dan tidak sesuai dengan kemampuannya (Warpani, 1990).

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penanganan tarif menggunakan pendekatan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), kemampuan membayar (Ability to pay/ATP) dan keinginan membayar (Willingness To Pay/WTP). Proses untuk mendapatkan data menggunakan metode survei dan wawancara kepada pemilik, pengemudi dan kepada pengguna jasa angkutan umum. Dari hasil survei ini BOK akan dihitung menggunakan metode analisis Direktur Jendral Perhubungan Darat nomor SK. 687/AJ.206/DRJD/2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Umum Penumpang Di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap Dan Teratur. Sedangkan analisa Perhitungan ATP dan WTP menggunakan metode *cross tabulation* dan *travel budget*.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tarif Angkutan Umum

Setiap penumpang kendaraan angkutan umum akan dikenakan biaya dengan besaran tertentu. Inilah yang disebut dengan tarif angkutan umum (Departemen Perhubungan, 2002). Penetapan tarif dimaksudkan untuk mendorong terciptanya penggunaan prasarana dan sarana pengangkutan secara optimum dengan mempertimbangkan lintasan yang bersangkutan. Perhitungan tarif angkutan umum merupakan hasil perkalian antara tarif pokok yang didapatkan dari perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan jarak (kilometer) rata-rata satu perjalanan (tarif *Break Event Point*, BEP) dan ditambah 10 % untuk keuntungan jasa perusahaan, secara matematis dapat menggunakan Persamaan dibawah ini :

$$\text{Tarif} = (\text{Tarif pokok} \times \text{jarak rata-rata}) + 10\% \text{ tarif BEP} \quad (1)$$

$$\text{Tarif BEP} = \text{Tarif pokok} \times \text{jarak rata-rata} \quad (2)$$

$$\text{Tarif Pokok} = \frac{\text{total biaya pokok}}{\text{faktor pengisian} \times \text{kapasitas kendaraan}} \quad (3)$$

Keterangan :

Total biaya pokok : Jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung

Faktor pengisian : faktor muat penumpang (*loading factor*)

Kapasitas kendaraan : jumlah kendaraan yang beroperasi pada trayek

2.2 Faktor Muat (Load Factor)

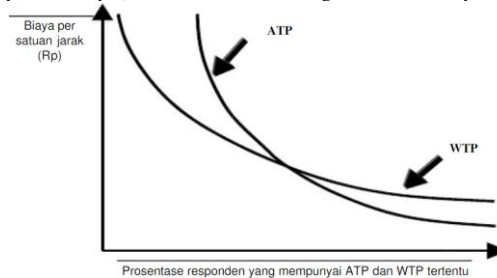
Dalam perencanaan angkutan umum terdapat dua pendekatan untuk perhitungan *load factor* yaitu *load factor* statis dan *load factor* dinamis. *Load factor* statis dapat dihitung dengan membandingkan jumlah penumpang di atas kendaraan tersebut pada saat melewati titik survei dan *load factor* dinamis adalah fluktuasi perbandingan jumlah penumpang yang diangkut dengan kapasitas tempat duduk tersedia yang dihitung secara terus menerus dari awal perjalanan hingga akhir perjalanan. Secara matematis dapat menggunakan Persamaan dibawah ini :

$$LF = \frac{\sum Pnp \times Km}{(\sum \text{Angkt} \times Km \times K)} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

- ΣPnp : Jumlah penumpang (orang)
- $\Sigma Angkt$: Jumlah angkutan (unit)
- Km : Jarak (Km)
- K : Kapasitas Kendaraan (orang)

2.3 Hubungan Antara Ability To Pay (ATP) dan Willingness To Pay WTP)



Gambar 1. Kurva ATP dan WTP
Sumber : Tamin, dkk (1999)

Berikut ini adalah penjelasan mengenai grafik di atas :

- a. *Ability To Pay* lebih besar dari *willingness to pay*. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan membayar lebih besar dari keinginan untuk membayar jasa tersebut. Ini terjadi bila pengguna mempunyai penghasilan yang relatif tinggi tetapi utilitas terhadap jasa tersebut relatif rendah, pengguna pada kondisi ini disebut *choiced riders*.
- b. *Ability to pay* lebih kecil dari *willingness to pay*. Kondisi ini merupakan kebalikan dari kondisi yang pertama. Hal ini memungkinkan terjadi pada pengguna berpenghasilan relatif rendah tetapi utilitas terhadap jasa tersebut sangat tinggi, sehingga untuk membayar jasa tersebut pengguna cenderung dipengaruhi oleh utilitas. Pada kondisi ini pengguna disebut *captive riders*.
- c. *Ability to pay* sama dengan *willingness to pay*. Kondisi ini menunjukkan bahwa antara keinginan dan kemampuan membayar jasa yang dikonsumsi pengguna tersebut sama. Pada kondisi ini terjadi keseimbangan utilitas pengguna dengan biaya yang dikeluarkan untuk membayar jasa tersebut.

2.4 Penentuan Tarif Berdasarkan ATP dan WTP



Gambar 2. Ilustrasi Keleluasaan Penetapan Tarif Berdasarkan ATP dan WTP
sumber : Tamin, dkk (1999)

Dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Tarif tidak melebihi nilai ATP.
- b. Berada diantara ATP dan WTP bila akan dilakukan penyesuaian tingkat pelayanan.
- c. Bila tarif yang dianjurkan berada di bawah perhitungan tarif namun berada di atas ATP maka selisih tersebut dapat dianggap sebagai beban subsidi yang harus ditanggung pemerintah.
- d. Bila perhitungan tarif pada suatu jenis angkutan berada di bawah ATP dan WTP, maka terdapat keleluasaan dalam perhitungan atau pengajuan nilai tarif baru, yang selanjutnya dapat dijadikan peluang penerapan subsidi silang pada jenis angkutan lainnya yang kondisi perhitungannya diatas ATP.

2.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada pada dua jalur trayek angkutan umum yaitu jalur angkutan umum (bemo) trayek 2 dan trayek 6 di Kota Kupang. pengumpulan data sampai dengan analisis data hasil penelitian dilakukan dari minggu ke-1 bulan April tahun 2022 sampai pada minggu ke-1 bulan April tahun 2023.

2.6 Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah jumlah masyarakat Kota Kupang yang tinggal di wilayah Kec.Kota Raja, Kec.Kota Lama, Kec.Maulafa dan Kec.Oebobo. Sampel akan ditentukan dengan menggunakan Metode Slovin :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (5)$$

dengan:

n = besar sampel minimum

N = populasi angkutan Kota

e^2 = tingkat kesalahan (diambil 5%)

Sehingga, untuk mengetahui *Ability To Pay* (ATP), *Willingnes To Pay* (WTP), dan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pengguna dan pemilik angkutan umum maka digunakan perhitungan pada Persamaan 1.

a. Sampel ATP dan WTP

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Kupang dalam Angka 2021 jumlah penduduk Kecamatan Kota Raja adalah 57.121 jiwa, Kecamatan Kota Lama adalah 34.725 jiwa, Kecamatan Maulafa adalah 97.976 jiwa dan Kecamatan Oebobo adalah 100.560 jiwa berdasarkan hasil Sensus Penduduk tahun 2020. Jadi total jumlah penduduk adalah 290.382 jiwa.

$$\begin{aligned} n &= \frac{290.382}{1+290.382(0,05)^2} \\ &= 399,449 \\ &\approx 400 \text{ orang} \end{aligned}$$

b. BOK

Berdasarkan data dari Dinas perhubungan Kota Kupang, jumlah angkutan trayek 2 adalah 53 angkutan dan trayek 6 adalah 73 angkutan.

a. Trayek 2

$$\begin{aligned} n &= \frac{53}{1+53(0,05)^2} \\ &= 46,79 \approx 50 \text{ sampel} \end{aligned}$$

b. Trayek 6

$$\begin{aligned} n &= \frac{73}{1+73(0,05)^2} \\ &= 61,73 \approx 60 \text{ sampel} \end{aligned}$$

2.7 Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini diambil menggunakan data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer yang diambil pada penelitian ini adalah data hasil survei kuesioner ATP dan WTP kepada pengguna angkutan umum Trayek 2 dan trayek 6, dan data hasil wawancara BOK secara langsung terhadap para pemilik angkutan umum di Kota Kupang yang memiliki angkutan umum trayek 2 dan trayek 6.

b. Data Sekunder

Dalam penelitian ini, data sekunder yang dipakai adalah data dari instansi terkait diantaranya data trayek angkutan umum Kota Kupang, jumlah angkutan yang terdaftar dan data penduduk Kota.

2.8 Metode Analisis Data

Hasil survei penelitian yang dilakukan di dua trayek angkutan umum tersebut akan digunakan dalam perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), *Ability To Pay* (ATP), *Willingness To Pay*

(WTP), dan *Load Factor*. Analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif untuk menjelaskan karakteristik responden. Prosedur analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Pengolahan BOK menggunakan metode Direktur Jendral Perhubungan Darat nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002 tentang pedoman teknis penyelenggaraan angkutan penumpang umum di wilayah perkotaan dalam trayek tetap dan teratur.
- b. Data hasil survei kuesioner baik secara online maupun offline untuk *Ability To Pay* (ATP) dan *Willingness To Pay* (WTP) dianalisis dengan metode statistik distribusi frekuensi menggunakan *software SPSS (Statistical Package for Social Science)* Versi 23. Data hasil survei diberi kode dengan tujuan untuk menyederhanakan format data sehingga mempermudah pengolahan data.
- c. Analisis *Load Factor* menggunakan metode dalam SK Dirjen Perhubungan Darat No : SK.687/AJ/DRJD/2002 Tentang "Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur". Penentuan *load factor* merupakan perbandingan antara kapasitas tersedia untuk satu perjalanan yang biasa dinyatakan dalam persen (%). *Load factor* yang ada tergantung dari kapasitas kendaraan yang dipergunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi Antara Biaya Operasional Kendaraan (BOK), Ability to pay (ATP) dan Willingness ToPay (WTP) Responden.

Untuk membahas kondisi antara BOK, ATP dan WTP pada dasarnya dilakukan dengan menggunakan informasi yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya, yaitu berdasarkan besarnya nilai BOK, nilai ATP dan nilai WTP. Prinsip dasar dari suatu tarif adalah suatu nilai yang mampu mengakomodasi dua kepentingan, kepentingan yang pertama adalah pemilik angkutan umum yang dapat dituangkan dalam nilai BOK dan kepentingan yang kedua adalah masyarakat sebagai pengguna jasa angkutan umum dituangkan dalam nilai ATP dan WTP. Tabel 1 berikut ini adalah tabel tarif BOK, ATP dan WTP berdasarkan perhitungan sebelumnya.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perhitungan BOK , ATP dan WTP pada Trayek 2 dan Trayek 6

Trayek	Jenis Tarif	Nilai Tarif		Tarif Normal				Selisih Nilai Tarif (Rp)			
				Umum		Pelajar		Umum		Pelajar	
		sblm	ssdh	sblm	ssdh	sblm	ssdh	sblm	ssdh	sblm	ssdh
Trayek 2	BOK SK Dir	Rp. 3.544	Rp. 3.990	Rp. 3.000	Rp. 5.000	Rp. 2.000	Rp. 3.500	Rp. 544	Rp. 1.010	Rp. 1.544	Rp. 490
	ATP	Rp. 8.148	Rp. 8.148	Rp. 3.000	Rp. 5.000	Rp. 2.000	Rp. 3.500	Rp. 5.148	Rp. 3.148	Rp. 6.148	Rp. 4.648
	WTP	Rp. 2.222	Rp. 2.222	Rp. 3.000	Rp. 5.000	Rp. 2.000	Rp. 3.500	Rp. 778	Rp. 2.778	Rp. 222	Rp. 1.278
Trayek 6	BOK SK Dir	Rp. 3.208	Rp. 3.580	Rp. 3.000	Rp. 5.000	Rp. 2.000	Rp. 3.500	Rp. 208	Rp. 1.420	Rp. 1.208	Rp. 80
	ATP	Rp. 8.148	Rp. 8.148	Rp. 3.000	Rp. 5.000	Rp. 2.000	Rp. 3.500	Rp. 5.148	Rp. 3.148	Rp. 6.148	Rp. 4.648
	WTP	Rp. 2.222	Rp. 2.222	Rp. 3.000	Rp. 5.000	Rp. 2.000	Rp. 3.500	Rp. 778	Rp. 2.778	Rp. 222	Rp. 1.278

Dari Tabel 1. dapat diketahui bahwa nilai BOK memiliki selisih dengan tarif yang berlaku sekarang adalah:

- a) Trayek 2: selisih tarif umum dari perhitungan BOK menggunakan metode SK. Dirjen adalah Rp.278 sebelum kenaikan BBM dan Rp. 1.058 sesudah kenaikan BBM dan selisih tarif pelajar dengan perhitungan menggunakan metode SK. Dirjen adalah Rp.1.278 sebelum kenaikan BBM dan Rp. 442 sesudah kenaikan BBM.
- b) Trayek 6: selisih tarif umum dari perhitungan BOK menggunakan metode SK. Dirjen adalah Rp. 78 sebelum kenaikan BBM dan Rp. 1.517 sesudah Kenaikan BBM dan selisih tarif pelajar dengan perhitungan menggunakan metode SK. Dirjen adalah Rp.922 sebelum kenaikan BBM dan Rp.17 sesudah kenaikan BBM

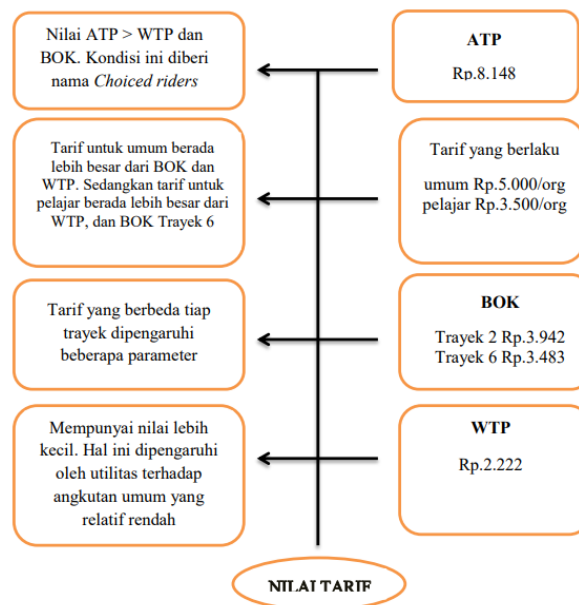
- c) Trayek 2: Nilai ATP memiliki selisih dengan tarif umum adalah Rp.5.148 sebelum kenaikan BBM dan Rp.3.148 sesudah kenaikan BBM dan memiliki selisih tarif pelajar adalah Rp.6.148 sebelum kenaikan BBM dan Rp.4.648 sesudah kenaikan BBM.
- d) Trayek 6: Nilai ATP memiliki selisih dengan tarif umum adalah Rp.5.148 sebelum kenaikan BBM dan Rp.3.148 sesudah kenaikan BBM dan memiliki selisih tarif pelajar adalah Rp.6.148 sebelum kenaikan BBM dan Rp.4.648 sesudah kenaikan BBM
- e) Nilai WTP untuk kedua trayek sama dengan selisih tarif umum sebelum kenaikan BBM adalah Rp.778 dan sesudah kenaikan BBM adalah Rp. 2.778 dan memiliki selisih tarif pelajar sebelum kenaikan BBM adalah Rp.222 dan sesudah kenaikan BBM adalah Rp. 1.278.

3.2 Analisis Tarif Angkutan Kota

Tabel.2 Rekapitulasi Tarif Angkutan Umum

Trayek	Metode	Tarif (Rp.)		Tarif Batas Atas (Rp.)				Tarif Batas Bawah (Rp.)			
				Umum		Pelajar		Umum		Pelajar	
		Sblm	Ssdh	Sblm	Ssdh	Sblm	Ssdh	Sblm	Ssdh	Sblm	Ssdh
2	SK. Dirjen	3.278,-	3.942,-	3.933,-	4.729,-	1.966,-	2.364,-	2.622,-	3.153,-	1.311,-	1.576,-
6	SK. Dirjen	2.922,-	3.483,-	3.506,-	4.179,-	1.753,-	2.089,-	2.337,-	2.786,-	1.168,-	1.393,-

Dari data perhitungan diatas dapat diketahui nilai kemampuan membayar (ATP), dan BOK lebih besar dari keinginan membayar (WTP). Hal yang sama juga diperoleh dari hasil penelitian oleh Issu N, dkk (2016) pada 2 trayek di kabupaten TTS , bahwa tarif yang berlaku di lapangan lebih besar dari BOK, ATP maupun WTP.



Gambar 3. Hubungan Antara Tarif Yang Berlaku, BOK, ATP, Dan WTP

Nilai ATP lebih besar dibandingkan nilai WTP, Kondisi ini biasanya disebut dengan *choiced riders*, pengguna dengan kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan membayar lebih besar dari pada keinginan membayar jasa angkutan, ini terjadi apabila pengguna mempunyai penghasilan yang relatif tinggi tetapi utilitas terhadap jasa relatif rendah. Nilai tarif yang tinggi disebabkan oleh kenaikan harga BBM oleh karena itu maka pemerintah harus melakukan penyesuaian nilai tarif angkutan umum berdasarkan harga BBM yang berlaku untuk saat ini.

3.2 Analisis Load Factor

Berdasarkan hasil perhitungan untuk *load factor* angkutan umum trayek 2 dan trayek 6 menggunakan dua cara yaitu *load factor* statis dan *load factor* dinamis, seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Rekapitulasi *Load Factor*

Ket.	Trayek 2								Trayek 6							
	Trml. Kupang – Trml. Oepura				Trml. Oepura - Trml. Kupang				Trml. Kupang – Bdrn. PU				Bdrn. PU - Trml. Kupang			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Faktor Muat Statis	38%	30%	29%	24%	15%	23%	28%	24%	34%	28%	36%	30%	28%	23%	33%	29%
Faktor Muat Dinamis	121%				90%				128%				113%			

Berdasarkan hasil penelitian oleh Triyono P (2018) dari hasil perhitungan *load factor*/faktor muat penumpang kurang efektif karena lebih rendah dari standar yang ditetapkan, karena itu perlu dilakukan peningkatan pelayanan agar masyarakat kembali tertarik menggunakan moda transportasi umum khususnya Mobil Penumpang Umum trayek C.10 Kota Semarang. Hal ini sama dengan kondisi trayek 2 dan 6 di Kota Kupang untuk faktor muat statis. Berdasarkan Tabel 3 diatas dapat diketahui bahwa nilai *load factor* statis untuk kedua trayek kurang optimal dalam melayani pergerakan penumpang, dan pada *load factor* dinamis untuk trayek 2 jalur Terminal Kupang – Terminal Oepura dan trayek 6 memiliki nilai faktor muat diatas 110%, sedangkan standar yang ditetapkan oleh Departemen Perhubungan sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 41 Tahun 1993, untuk nilai *load factor* antara 70% - 110%.

4. Kesimpulan

Besar tarif BOK untuk trayek 2 berdasarkan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat sebelum kenaikan BBM adalah Rp.3.544 dan sesudah kenaikan BBM adalah Rp.3.990 sedangkan trayek 6 berdasarkan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat sebelum kenaikan BBM adalah Rp 3.208 dan sesudah kenaikan BBM Rp.3.580. Berdasarkan perhitungan dan hasil pengamatan tarif yang menyumbangkan biaya terbesar pada BOK adalah biaya bahan bakar minyak, sehingga ketidakstabilan harga BBM menjadi pertimbangan untuk mengubah biaya transportasi. Dalam proses penelitian di lapangan, kuisisioner BOK yang diisi oleh pemilik angkutan adalah angkutan dengan kondisi pembelian merupakan kondisi bekas. Besarnya nilai ATP trayek 2 adalah Rp.7.778 - Rp.8.519. Berdasarkan data kuisisioner, didapatkan 41 % (82 orang) yang mampu terhadap jasa yang ditawarkan oleh pemilik jasa angkutan, sedangkan besarnya nilai WTP adalah Rp. 2.000 – Rp. 2.444. Responden yang bersedia atau ingin membayar dengan tarif ini adalah berjumlah (38 orang) dengan persentase sebesar 54,5%. Dan untuk trayek 6 nilai ATP adalah Rp.7.778 – Rp.8.519. Berdasarkan data kuisisioner, didapatkan 32% (64 orang) yang mampu membayar terhadap jasa yang ditawarkan oleh pemilik jasa angkutan, sedangkan besarnya nilai WTP adalah Rp. 2.000 – Rp. 2.000. Responden yang bersedia atau ingin membayar dengan tarif ini adalah berjumlah 98 orang dengan persentase sebesar 49%. Nilai ATP lebih besar dari nilai WTP, kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan membayar lebih tinggi dari pada keinginan membayar jasa angkutan, ini terjadi apabila pengguna mempunyai penghasilan yang relatif besar tetapi utilitas terhadap jasa sangat rendah. *Load Factor* untuk trayek 2 dan trayek 6 berdasarkan hasil perhitungan dan survei langsung pada tiap angkutan. Untuk perhitungan *Load Factor* statis pada kedua trayek kurang dari 70% sehingga dinilai kurang optimal dalam melayani pergerakan penumpang, sedangkan untuk *Load Factor* dinamis pada trayek 2 jalur Terminal Kupang – Terminal Oepura dan pada trayek 6 sesuai pada perhitungan memiliki nilai *Load Factor* diatas 110% yang dinilai dapat menyebabkan penumpang akan merasa kurang nyaman dalam menggunakan angkutan umum tersebut namun pada survei langsung yang dilakukan pada kedua trayek selama perjalanan memiliki jumlah muatan penumpang tidak berlebih.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kota Kupang. 2021. Kota Kupang dalam angka 2021. Kota Kupang
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat RI. 2002. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)
- Dirjen Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota (MKJI, 1997).
- Issu, Nicky T; Messah, Yunita A; Frans John H. 2016., Kajian Tarif Angkutan Umum Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), Ability To Pay (ATP) dan Willingness To Pay(WTP) di Kabupaten TTS. Jurnal Teknik Sipil, Vol. V, No.2, September 2016
- Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK. 687/AJ.206/DRJD/2002 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah PerKotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur.
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 41 Tahun 1993 tentang Angkutan Jalan
- Tamin, Ofyar Z., Harmein Rahman, Aine Kusumawati, Ari Sarif Munandar, dan Bagus Hario Setiadji. 1999. Evaluasi Angkutan Umum dan Ability To Pay (ATP) dan Willingness To Pay (WTP) di DKI Jakarta. Jurnal Transportasi, Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi (FSTPT), Vol.1, No.2, h.121-139
- Tamin, O. Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodalan Transportasi*. Bandung: Tarsitu
- Triyono, Pujo. 2018. Analisis Faktor Muat (Load Factor) dan Lokasi Naik Turun Penumpang Angkutan Kota Semarang (Studi Kasus Trayek C.10 PP Kota Semarang). Skripsi S1 Universitas Negeri Semarang
- Warpani, P. Suwardjoko. 2002. *Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Bandung: ITB
- Warpani, P. Suwardjoko. 1990. *Merencanakan Sistem Pengangkutan*. Bandung: ITB

Studi Kinerja Manajemen Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Kantor DPRD Sabu Raijua

Construction Management Performance Study in the Sabu Raijua DPRD Office Development Project

Maria M. Julita Klau^{1*}, A. Hidayat Rizal², Dantje A. T. Sina³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Manajemen Konstruksi, Proyek Konstruksi, Sistem Kerja

Keywords:

Construction Management, Construction Projects, Work Systems

Article history:

Received: 20-07-2023

Accepted: 28-09-2023

*Koresponden email:
marsellaklau@gmail.com

Abstrak

Dalam pelaksanaan suatu proyek, tentunya tidak dapat terhindarkan dari berbagai permasalahan yang perlahan timbul yang akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas, dan meningkatnya biaya pelaksanaan. Sehingga hal ini menjadi tantangan serius bagaimana nantinya masalah dapat diselesaikan dengan sistem kerja yang diterapkan agar proyek kantor DPRD Kabupaten Sabu Raijua ini tetap dapat berjalan sesuai rencana awal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan sistem kerja manajemen konstruksi, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi sistem kerja manajemen konstruksi serta mengetahui tindakan yang perlu dilakukan dalam penerapan sistem kerja manajemen konstruksi dengan menggunakan metode analisis statistik deskriptif dan analisis kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis persepsi menghasilkan nilai persentase sebesar 63 %. Dari hasil analisis *mean* serta IKR didapat faktor-faktor yang mempengaruhi sistem kerja berdasarkan fungsi manajemen yang paling berpengaruh adalah fungsi *evaluation, actuating, organizing, planning*, dan *controlling*. Sedangkan untuk tindakan yang perlu dilakukan dalam penerapan sistem kerja yang paling berpengaruh berdasarkan fungsi manajemen adalah fungsi *evaluation, organizing, planning, actuating, dan controlling*.

Abstract

In implementing a project, it is inevitable that various problems will slowly arise which will result in delays, decreased quality, and increased implementation costs. So this is a serious challenge, how will the problem be solved with the work system implemented so that the Sabu Raijua Regency DPRD office project can continue according to the initial plan. This study aims to determine the implementation of the construction management work system, determine the factors that influence the construction management work system and determine the actions that need to be taken in implementing the construction management work system using descriptive statistical analysis methods and quantitative analysis. The results showed that the perceptual analysis resulted in a percentage value of 63%. From the results of the analysis of the mean and IKR, it was found that the factors that influence the work system based on the most influential management functions are the evaluation, actuating, organizing, planning, and controlling functions. As for the actions that need to be taken in implementing work systems that are most influential based on management functions are the evaluation, organizing, planning, actuating, and controlling functions.

1. Pendahuluan

Proyek pembangunan saat ini sedang banyak dilakukan di seluruh tanah air Indonesia, jasa konstruksi saat ini banyak yang bersaing baik itu perusahaan BUMN maupun swasta karena persaingan pasar bebas, untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah untuk menghadapi persaingan pasar bebas di bidang jasa konstruksi, salah satunya dengan meningkatkan kualitas kinerja manajemen, sehingga dapat menghasilkan suatu sistem bisnis perusahaan jasa konstruksi yang ideal.

Manajemen konstruksi pada proyek adalah proses penerapan fungsi-fungsi manajemen pada suatu proyek dengan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal. Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi ada beberapa permasalahan yang perlahan timbul, contohnya seperti keterlambatan datangnya bahan material atau juga jumlah tenaga kerja yang tidak sesuai dengan kapasitas proyek itu sendiri. Hal tersebut akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas, dan meningkatnya biaya pelaksanaan. Sehingga hal ini menjadi tantangan serius bagaimana nantinya masalah tersebut dapat diselesaikan agar proyek kantor DPRD Kabupaten Sabu Raijua ini tetap dapat berjalan sesuai rencana awal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan sistem kerja manajemen konstruksi, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi sistem kerja manajemen konstruksi serta mengetahui tindakan yang perlu dilakukan dalam penerapan sistem kerja manajemen konstruksi sehingga berjalan dengan baik sesuai dengan yang dijadwalkan secara efektif dan efisien (Purba, 2022).

Bila suatu proyek mengalami keterlambatan penyelesaian waktu tentu akan sangat berpengaruh pada bertambahnya biaya (Kaming dkk, 2013). Keterlambatan dalam menyelesaikan proyek konstruksi ini akan menyebabkan kerugian baik dari pihak kontraktor maupun pihak pemilik (*owner*). Keterlambatan juga dapat berpengaruh terhadap aspek mutu bangunan yang dihasilkan karena pekerjaan yang terpaksa atau terburu – buru dapat mendorong pelanggaran aspek teknis untuk mengurangi keterlambatan proyek (Siswanto, Pudjihardjo, Tutuko, Putra, Zulifah, 2022).

Upaya atau tindakan yang perlu dilakukan oleh para pihak proyek untuk mengatasi masalah-masalah yang ada dengan mengatur sistem kerja dari manajemen konstruksi pada tahap perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengendalian serta evaluasi sehingga proyek dapat berjalan sesuai dengan yang sudah dijadwalkan. Salah satu masalah yang sering terjadi di proyek yaitu kondisi cuaca, faktor cuaca sangatlah berperan penting dalam proses pembangunan, karena tidak semua pekerjaan dapat berjalan jika terjadinya cuaca yang buruk, maka tindakan yang dapat dilakukan jika terjadinya cuaca buruk yaitu dialihkan ke pekerjaan yang tidak berpengaruh terhadap kondisi cuaca yang buruk seperti pekerjaan yang dilakukan di dalam gedung.

2. Bahan dan Metode

2.1 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah suatu cara untuk mengolah sumber daya (*source*) yang ada secara efektif dan efisien untuk membentuk suatu bangunan. Manajemen konstruksi diperlukan dalam proses pembangunan untuk mengatur supaya bangunan dapat selesai tepat waktu biaya tidak melebihi anggaran dan kualitas sesuai yang direncanakan (Winoto, 2018).

2.2 Fungsi Manajemen Konstruksi

George R. Term telah merumuskan fungsi-fungsi tersebut sebagai POAC, artinya *Planning*, *Organizing*, *Actuating* dan *Controlling*. Fungsi manajemen konstruksi lainnya adalah evaluasi yang dilakukan setelah fungsi *Controlling* (Pengendalian) (Hadi, 2020).

2.3 Sistem Kerja

Menurut Sandjojo (2011) sistem kerja adalah serangkaian aktifitas yang dipadukan untuk menghasilkan suatu benda atau jasa yang menghasilkan kepuasan pelanggan atau keuntungan perusahaan. Faktor-faktor yang mengkombinasikan manusia dan alat tersebut merupakan tahapan kerja yang sudah tetap sehingga menghasilkan suatu sistem kerja yang konsisten dan hasil kerja yang berkualitas. Seiring dengan perkembangan zaman sistem kerja semakin kompleks tidak hanya meliputi manusia dan alat saja. Sistem kerja di industri manufaktur memiliki sistem kompleks mencakup manusia, mesin dan organisasi (Mustafa, Kamaruddin, Othman, Mokhtar, 2009).

2.4 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah adalah para pihak yang terlibat dalam proyek pembangunan Kantor DPRD Sabu Raijua yang terdiri dari *owner*, konsultan dan kontraktor.

Teknik Sampling digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *non probability sampling*, yaitu metode *sampling* yang tidak memberi kesempatan atau peluang yang sama bagi setiap unsur atau populasi untuk dipilih menjadi sampel (Sugiyono, 2004). Sedangkan jenis *non probability sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling*.

Berdasarkan pedoman Roscoe, sampel yang akan diambil yaitu sebesar 30 responden yang akan dibagi menjadi beberapa kategori responden yaitu *Owner*, konsultan dan kontraktor.

2.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk di pelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2010). Maka, variabel dalam penelitian ini ditinjau dari fungsi manajemen konstruksi yaitu Perencanaan (*Planning*), Pengorganisasian (*Organizing*), Pelaksanaan (*Actuating*), Pengendalian (*Controlling*), dan Evaluasi (*Evaluation*) yang dapat disingkat POACE.

2.6 Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dilakukan dengan menggunakan angket/kuesioner (Bandur, 2013). Survei kuesioner ini secara daring (*online*) menggunakan *google form*, kemudian membagikan form kuesioner tersebut melalui aplikasi *WhatsApp*.

2.7 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu :

1. Pengujian kembali
Setelah hasil dari kuesioner didapatkan kemudian dilakukan pengujian kembali yaitu uji validitas dan uji reliabilitas.
2. Analisis persepsi
Analisis persepsi responden dilakukan dengan cara menentukan persentase
3. Menghitung nilai *mean* untuk analisis faktor-faktor dan tindakan-tindakan.
Hasil dari *skoring* pada kuesioner selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata (*mean*).
4. Mengelompokkan tingkat kepengaruhan
Setelah nilai *mean* diketahui, kemudian dikelompokkan kembali berdasarkan nilai rata-rata dari masing-masing faktor. Faktor yang memiliki nilai rata-rata terbesar ditetapkan sebagai faktor yang paling mempengaruhi, sedangkan semakin kecil nilai rata-ratanya, maka semakin kecil faktor yang mempengaruhi.
5. Menghitung nilai Indeks Kepentingan Relatif (IKR)
Kemudian setelah dikelompokkan, setiap faktor dihitung nilai indeksnya untuk diperbandingkan dengan nilai *mean*.
6. Penentuan *ranking*
Variabel yang memiliki IKR tertinggi diberi *ranking* 1, kemudian diurutkan sampai dengan nilai IKR yang paling rendah

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Analisis Data

Penelitian ini menggunakan instrumen penelitian berupa kuesioner, maka setelah dilakukan penyebaran kuesioner dan didapat jawaban-jawaban dari setiap responden, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian kembali terhadap data-data tersebut. Pengujian kelayakan dari setiap item pertanyaan dengan menggunakan program *Software Microsoft Excel 2007*

3.1.1 Uji Validitas

Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 30 (n) dengan taraf signifikansi sebesar 5%, maka diperoleh r tabel sebesar 0,361sesuai nilai r tabel *product moment pearson*. Suatu item dikatakan

valid apabila tingkat signifikansi ada dibawah nilai 0,05 atau mempunyai koefisien korelasi diatas 0,361. Nilai r hitung diperoleh sesuai rumus :

$$r_h = \frac{r_{xy} \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)}} \tag{1}$$

Dimana :

rh : Nilai r hitung

n : jumlah responden uji coba

rxy : koefisien korelasi hasil r hitung

Pengujian tingkat validitas dilakukan terhadap data dari lima variabel dengan masing-masing item. kemudian membandingkan jumlah responden uji dengan nilai koefisien korelasi sehingga di dapat nilai r hitung dari setiap item jawaban responden dinyatakan valid dengan nilai r hitung > nilai r tabel yaitu 0,361

3.1.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas ini diukur melalui koefisien *alpha* (*Cronbach*) yang diperoleh dengan teknik *reliability analysis*. Untuk perhitungan pengujian pengujian reliabilitas digunakan rumus *Cronbach alpha* :

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum Si}{(St)} \right\} \tag{2}$$

Dimana:

α : koefisien reliabilitas

Σsi : Jumlah varians skor tiap-tiap item

St : Varians total

K : jumlah variabel bebas dalam persamaan

Dalam menentukan nilai varians item dan pengujian reliabilitas digunakan program *Software Microsoft Excel 2007*. Suatu item dapat dinyatakan reliabel jika memiliki nilai koefisien *alpha* (*cronbach*) positif dan lebih besar dari 0,6. Nilai Hasil Uji Reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Hasil uji reabilitas faktor - faktor yang mempengaruhi penerapan sistem kerja manajemen konstruksi

Variabel	<i>Cronbach alpha</i>	Nilai Reabilitas	Kategori
Perencanaan / <i>Planning</i> (P)	0,635	0,6	<i>Reliable</i>
Pengorganisasian / <i>Organizing</i> (O)	0,637	0,6	<i>Reliable</i>
Pelaksanaan / <i>Actuating</i> (A)	0,668	0,6	<i>Reliable</i>
Pengendalian / <i>Controlling</i> (C)	0,609	0,6	<i>Reliable</i>
Evaluasi / <i>Evaluation</i> (E)	0,606	0,6	<i>Reliable</i>

Tabel 2 Hasil uji reabilitas tindakan yang perlu dilakukan dalam penerapan sistem kerja manajemen konstruksi sehingga berjalan dengan baik

Variabel	<i>Cronbach alpha</i>	Nilai Reabilitas	Kategori
Perencanaan / <i>Planning</i> (P)	0,606	0,6	<i>Reliable</i>
Pengorganisasian / <i>Organizing</i> (O)	0,604	0,6	<i>Reliable</i>
Pelaksanaan / <i>Actuating</i> (A)	0,614	0,6	<i>Reliable</i>
Pengendalian / <i>Controlling</i> (C)	0,628	0,6	<i>Reliable</i>
Evaluasi / <i>Evaluation</i> (E)	0,664	0,6	<i>Reliable</i>

3.2 Analisis Persepsi Responden Terkait Penerapan Sistem Kerja Manajemen Konstruksi

Analisis ini untuk mengetahui persepsi atau tanggapan responden terkait penerapan sistem kerja manajemen konstruksi dengan jawaban-jawaban yang sudah disediakan. Hasil

jawaban persepsi responden yang telah diperoleh kemudian dilakukan rekapitulasi dan dianalisis dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{N} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan :

P : Persentase jawaban responden

F : Frekuensi jawaban responden

N : Jumlah responden keseluruhan

Setelah didapatkan persentase dari tiap jawaban, kemudian menentukan kategori dari tiap persentase jawaban yang dominan di setiap pertanyaan yang berdasarkan pedoman interpretasi sebagai berikut :

0 %	: Tidak seorangpun dari responden
1 % - 25 %	: Sangat sedikit dari responden
26 % - 49 %	: Sebagian kecil / hampir setengah dari responden
50 %	: Setengah dari responden
51 % - 75 %	: Sebagian besar dari responden
76 % - 99 %	: Hampir seluruh dari responden
100 %	: Seluruh responden

Untuk hasil perhitungan dan pengkategorian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi persentase jawaban yang dominan

Pertanyaan	Persentase Jawaban yang Dominan (%)	Kategori
1	63	Sebagian besar dari responden
2	57	Sebagian besar dari responden
3	63	Sebagian besar dari responden
4	67	Sebagian besar dari responden
5	67	Sebagian besar dari responden
6	60	Sebagian besar dari responden
7	63	Sebagian besar dari responden
8	67	Sebagian besar dari responden
9	60	Sebagian besar dari responden
Rata - Rata	63	Sebagian besar dari responden

3.3 Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan sistem kerja manajemen konstruksi

1. Menghitung nilai rata-rata (*mean*)

Mean adalah sebuah rata – rata dari data yang diperoleh berupa angka. *Mean* adalah jumlah nilai – nilai dibagi dengan jumlah individu (Hadi, 1998).

Rumus *mean* yaitu :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

Keterangan :

\bar{X} : nilai rata – rata (*mean*)

N : jumlah responden

x_i : frekuensi pada (i) yang diberikan responden

2. Mengelompokkan tingkat kepengaruhan

Hasil dari nilai *mean* kemudian akan dilakukan pengelompokan tingkat kepengaruhan sebagai berikut.

Tabel 4 Pengelompokan Tingkat Kepengaruhan

Nilai Rata-Rata (X)	Keterangan
$3,5 < X < 4,0$	Sangat Berpengaruh
$2,5 < X < 3,5$	Berpengaruh
$1,5 < X < 2,5$	Kurang Berpengaruh
$1,0 < X < 1,5$	Tidak Berpengaruh

3. Menghitung nilai indeks kepentingan relatif

Perhitungan nilai indeks kepentingan relatif ini akan diperbandingkan dengan nilai rata-rata (*mean*) dan akan digunakan untuk penentuan rangking

$$IKR = \frac{\bar{X}}{m} \tag{5}$$

Keterangan :

IKR : indeks kepentingan relatif

\bar{X} : nilai rata – rata (mean)

M : 4 (pada faktor yang mempengaruhi)

Variabel yang dimiliki IKR tertinggi diberi *ranking* 1, kemudian diurutkan sampai dengan nilai IKR yang paling rendah.

Perhitungan semua item faktor dilakukan dengan cara yang sama, sehingga untuk rekapan hasil dari perhitungan semua item faktor pada kelima variabel dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 5 Rekapan hasil perhitungan item faktor berdasarkan fungsi perencanaan (*planning*)

Fungsi MK	Item	$\sum Xi$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Perencanaan/ <i>Planning</i>	F.P1	97	3,233	0,808	Berpengaruh	4
	F.P2	106	3,533	0,883	Sangat berpengaruh	1
	F.P3	98	3,267	0,817	Berpengaruh	3
	F.P4	96	3,200	0,8	Berpengaruh	5
	F.P5	99	3,300	0,825	Berpengaruh	2
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		99,2	3,307	0,827	Berpengaruh	

Tabel 6 Rekapan hasil perhitungan item faktor berdasarkan fungsi pengorganisasian (*organizing*)

Fungsi MK	Item	$\sum Xi$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Pengorganisasian/ <i>Organizing</i>	F.O1	106	3,533	0,883	Sangat Berpengaruh	3
	F.O2	110	3,667	0,917	Sangat Berpengaruh	1
	F.O3	104	3,467	0,867	Berpengaruh	4
	F.O4	109	3,633	0,908	Sangat Berpengaruh	2
	F.O5	101	3,367	0,842	Berpengaruh	5
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		106	3,533	0,883	Sangat Berpengaruh	

Tabel 7 Rekapitan Hasil perhitungan item faktor berdasarkan fungsi pelaksanaan (*actuating*)

Fungsi MK	Item	$\sum Xi$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Pelaksanaan / <i>Actuating</i>	F.A1	109	3,633	0,908	Sangat Berpengaruh	2
	F.A2	111	3,700	0,925	Sangat Berpengaruh	1
	F.A3	108	3,600	0,900	Sangat Berpengaruh	3
	F.A4	100	3,333	0,833	Berpengaruh	7
	F.A5	102	3,400	0,850	Berpengaruh	6
	F.A6	106	3,533	0,883	Sangat Berpengaruh	5
	F.A7	106	3,533	0,883	Sangat Berpengaruh	4
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		106	3,533	0,883	Sangat Berpengaruh	

Tabel 8 Rekapitan hasil perhitungan item faktor berdasarkan fungsi pengendalian (*controlling*)

Fungsi MK	Item	$\sum Xi$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Pengendalian / <i>Controlling</i>	F.C1	99	3,300	0,825	Berpengaruh	6
	F.C2	101	3,367	0,842	Berpengaruh	5
	F.C3	103	3,433	0,858	Berpengaruh	4
	F.C4	103	3,433	0,858	Berpengaruh	3
	F.C5	104	3,467	0,867	Berpengaruh	2
	F.C6	104	3,467	0,867	Berpengaruh	1
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		102,333	3,411	0,853	Berpengaruh	

Tabel 9 Rekapitan hasil perhitungan item faktor berdasarkan fungsi evaluasi (*evaluation*)

Fungsi MK	Item	$\sum Xi$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Evaluasi / <i>Evaluation</i>	F.E1	106	3,533	0,883	Sangat Berpengaruh	3
	F.E2	104	3,467	0,867	Berpengaruh	4
	F.E3	112	3,733	0,933	Sangat Berpengaruh	1
	F.E4	99	3,300	0,825	Berpengaruh	5
	F.E5	111	3,700	0,925	Sangat Berpengaruh	2
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		106,4	3,547	0,887	Sangat Berpengaruh	

3.4 Analisis tindakan yang perlu dilakukan dalam penerapan sistem kerja manajemen konstruksi Sehingga Berjalan dengan Baik

1. Menghitung nilai rata-rata (*mean*)

Mean adalah sebuah rata – rata dari data yang diperoleh berupa angka. *Mean* adalah jumlah nilai – nilai dibagi dengan jumlah individu (Hadi, 1998).

Rumus *mean* yaitu :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n} \tag{6}$$

Keterangan :

\bar{X} : nilai rata – rata (mean)

n : jumlah responden
xi : frekuensi pada (i) yang diberikan responden

2. Mengelompokkan tingkat kepengaruh

Hasil dari nilai *mean* kemudian akan dilakukan pengelompokan tingkat kepengaruh sebagai berikut.

Tabel 10 Pengelompokan tingkat kepengaruh

Nilai Rata-Rata (X)	Keterangan
$3,5 < X < 4,0$	Sangat Berpengaruh
$2,5 < X < 3,5$	Berpengaruh
$1,5 < X < 2,5$	Kurang Berpengaruh
$1,0 < X < 1,5$	Tidak Berpengaruh

3. Menghitung nilai indeks kepentingan relatif

Perhitungan nilai indeks kepentingan relatif ini akan diperbandingkan dengan nilai rata-rata (*mean*) dan akan digunakan untuk penentuan ranking

$$IKR = \frac{\bar{X}}{m} \tag{7}$$

Keterangan :

IKR : indeks kepentingan relatif

\bar{X} : nilai rata – rata (mean)

M : 4 (pada faktor yang mempengaruhi)

Variabel yang dimiliki IKR tertinggi diberi *ranking* 1, kemudian diurutkan sampai dengan nilai IKR yang paling rendah.

Perhitungan semua item tindakan dilakukan dengan cara yang sama, sehingga untuk rekapitan hasil dari perhitungan semua item faktor pada kelima variabel dapat lihat sebagai berikut.

Tabel 11 Rekapitan hasil perhitungan item tindakan berdasarkan fungsi perencanaan (*planning*)

Fungsi MK	Item	$\sum Xi$	\bar{X}	IKR	Keterangan	<i>Ranking</i>
Perencanaan/ <i>Planning</i>	T.P1	98	3,267	0,817	Berpengaruh	5
	T.P2	100	3,333	0,833	Berpengaruh	4
	T.P3	112	3,733	0,933	Sangat Berpengaruh	1
	T.P4	104	3,467	0,867	Berpengaruh	3
	T.P5	105	3,500	0,875	Berpengaruh	2
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		103,8	3,460	0,865	Berpengaruh	

Tabel 12 Rekapitan hasil perhitungan item tindakan berdasarkan fungsi pengorganisasian (*Organizing*)

Fungsi MK	Item	$\sum Xi$	\bar{X}	IKR	Keterangan	<i>Ranking</i>
Pengorganisasian / <i>Organizing</i>	T.O1	102	3,400	0,850	Berpengaruh	3
	T.O2	104	3,467	0,867	Berpengaruh	2
	T.O3	98	3,267	0,817	Berpengaruh	5
	T.O4	114	3,800	0,950	Sangat Berpengaruh	1
	T.O5	102	3,400	0,850	Berpengaruh	4
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		104	3,467	0,867	Berpengaruh	

Tabel 13 Rekap hasil perhitungan item tindakan berdasarkan berdasarkan fungsi pelaksanaan (*Actuating*)

Fungsi MK	Item	$\sum X_i$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Pelaksanaan / <i>Actuating</i>	T.A1	106	3,533	0,883	Sangat Berpengaruh	3
	T.A2	111	3,700	0,925	Sangat Berpengaruh	1
	T.A3	108	3,600	0,900	Sangat Berpengaruh	2
	T.A4	104	3,467	0,867	Berpengaruh	4
	T.A5	99	3,300	0,825	Berpengaruh	5
	T.A6	98	3,267	0,817	Berpengaruh	6
	T.A7	97	3,233	0,808	Berpengaruh	7
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		103,286	3,443	0,861	Berpengaruh	

Tabel 14 Rekap hasil perhitungan item tindakan Berdasarkan fungsi pengendalian (*controlling*)

Fungsi MK	Item	$\sum X_i$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Pengendalian / <i>Controlling</i>	T.C1	100	3,333	0,833	Berpengaruh	5
	T.C2	101	3,367	0,842	Berpengaruh	4
	T.C3	110	3,667	0,917	Sangat Berpengaruh	1
	T.C4	102	3,400	0,850	Berpengaruh	2
	T.C5	100	3,333	0,833	Berpengaruh	6
	T.C6	101	3,367	0,842	Berpengaruh	3
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		102,333	3,411	0,853	Berpengaruh	

Tabel 15 Rekap hasil perhitungan item tindakan berdasarkan fungsi evaluasi (*evaluation*)

Fungsi MK	Item	$\sum X_i$	\bar{X}	IKR	Keterangan	Rangking
Evaluasi / <i>Evaluation</i>	T.E1	99	3,300	0,825	Berpengaruh	5
	T.E2	109	3,633	0,908	Sangat Berpengaruh	3
	T.E3	116	3,867	0,967	Sangat Berpengaruh	1
	T.E4	104	3,467	0,867	Berpengaruh	4
	T.E5	110	3,667	0,917	Sangat Berpengaruh	2
Rata-Rata (<i>Mean</i>)		107,6	3,587	0,897	Sangat Berpengaruh	

3.5 Pembahasan

3.5.1 Persepsi responden terkait penerapan sistem kerja manajemen konstruksi

Berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa rata-rata persentase jawaban yang dominan sebesar 63%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa berdasarkan nilai persentase tersebut memiliki kategori sebagian besar dari responden memberikan jawaban persepsi yang sama, sehingga dari persepsi responden dapat disimpulkan juga bahwa sistem kerja manajemen konstruksi secara keseluruhan sudah baik, dikarenakan penerapan sistem kerja manajemen konstruksi pada proyek kantor DPRD Sabu Raijua sudah berjalan sepenuhnya dengan optimal dengan mekanisme yang sangat mudah sehingga dapat berpengaruh baik terhadap hasil akhir dari proyek konstruksi tersebut.

3.5.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan sistem kerja manajemen konstruksi

1. Variabel perencanaan (*planning*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap perencanaan (*planning*), faktor yang mempengaruhi adalah item faktor ketidakcocokan desain dengan pelaksanaan (F.P2).

2. Variabel pengorganisasian (*organizing*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap pengorganisasian (*organizing*), faktor yang mempengaruhi adalah item faktor terjadinya *miss* komunikasi antara orang lapangan dan kantor (F.O2).

3. Variabel pelaksanaan (*actuating*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap pelaksanaan (*actuating*), faktor yang mempengaruhi adalah item faktor kedatangan material dan peralatan yang dibutuhkan tepat waktu (F.A2).

4. Variabel pengendalian (*controlling*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap pengendalian (*controlling*), faktor yang mempengaruhi adalah item faktor kontrol kualitas kerja secara rutin (F.C6).

5. Variabel evaluasi (*evaluation*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap evaluasi (*evaluation*), faktor yang mempengaruhi adalah item faktor pengukuran kembali pada setiap item pekerjaan yang dikerjakan (F.E3) .

3.5.3 Tindakan yang Perlu Dilakukan dalam Penerapan Sistem Kerja Manajemen Konstruksi Sehingga Berjalan dengan Baik

1. Variabel perencanaan (*planning*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap perencanaan (*planning*), tindakan yang perlu dilakukan adalah item tindakan menambah tenaga ahli untuk membantu mempercepat proses perencanaan (T.P3)..

2. Variabel pengorganisasian (*organizing*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap pengorganisasian (*organizing*), tindakan yang perlu dilakukan adalah item tindakan cepat merespon dan berkomunikasi dengan pemilik proyek jika ada informasi yang kurang jelas dalam persyaratan dokumen kontrak (T.O4).

3. Variabel pelaksanaan (*actuating*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap pelaksanaan (*actuating*), tindakan yang perlu dilakukan adalah item tindakan membuat jadwal pengajuan material dan peralatan sehingga tidak terjadinya keterlambatan material maupun peralatan (T.A2)

4. Variabel pengendalian (*controlling*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap pengendalian (*controlling*), tindakan yang perlu dilakukan adalah item tindakan dibentuknya sistem keselamatan (K3) agar dapat terpantau keselamatan para pekerja (T.C3)..

5. Variabel evaluasi (*evaluation*)

Berdasarkan hasil analisis data pada tahap evaluasi (*evaluation*), tindakan yang perlu dilakukan adalah item tindakan dilakukan evaluasi jika terdapat pekerjaan yang menyimpang (T.E3).

4 Kesimpulan

Hasil persepsi responden terkait penerapan sistem kerja manajemen konstruksi menunjukkan bahwa rata-rata jawaban yang dominan memiliki persentase sebesar 63%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa berdasarkan nilai persentase tersebut memiliki kategori sebagian besar dari responden memberikan jawaban persepsi yang sama, sehingga dari persepsi responden dapat disimpulkan juga bahwa sistem kerja manajemen konstruksi secara keseluruhan sudah baik, dikarenakan penerapan sistem kerja manajemen konstruksi pada proyek kantor DPRD Sabu Raijua sudah berjalan sepenuhnya dengan optimal dengan mekanisme yang sangat mudah sehingga dapat berpengaruh baik terhadap hasil akhir dari proyek konstruksi tersebut.

Daftar Pustaka

Bandur, Agustinus. (2013) *Penelitian Kuantitatif, Metodologi, Desain dan Teknik Analisis Data dengan Nvivo 10*. Mitra Wacana Media : Jakarta.

- Hadi, Sofwan. (2020). *Manajemen Konstruksi (Proyek Jalan Dan Jembatan)*. Poliban Press : Banjarmasin.
- Kaming, Peter F. & Saputra, Ambar Y. (2013). *Studi Peran Konsultan Manajemen Konstruksi Pada Tahapan Proyek (079K)*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7. Universitas Sebelas Maret : Surakarta.
- Mustafa, S.A., Kamaruddin, S., Othman, Z., Mokhtar, M. 2009. *Ergonomics Awareness and Identifying Frequently Used Ergonomics Programs in Manufacturing Industries Using Quality Function Deployment*. American Journal of Scientific Research. ISSN 1450-223X Issue 3, pp.51-66.
- Purba, Valentio G. (2022). *Analisis Kinerja Manajemen Konstruksi Pada Proyek Gedung Digitasi Universitas Negeri Lampung*. Jurnal Ilmu Teknik.
- Sandjojo, Nidjo. (2011). *Metode Analisis Jalur (Path Analysis) dan Aplikasinya*. Pustaka Sinar Harapan : Jakarta.
- Siswanto, Agus B., Pudjihardjo, Hari S., Tutuko, Bambang., Putra, Dicky P., & Zulifah, Sitti. (2022). *Analisis Faktor yang Berpengaruh pada Penerapan Pengendalian Waktu, Biaya dan Mutu Pada Proyek Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kota Semarang*. Rang Teknik Journal.
- Sugiyono. (2004). *Metode Penelitian Bisnis*. Alfabeta : Bandung
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta : Bandung
- Winoto, Agnes D. Y. (2015). *Manajemen Konstruksi Untuk Bangunan*. PT. Taka Publisher : Yogyakarta.

Analisis Kebutuhan Parkir Pasar Inpres Lipa Kalabahi, Kabupaten Alor

Analysis Of the Parking Needs Of Inpres Lipa Kalabahi Market, Alor District

Lyani Herlina Ferdita Maubara^{1*)}, Tri M.W. Sir², John H.Frans³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Karakteristik, kinerja, parkir pasar, proyeksi.

Keywords:

Characteristics, market, parking, performance, projections.

Article history:

Received: 02-09-2023

Accepted: 01-10-2023

^{*}Koresponden email:

lyanifmaubara@gmail.com

trimwsir@staf.undana.ac.id

johnhendrikfrans@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan akan lahan parkir menjadi hal yang penting di sebuah pasar seperti pada pasar Inpres Lipa di Kabupaten Alor. Penyediaan tempat parkir harus dapat memenuhi kebutuhan saat ini dan beberapa tahun mendatang. Namun lahan parkir sering digunakan untuk area berjualan sehingga mengurangi luasan parkir. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik parkir dan kebutuhan parkir saat ini dan 5 tahun mendatang. Metode penelitian berupa deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian diperoleh bahwa kebutuhan lahan parkir saat ini masih dapat menampung kendaraan baik sepeda motor maupun mobil, tetapi untuk tahun 2027, kebutuhan parkir untuk sepeda motor adalah 93 SRP maka luas lahan yang dibutuhkan 139,5 m² dan kebutuhan parkir untuk mobil adalah 11 SRP maka kebutuhan parkir yang dibutuhkan adalah 135,7 m², artinya kebutuhan parkir pada tahun 2027 sudah tidak mampu menampung kendaraan.

Abstract

Parking space is essential in a market such as the Inpres Lipa market in Alor Regency. The provision of parking spaces must be able to meet current needs and the next few years. However, parking lots are often used as sales areas, reducing parking areas. The research will determine parking characteristics and needs in the next five years. The research method is quantitative descriptive. The research results show that the current parking space requirement can accommodate motorbikes and cars. But for 2027, the parking requirement for motorbikes is 93 SRP, so the land area required is 139.5 m², and the parking requirement for vehicles is 11 SRP, so the required parking requirement is 135.7 m², meaning that parking requirements in 2027 will no longer be able to accommodate cars.

1. Pendahuluan

Pasar merupakan hubungan sosial dan infrastruktur tempat usaha menjual barang, jasa, dan tenaga kerja untuk orang-orang dengan imbalan uang. Perkembangan pasar tidak lepas dari kebutuhan ekonomi daerah. Pemuasan kebutuhan untuk memperoleh produk melalui transaksi dan pembelian menimbulkan pertukaran yang kemudian disebut pasar (Suminatarsih, 2011). Menurut Fuad M (2006), pasar adalah institusi, prosedur, hubungan sosial dan infrastruktur tempat usaha menjual barang, jasa, dan tenaga kerja untuk orang-orang dengan imbalan uang. Barang dan jasa yang dijual menggunakan alat pembayaran yang sah seperti uang. Kegiatan ini merupakan bagian dari perekonomian, sehingga tentunya banyak orang yang mengunjungi pasar dengan menggunakan sarana transportasi baik sepeda motor maupun mobil untuk melakukan kegiatan jual beli. Dengan demikian diperlukan lahan parkir untuk memarkirkan kendaraannya.

Menurut Direktoral Jenderal Perhubungan Darat (1998) parkir adalah keadaan tidak bergerak kendaraan bermotor/tidak bermotor dalam jangka waktu tertentu yang lama maupun sebentar tergantung pada kepentingan pengemudinya. Kurangnya lahan parkir merupakan masalah yang sering dijumpai apalagi seperti daerah yang memiliki aktivitas yang tinggi seperti pasar (RPJMD Kabupaten Alor, 2022). Kegiatan perparkiran pada badan jalan di sekitar pasar akibat penggunaan lahan parkir untuk membangun kios mengakibatkan kemacetan disekitar pasar. Untuk itu diperlukan suatu sistem parkir serta penggunaan lahan parkir yang seharusnya. Demikian juga yang terjadi pada pasar Lipa berkaitan dengan area parkir. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan suatu penelitian terkait analisis karakteristik dan kebutuhan parkir di pasar Inpres Lipa Kalabahi, Kabupaten Alor.(Alor Pos, 2021)

2. Data dan Metode

Penelitian ini dimulai dengan melakukan survei parkir di pasar Inpres Lipa Kabupaten Alor. Data primer yang diperlukan berupa luas lahan parker, jumlah kendaraan keluar dan masuk dan waktu kendaraan keluar dan masuk. Untuk data sekunder berupa denah pasar Inpres Lipa dan data jumlah pertumbuhan sepeda motor dan mobil selama 5 tahun.



Gambar 1. Lokasi Pasar Inpres Lipa

2.1 Karakteristik parkir berkaitan dengan besarnya jumlah kebutuhan parkir yang harus disediakan.

a. Volume Parkir

$$\text{Volume} = E_i + X \quad (1)$$

Keterangan:

E_i = Jumlah kendaraan yang masuk ruang parkir

X = Jumlah kendaraan yang sudah ada di lokasi parkir sebelum pengamatan

b. Akumulasi Parkir

$$\text{kumulasi} = E_i - E_x + X \quad (2)$$

Keterangan:

X = Jumlah kendaraan yang sudah ada dilokasi parkir sebelum pengamatan

c. Durasi Parkir

$$\text{Durasi Parkir} = T_{out} - T_{in} \quad (3)$$

Keterangan:

T_{out} : Waktu kendaraan meninggalkan parkir
 T_{in} : Waktu kendaraan memasuki ruang parkir.

d. Kapasitas Parkir

Kapasitas parkir adalah kemampuan maksimum ruang tertentu untuk menampung kendaraan, dalam hal ini volume kendaraan pemakai fasilitas parkir (Suthanaya, 2010)

$$Kp = \frac{\text{Luas Areal Parkir}}{\text{SRP Kendaraan}} \tag{4}$$

e. Indeks Parkir

Indeks parkir adalah presentase jumlah kendaraan parkir yang menempati area parkir (Munawar, 2009:82)

$$IP = \frac{\text{Akumulasi Parkir}}{\text{Kapasitas Parkir}} \times 100 \tag{5}$$

Keterangan :

$IP < 100\%$ artinya fasilitas parkir tidak bermasalah, dimana kebutuhan parkir tidak melebihi daya tampung;

$IP = 100\%$ artinya kebutuhan parkir seimbang dengan daya tampung/ kapasitas normal;

$IP > 100\%$ artinya bahwa fasilitas parkir bermasalah, dimana kebutuhan parkir melebihi daya tampung/ kapasitas normal.

f. Kebutuhan Parkir

Kebutuhan Ruang Parkir adalah jumlah tempat yang dibutuhkan untuk menampung kendaraan yang membutuhkan parkir berdasarkan fasilitas dan fungsi dari sebuah tata guna lahan (Handayani, 2014)

$$S = \frac{Nt \times D}{T \times f} \tag{6}$$

Keterangan:

S : Jumlah petak parkir kendaraan

Nt : Volume kendaraan

D : Lama rata-rata parkir (jam/kendaraan)

T : Lama survei (jam)

f : Faktor 0,85 -0,95

2.2 Peramalan Kebutuhan Parkir

Peramalan kebutuhan parkir diperlukan untuk menetapkan kapan suatu peristiwa akan terjadi, sehingga tindakan tepat dapat dilakukan. Metode yang digunakan dalam peramalan kali ini adalah metode eksponensial (Wulandari, 2015):

$$i = \frac{JKt - JKo}{JKt} \times 100 \tag{7}$$

Perhitungan peningkatan jumlah kendaraan dengan metode eksponensial dihitung berdasarkan JKt, JKo serta umur rencana (n) dapat digunakan persamaan berikut

$$Jkt = Jko (1+i)^n \tag{8}$$

Keterangan:

JKt : Jumlah kendaraan akhir umur rencana

JKo : Jumlah kendaraan awal rencana

n : Umur rencana (tahun)

i : Angka pertumbuhan (%)

2.3 Penentuan Satuan Ruang Parkir (SRP)

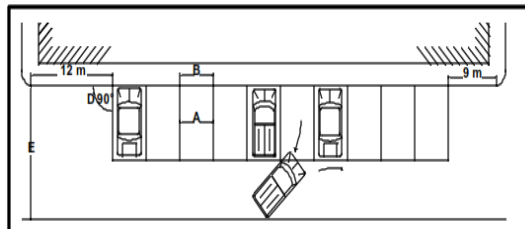
Satuan ruang parkir (SRP) adalah ukuran luas efektif yang menampung kendaraan (mobil penumpang, bus/truk, atau sepeda motor), termasuk ruang bebas dan lebar buka pintu, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan SRP

Jenis Kendaraan	Satuan Ruang parkir m ²
1. a. Mobil penumpang untuk golongan I	2,30 x 5,00
b. Mobil penumpang untuk golongan II	2,50 x 5,00
c. Mobil penumpang untuk golongan III	3,00 x 5,00
2. Bus/truk	3,40 x 12,50
3. Sepeda motor	0,75 x 2,00

2.4 Pola Parkir sudut 90°

Besaran sudut siku-siku adalah 90°. Sudut siku-siku adalah bagian dari geometri yang memiliki ciri khusus, sudut siku-siku berupa garis tegak lurus. Berikut adalah salah satu bentuk pola parkir yang ditunjukkan dalam Gambar 2 (Wikrama, 2010).



Gambar 2. Pola Parkir sudut 90°

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Karakteristik Parkir

Data hasil pengamatan adalah data yang di peroleh dari hasil survei langsung dilapangan. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di daerah studi, data hasil pengamatan kendaraan masuk dan keluar untuk sepeda motor dan mobil ditunjukkan pada Tabel 2 yang dimulai dengan perhitungan analisis volume parkir.

3.1.1 Analisis Volume Parkir

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Volume Parkir

No	Hari	Volume Sepeda Motor	Volume Mobil
1	Selasa, 19 Juli 2022	211	26
2	Rabu, 20 Juli 2022	239	44
3	Kamis, 21 Juli 2022	231	28
4	Jumad, 22 Juli 2022	320	28
5	Sabtu, 23 Juli 2022	322	36
6	Minggu, 24 Juli 2022	225	37
7	Senin, 25 Juli 2022	247	33
8	Selasa, 26 Juli 2022	209	38
9	Rabu, 27 Juli 2022	227	36
10	Kamis, 28 Juli 2022	208	30
11	Jumad, 29 Juli 2022	230	32
12	Sabtu, 30 Juli 2022	232	32
13	Minggu, 31 Juli 2022	177	23
14	Senin, 01 Agustus 2022	205	36
15	Kamis, 15 Juni 2023	240	52

3.1.2 Analisis Akumulasi Parkir

Tabel 3 menunjukkan rekapitulasi akumulasi parkir sepeda motor dan mobil berdasarkan hasil survei.

Tabel 3. Rekapitulasi Akumulasi Parkir Sepeda Motor dan Mobil

No	Hari/Tanggal	Akumulasi Parkir Kendaraan Maksimum	
		Motor	Mobil
		1	Selasa, 19 Juli 2022
2	Rabu, 20 Juli 2022	53	3
3	Kamis, 21 Juli 2022	50	5
4	Jumad, 22 Juli 2022	49	4
5	Sabtu, 23 Juli 2022	43	5
6	Minggu, 24 Juli 2022	26	3
7	Senin, 25 Juli 2022	71	6
8	Selasa, 26 Juli 2022	51	5
9	Rabu, 27 Juli 2022	36	7
10	Kamis, 28 Juli 2022	33	5
11	Jumad, 29 Juli 2022	27	4
12	Sabtu, 30 Juli 2022	44	3
13	Minggu, 31 Juli 2022	51	5
14	Senin, 01 Agustus 2022	48	3
15	Kamis, 15 Juni 2023	74	9

3.1.3 Durasi Parkir

Durasi parkir digunakan untuk mengetahui lama waktu parkir sebuah kendaraan di suatu tempat. Analisis durasi parkir menggunakan Persamaan 3. Rekapitulasinya ditunjukkan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Durasi Parkir

No	Hari, Tanggal	Durasi Parkir (Jam)					
		Motor (jam)			Mobil (jam)		
		Min	Max	Rata-rata	Min	Max	Rata-rata
1	Selasa, 19 Juli 2022	0,06	1,08	0,8	0,25	1,09	0,88
2	Rabu, 20 Juli 2022	0,05	1,05	0,43	0,08	1,05	0,4
3	Kamis, 21 Juli 2022	0,15	1,091	1,09	0,23	1,09	0,96
4	Jumat, 22 Juli 2022	0,1	1,023	0,55	0,15	0,98	0,5
5	Sabtu, 23 Juli 2022	0,05	0,86	0,98	0,06	1,06	0,68
6	Minggu, 24 Juli 2022	0,03	1,043	0,76	0,05	1,021	0,61
7	Senin, 25 Juli 2022	0,16	1,09	0,98	0,1	1,06	0,81
8	Selasa, 26 Juli 2022	0,11	1,035	0,45	0,08	1,041	0,55
9	Rabu, 27 Juli 2022	0,13	1,095	0,91	0,05	1,061	0,75
10	Kamis, 28 Juli 2022	0,08	1,0	0,65	0,13	1,041	0,56
11	Jumat, 29 Juli 2022	0,13	1,063	0,78	0,28	1,065	0,86
12	Sabtu, 30 Juli 2022	0,03	1,06	0,8	0,15	1,06	0,68
13	Minggu, 31 Juli 2022	0,08	0,95	1,008	0,08	1,06	0,58
14	Senin, 01 Agustus 2022	0,06	1,083	0,75	0,13	1,05	0,78
15	Kamis, 15 Juni 2023	0,05	1,05	0,65	0,35	1,073	1,001

3.1.4 Analisis Kapasitas Kendaraan

Berdasarkan Persamaan 4 maka diperoleh kapasitas parkir sepeda motor dan mobil dimana luas areal parkir sepeda motor adalah 118,98 m² dan luas areal parkir mobil adalah 119,7 m² maka kapasitas parkir untuk sepeda motor pada areal parkir pasar Inpres Lipa saat ini adalah 97 SRP dan kapasitas parkir untuk mobil adalah 10 SRP.

3.1.5 Analisis Indeks Parkir

Indeks parkir sepeda motor pada areal pasar adalah 93,67 % dan mobil 90 % artinya fasilitas berada dalam daya tampung parkir areal pasar.

3.2 Analisis Kebutuhan Parkir

3.2.1 Kebutuhan parkir saat ini

Kebutuhan ruang parkir adalah jumlah tempat yang dibutuhkan untuk menampung kendaraan yang membutuhkan parkir berdasarkan fasilitas dan fungsi dari sebuah tata guna lahan. Perhitungan kebutuhan parkir dapat dihitung menggunakan persamaan 6. Tabel 5 menunjukkan rekapitulasi kebutuhan parkir di pasar Inpres Lipa

Tabel 5. Rekapitulasi Kebutuhan Parkir

No	Hari,Tanggal	Kebutuhan Parkir (SRP)	
		Motor	Mobil
1	Selasa, 19 Juli 2022	17	2
2	Rabu, 20 Juli 2022	10	2
3	Kamis, 21 Juli 2022	44	3
4	Jumat, 22 Juli 2022	17	1
5	Sabtu, 23 Juli 2022	31	3
6	Minggu, 24 Juli 2022	17	2
7	Senin, 25 Juli 2022	24	3
8	Selasa, 26 Juli 2022	11	2
9	Rabu, 27 Juli 2022	20	3
10	Kamis, 28 Juli 2022	13	2
11	Jumat, 29 Juli 2022	18	3
12	Sabtu, 30 Juli 2022	18	2
13	Minggu, 31 Juli 2022	34	1
14	Senin, 01 Agustus 2022	15	3
15	Kamis, 15 Juni 2023	15	5

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

3.2.2 Analisis Kebutuhan Parkir tahun 2027

Analisis perkiraan kebutuhan ruang parkir pada 5 tahun mendatang yaitu pada tahun 2027 diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan ruang parkir dimasa mendatang. Data rasio pertumbuhan sepeda motor dan mobil di Kabupaten Alor dari tahun 2018 sampai 2022 dari UPT Pendapatan Daerah Kabupaten Alor adalah seperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Data Jumlah Sepeda Motor dan Mobil Tahun 2018-2022

No	Tahun	Jumah Sepeda Motor Pertahun (Unit)	Jumah Mobil Pertahun (Unit)
1	2018	16.818	660
2	2019	17.902	715
3	2020	18.530	773
4	2021	19.503	780
5	2022	20.324	794

Sumber : UPT Pendapatan Daerah Kabupaten Alor, 2022

Persentase kendaraan dapat dihitung dengan metode eksponensial dan di dapat hasil perhitungan rata-rata persentase kendaraan sepeda motor dari tahun 2019 sampai 2022 adalah 4,62 %, dan rata-rata persentasi kendaraan mobil dari tahun 2019 sampai dengan 2022 adalah 4,46% seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Kebutuhan Parkir Tahun 2027

Akumulasi kendaraan maksimum		Kapasitas Parkir (SRP)		Keterangan	
Motor	Mobil	Motor	Mobil	Motor	Mobil
93	11	79	10	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan parkir tahun 2027 untuk sepeda motor sebesar 93 SRP maka luas lahan yang dibutuhkan adalah 139,5 m² dan kebutuhan parkir mobil sebesar 11 SRP maka luas lahan yang dibutuhkan 137,5 m². Dari hasil analisis disimpulkan bahwa untuk kapasitas sepeda motor dan mobil pada tahun 2027 tidak mampu menampung kendaraan, karena kapasitas parkir yang tersedia lebih besar dari kebutuhan parkir.

Solusi yang dapat diberikan berdasarkan keadaan di pasar Inpres Lipa maka ruang parkir dapat ditambahkan ke area pasar yang masih kosong yaitu di depan gedung pasar Inpres Lipa yang awalnya dibangun beberapa tambahan kios kecil untuk berjualan karena adanya relokasi dari Pasar Kadelang. Berdasarkan pembahasan diatas maka untuk memenuhi kapasitas parkir pasar Inpres Lipa pada tahun 2027 dapat didesain model parkir kendaraan untuk sepeda motor dengan ukuran 75 cm x 200 cm yaitu lebar 75 cm dan panjang 200 cm, dan mobil dengan ukuran 250 cm x 500 cm yaitu lebar 250 cm dan Panjang 500 cm, dengan model pola parkir menyudut 90°.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa menurut Direktur Jendral Perhubungan Darat 1998, yang mengatur tentang teknis penyelenggaraan fasilitas parkir maka kebutuhan parkir pasar Inpres Lipa Kalabahi saat ini masih memenuhi dan indeks parkir tidak bermasalah. Namun pada lima tahun mendatang yaitu pada tahun 2027 kebutuhan lahan parkir semakin meningkat maka diperlukan lahan tambahan untuk mengatasi masalah parkir sehingga perencanaan layout parkir dapat memberikan kemudahan dalam pengaturan dan pemanfaatan luas daerah kosong sehingga mendapatkan suatu kapasitas yang efisien dan maksimum, dan perlu dibuat marka atau petak parkir yang sesuai dengan SRP agar pengemudi tidak parkir sembarangan sehingga parkir lebih teratur, dan juga pedagang kaki lima di depan pasar lebih ditertibkan untuk tidak berjualan didepan gedung pasar sehingga lahan kosong dapat di pergunakan sebagai lahan parkir kendaraan.

Daftar Pustaka

- Alor Pos, 01 Juni 2021. Relokasi pedagang, Alor Pos (Online), (<http://alorpos.com> > Ijpp bereaksi, DPRD Alor perlu RPD, Lahal: Relokasi Pedagang 2021, diakses tanggal 15 Maret 2022
- Badan Pusat Statistik. (2020). *NTT Dalam Angka*. Provinsi Nusa Tenggara Timur
- Departemen Perhubungan Direktur Jenderal Perhubungan Darat. 1998. *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*. Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Jakarta.
- Fuad . M, (2006). *Buku Pengantar Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Handayani. (2014). *Analisis Karakteristik dan Kebutuhan Ruang Parkir pada Areal Pusat Perbelanjaan Suzuya Mall Banda Aceh*. Darussalsum Banda Aceh
- RPJMD Kabupaten Alor Tahun 2017-2020 (online), (<http://alorkab.go.id> RPJMD-Kab. Alor) diakses tanggal 8 Maret 2022.
- Munawar, A. (2009). *Manajemenn Lalulintas Perkotaan*. Jogjakarta: Beta Offset.

Suminartarsih, 2011. Eksistensi Pasar Tradisional, Relasi dan Jaringan Pasar Tradisional di Kota Surabaya, Jawa Timur. Yogyakarta: Balai Pelestarian Sejarah Dan Nilai Tradisional

Wikrama, Jaya A. A. 2010. *Analisis Karakteristik dan Kebutuhan Ruang Parkir di Pasar Kreneng Denpasar*. Denpasar. 14 Vol. 2

Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Jaringan Air Bersih di Kecamatan Wihama Kabupaten Flores Timur

Analysis of Demand and Water Supply Network in Wihama District East Flores Regency

Wilhelmus Bunganaen^{1*}, Ruslan Ramang^{2*}, Blasius Keli Eha Puhu Gelong^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Sumber air, analisis, software epanet

Keywords:

Water source, analysis, software epanet

Article history:

Received: 31-08-2023

Accepted: 26-09-2023

*Koresponden email:

wilembunganaen@staf.undana.ac.id

Ruslanramang@gmail.com

amanopugel24@gmail.com

Abstrak

Sumber air yang tersuplai untuk Kecamatan Wihama berasal dari sumber air Igolodo, sumber air Wailawe dan Sumber air Waibele. Oleh karena ketersediaan air yang terbatas dan kebutuhan air yang terus meningkat maka perlu dilakukan analisis untuk mengetahui potensi sumber air dan kebutuhan air di Kecamatan Wihama serta menganalisis jaringan air bersih menggunakan *Software Epanet 2.0*. Berdasarkan hasil analisis diperoleh debit puncak kemarau sumber air Igolodo, sumber air Wailawe dan sumber air Waibele berturut-turut adalah 6,50 liter/detik, 3,52 liter/detik, dan 1,18 liter/detik. Besar kebutuhan air harian maksimum pada tahun 2040 untuk daerah layanan Igolodo, Wailawe dan Waibele berturut-turut adalah 8,66 liter/detik, 8,02 liter/detik, dan 1,06 liter/detik. Hasil analisis jaringan air bersih menggunakan *Software Epanet 2.0* menyatakan semua parameter hidrolis pada *node* dan *link* bernilai positif dan memenuhi syarat PERMEN PUPR 2016.

Abstract

The water source supplied to Wihama District comes from the Igolodo water source, the Wailawe water source and the Waibele water source. Due to the limited availability of water and the increasing demand for water, it is necessary to conduct an analysis to determine the potential of water sources and water needs in Wihama District and analyze the clean water network using Epanet 2.0 software. Based on the results of the analysis, the peak dry discharge from Igolodo water sources, Wailawe water sources and Waibele water sources were 6.50 liters/second, 3.52 liters/second, and 1.18 liters/second, respectively. The maximum daily water needs in 2040 for the igolodo, wailawe and waibele service areas are 8.66 liters/second, 8.02 liters/ second, 1.06 liters/second, respectively. The result of the clean water network analysis using Epanet 2.0 software stated that all hydraulic parameters at nodes and links were positive and met the requirements of PERMEN PUPR 2016.

Kutipan: Diisi oleh Editor

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan salah satu komponen utama bagi keberlangsungan hidup manusia. Kegunaan air bersih mencakup semua aspek kehidupan manusia sehingga perlu mendapat prioritas penanganan terkait ketersediaan air bersih, mengingat kebutuhan akan air bersih tidak terbatas.

Kecamatan Witihama merupakan salah satu dari 19 kecamatan yang ada di Kabupaten Flores Timur. Kecamatan Witihama terdiri dari 16 desa yaitu Watololong, Tuwagoetobi, Riangduli, Pledo, Watoone, Weranggere, Oringbele, Waiwuring, Tobitika, Sandosi, Balaweling, Lamabelawa, Lewopulo, Lamaleka, Balaweling Noten, dan Baobage. Kecamatan Witihama memiliki luas wilayah 77,97 km², serta jumlah penduduk 14.565 jiwa (BPS, 2020).

Ketersediaan sumber air bersih yang terbatas merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam hal pemenuhan kebutuhan air bersih untuk masyarakat Kecamatan Witihama. Kebutuhan air bersih masyarakat Witihama tentunya akan terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertambahan jumlah penduduk serta perkembangan wilayah. Mengingat cakupan daerah layanan yang luas dan terbatasnya sumber daya air, oleh karena itu penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Jaringan Air Bersih di Kecamatan Witihama Kabupaten Flores Timur”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sumber air yang tersuplai untuk Kecamatan Witihama, mengetahui besar kebutuhan air bersih, serta menganalisis sistem jaringan air bersih di Kecamatan Witihama untuk 20 tahun mendatang.

2. Bahan dan Metode

2.1. Siklus hidrologi

Secara luas hidrologi berarti ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai gerakan air, berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahan antara lain: keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah (Soewano, 1995). Siklus hidrologi adalah gerakan air laut menguap ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan menimbulkan limpasan yang mengalir kembali ke laut (Suripin, 2004).

2.2. Pengertian sumber daya air

Sumber daya air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya. Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah air hujan, dan air laut yang berada di darat. Sumber air adalah tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah. Daya air adalah potensi yang terkandung dalam air dan/atau pada sumber air yang memberikan manfaat ataupun kerugian bagi kehidupan dan penghidupan manusia serta lingkungannya (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004).

2.3. Sumber air

Sumber-sumber air dikategorikan sebagai air hujan, air permukaan, dan air tanah. Air permukaan terdiri dari air sungai, air danau dan air laut, sedangkan air tanah terdiri dari air tanah dangkal, air tanah dalam dan mata air (Sutrisno, 1991). Sumber air yang tersuplai untuk Kecamatan Witihama berasal dari mata air Igolodo, mata air Wailawe dan mata air Waibele.

2.4. Kebutuhan air bersih

Menurut Ditjen Cipta Karya (2000) kebutuhan air bersih terdiri atas dua jenis yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik.

2.4.1. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari. Standar kriteria perencanaan kebutuhan air bersih sektor domestik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria perencanaan air bersih dan standar kebutuhan air domestik

No	URAIAN	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Jiwa				
		>1.000.000	500.000 S/D 1.000.000	100.000 S/D 500.000	20.000 S/D 100.000	<20.000
1	Konsumsi unit sambung rumah (SR) l/o/h	190	170	130	100	80
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) l/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor hari maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor jam puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	24	24
11	Vol. reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HU	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, 1996.

2.4.2. Kebutuhan air non domestik

Analisis kebutuhan air sektor non domestik dilaksanakan dengan berpegang pada analisis data pertumbuhan terakhir fasilitas-fasilitas yang ada pada daerah layanan (Ndoen, 2017). Besarnya konsumsi penggunaan air bersih sektor non domestik didasarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan air non domestik untuk kategori V (per desa)

Sektor	Nilai	Satuan
Sekolah	5	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	1200	liter/unit/hari
Masjid	3000	liter/unit/hari
Mushola	2000	liter/unit/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Komersial / Industri	10	liter/hari

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, 1996.

2.5. Proyeksi penduduk

Pertumbuhan penduduk adalah perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah tertentu pada waktu tertentu dibandingkan waktu sebelumnya (Klosterman, 1990).

a. Metode aritmatik

$$P_n = P_o + (n \cdot q) \cdot P_o \quad (1)$$

b. Metode geometrik

$$P_n = P_o \cdot (1 + q)^n \quad (2)$$

c. *Metode eksponensial*

$$P_n = P_o . (e)^{n.q} \tag{3}$$

Dimana :

- P_n : jumlah penduduk pada tahun rencana
- P_o : jumlah penduduk pada tahun dasar
- n : Selisih tahun rencana terhadap tahun dasar
- q : tingkat perkembangan penduduk (%)
- e : bilangan eksponensial = 2,7182818

Penentuan pilihan metode proyeksi jumlah penduduk yang digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisis dengan menggunakan rumus (Soewarno, 1995) :

$$S = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n(n-1)}} \tag{4}$$

Dimana :

- S : Standar deviasi
- X_i : Variabel independen (Jumlah penduduk)
- n : Jumlah sampel (banyaknya data)

Metode perhitungan proyeksi penduduk yang digunakan paling tepat adalah yang memberikan nilai standar deviasi terkecil.

2.6. *Perhitungan Kebutuhan Air Bersih*

a. *Kebutuhan air domestik*

$$q_D = JP \times (pl\%) \times S \tag{5}$$

b. *Kebutuhan air non domestik*

$$q_{nD} = (nD\%) \times q_D \tag{6}$$

c. *Kebutuhan air total*

$$q_T = q_D + q_{nD} \tag{7}$$

d. *Kehilangan dan kebocoran*

$$q_{HL} = q_T \times (K_t \%) \tag{8}$$

e. *Kebutuhan air rata-rata harian*

$$q_{RH} = q_T + q_{HL} \tag{9}$$

f. *Kebutuhan air harian maksimum*

$$q_m = q_{RH} \times F1 \tag{10}$$

g. *Kebutuhan air pada jam puncak*

$$q_{JP} = q_m \times F2 \tag{11}$$

Dimana :

- JP : Jumlah penduduk tahun rencana (jiwa)
- Pl% : Prosentase pelayanan
- q_D : Kebutuhan air domestik (liter/hari)
- S : Standar kebutuhan air rata-rata
- q_{nD} : Kebutuhan air non domestik (liter/hari)
- nD% : Prosentase kebutuhan air non domestik
- q_T : Kebutuhan air total (liter/hari)
- q_{HL} : Jumlah air akibat kehilangan dan kebocoran (liter/hari)
- K_t % : Prosentase kehilangan dan kebocoran
- q_{RH} : Kebutuhan air rata-rata harian (liter/hari)
- q_m : Kebutuhan air harian maksimum (liter/hari)
- F1 : Faktor kebutuhan air harian maksimum
- F2 : Faktor kebutuhan air pada jam puncak

2.7. Software Epanet

Software Epanet adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Data yang dimasukkan dalam *Software Epanet* antara lain: peta jaringan, *node/junction*/titik dari komponen distribusi, elevasi, jenis pipa, panjang pipa, diameter pipa, bentuk dan ukuran reservoir, serta konsentrasi khlor di sumber air. *output Software Epanet* diantaranya yaitu debit (*flow*), tekanan (*pressure*), kecepatan (*velocity*), kehilangan energi (*headloss*), dan kualitas air (Rossman A. L, 2000).

2.8. Teknik analisis data

Tahapan-tahapan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data primer dan data sekunder yang dibutuhkan.
2. Memprediksi jumlah penduduk untuk 20 tahun ke depan (Tahun 2021 sampai Tahun 2040) menggunakan tiga metode yaitu metode aritmatik, metode geometrik, dan metode eksponensial. Dari ketiga metode tersebut, dipakai metode dengan nilai standar deviasi terkecil untuk digunakan dalam perhitungan kebutuhan air bersih.
3. Menghitung besar kebutuhan air bersih untuk 20 tahun ke depan (Tahun 2021 sampai Tahun 2040). Dalam menganalisa besar kebutuhan air bersih dilakukan perhitungan kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik berdasarkan standar kriteria perencanaan Dirjen Cipta Karya, 1996.
4. Melakukan analisa terhadap besar kebutuhan dengan ketersediaan air.
5. Melakukan simulasi hidrolis jaringan air bersih pada *Software Epanet 2.0*
 - a. Melakukan penggambaran jaringan perpipaan
 - b. Melakukan *input data*
 - c. Menjalankan *Software Epanet 2.0* untuk menganalisis jaringan
6. Melakukan pembahasan dari hasil analisis kebutuhan air bersih, ketersediaan air yang ada serta simulasi hidrolis *Software Epanet 2.0*, lalu memberikan kesimpulan dan saran.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sumber air

3.1.1. Sumber air Igolodo

Sumber air Igolodo terletak di Desa Kolilanang Kecamatan Adonara. Sumber air Igolodo merupakan sumber air yang berasal dari satu mata air dan satu aliran permukaan yang kemudian dialirkan ke dalam *broncaptering*. *Broncaptering* tersebut berada pada koordinat S 08°18'22.4" E 123°11'58.6" dengan elevasi 388 mdpl. Debit air yang masuk ke *broncaptering* dari mata air sebesar 1,22 liter/detik dan dari aliran permukaan sebesar 5,28 liter/detik, Sehingga total debit air yang masuk ke *broncaptering* sebesar 6,50 liter/detik. Sumber air Igolodo didistribusikan untuk 6 desa (Oringbele, Watoone, Lamabelawa, Weranggere, Pledo, dan Waiwuring). Sistem pengaliran dari sumber air ke daerah layanan menggunakan sistem gravitasi.

3.1.2. Sumber air Wailawe

Sumber air Wailawe terletak di Desa Puhu Kecamatan Adonara Timur. Sumber air Wailawe merupakan sumber air yang berasal dari 5 titik mata air yang dialirkan ke bak pengumpul. Mata air 1 berada pada koordinat S 08°17.552' E 123°11.349' elevasi 634 mdpl, memiliki debit 1,21 liter/detik. Mata air 2 berada pada koordinat S 08°19.569' E 123°11.344' elevasi 639 mdpl, memiliki debit 0,16 liter/detik. Mata air 3 berada pada koordinat S 08°19.569' E 123°11.313' elevasi 637 mdpl, memiliki debit 1,33 liter/detik. Mata air 4 berada pada koordinat S 08°19.645' E 123°11.314' elevasi 618 mdpl, memiliki debit 0.54 liter/detik. Mata air 5 berada pada koordinat S 08°19.601' E 123°11.261' elevasi 645 mdpl, memiliki debit 0,28 liter/detik. Bak pengumpul Wailawe berada pada koordinat S 08° 19.577' E 123° 11.318' dengan elevasi 600 mdpl. Total debit sumber air Wailawe yang masuk ke bak pengumpul sebesar 3,52 liter/detik. Sumber air Wailawe didistribusikan untuk 9 desa (Watolong, Tuwagoetobi, Riangduli, Sandosi, Tobitika, Balaweling, Lamaleka, Balaweling Noten, dan Baobage). Sistem pengaliran dari sumber air ke daerah layanan menggunakan sistem gravitasi.

3.1.3. Sumber Air Waibele

Sumber air Waibele terletak di Desa Lewopulo Kecamatan Witihama. Sumber air Waibele didistribusikan untuk desa Lewopulo. Sumber air Waibele terdiri dari 3 titik mata air yang berdekatan kemudian dialirkan ke dalam *broncaptering* yang berada pada koordinat S 08°16.803' E 123°15.120' dengan elevasi 292 mdpl. Debit air yang masuk ke *broncaptering* sebesar 1,18 liter/detik. Sistem pengaliran dari sumber air ke daerah layanan menggunakan sistem gravitasi.

3.2. Proyeksi jumlah penduduk, fasilitas dan kebutuhan air bersih

3.2.1. Proyeksi penduduk

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan untuk setiap desa di Kecamatan Witihama. Jumlah penduduk diproyeksikan untuk 20 tahun kedepan dari tahun 2021 sampai tahun 2040 berdasarkan data penduduk 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020. Proyeksi jumlah penduduk dihitung menggunakan metode aritmatik, metode geometrik, dan metode eksponensial.

Berdasarkan hasil analisis dari ketiga metode tersebut maka jumlah penduduk yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air bersih adalah hasil proyeksi penduduk dari metode aritmatik dikarenakan metode aritmatik memiliki nilai standar deviasi terkecil.

Tabel 3. Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk setiap desa di Kecamatan Witihama Tahun 2040 menggunakan metode aritmatik

No	Desa	Jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)												
		2021	2022	2024	2025	2026	2028	2030	2032	2034	2035	2036	2038	2040
1	Watololong	464	469	479	483	488	498	507	517	527	531	536	546	555
2	Tuwagoetobi	1794	1801	1815	1822	1829	1842	1856	1870	1883	1890	1897	1911	1924
3	Riangduli	582	589	603	610	617	631	645	659	673	680	687	701	715
4	Pledo	2030	2087	2200	2256	2313	2426	2539	2652	2765	2821	2878	2991	3104
5	Watoone	1633	1639	1652	1658	1665	1678	1690	1703	1716	1722	1729	1742	1754
6	Weranggere	614	615	617	618	619	621	622	624	626	627	628	630	631
7	Oring Bele	1542	1552	1572	1581	1591	1611	1630	1650	1670	1679	1689	1709	1728
8	Waiwuring	381	384	389	392	394	400	405	410	416	418	421	426	432
9	Tobitika	535	536	538	539	539	541	543	544	546	547	548	549	551
10	Sandos	1480	1481	1483	1483	1484	1486	1487	1489	1491	1491	1492	1494	1495
11	Balaweling	650	663	689	702	715	741	767	792	818	831	844	870	896
12	Lamabelawa	1055	1057	1060	1062	1064	1067	1070	1074	1077	1079	1080	1084	1087
13	Lewopulo	810	820	841	851	861	882	903	923	944	954	965	985	1006
14	Lamaleka	337	347	367	377	387	406	426	446	465	475	485	505	524
15	Balaweling Noten	506	520	547	561	574	602	629	656	684	697	711	738	766
16	Baobage	484	493	511	520	529	547	564	582	600	609	618	635	653

3.2.2. Proyeksi fasilitas kawasan

Berdasarkan hasil perhitungan disimpulkan bahwa jumlah fasilitas di Kecamatan Witihama tahun 2020 tidak mengalami penambahan hingga tahun 2040. Data fasilitas Kawasan di Kecamatan Witihama Tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi data fasilitas kawasan di Kecamatan Witihama Tahun 2020

No	Desa	Fasilitas Pendidikan				Fasilitas Pelayanan Kesehatan			Fasilitas Peribadatan				Fasilitas Perkantoran		Fasilitas Perdagangan
		TK	SD	SMP	SMA	Puskesmas	Polindes	Masjid	Mushola	Gereja	Kapela	Kantor Desa	Kantor Camat	Pasar	
1	Watololong	1	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	
2	Tuwagoetobi	1	2	-	-	1	-	1	-	1	1	1	-	-	
3	Riangduli	1	1	1	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	
4	Pledo	-	3	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	
5	Watoone	1	2	1	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	
6	Weranggere	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	
7	Oring Bele	2	2	1	2	-	-	1	1	1	1	1	1	1	
8	Waiwuring	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	
9	Tobitika	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
10	Sandosi	1	1	1	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	
11	Balaweling	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	
12	Lamabelawa	2	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	
13	Lewopulo	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-	
14	Lamaleka	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	
15	Balaweling Noten	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	
16	Baobage	1	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	

3.2.3. Kebutuhan air bersih

Rekapitulasi hasil perhitungan kebutuhan air bersih tahun 2040 di Kecamatan Witihama dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan kebutuhan air bersih Tahun 2040 di Kecamatan Witihama

No	Nama Desa	Kebutuhan air domestik Qd (ltr/dtk)	Kebutuhan air non domestik Qn (ltr/dtk)	Kebutuhan air total (ltr/dtk)	Kehilangan air (ltr/dtk)	Kebutuhan air rata-rata harian (ltr/dtk)	Kebutuhan air harian maksimum (ltr/dtk)	Kebutuhan air jam puncak (ltr/dtk)
1	Watololong	0,37	0,06	0,44	0,09	0,52	0,57	0,86
2	Tuwagoetobi	1,29	0,11	1,40	0,28	1,68	1,85	2,77
3	Riangduli	0,48	0,11	0,59	0,12	0,71	0,78	1,17
4	Pledo	2,08	0,11	2,20	0,44	2,64	2,90	4,35
5	Watoone	1,18	0,12	1,30	0,26	1,56	1,72	2,58
6	Weranggere	0,42	0,06	0,49	0,10	0,59	0,64	0,97
7	Oring Bele	1,16	0,29	1,45	0,29	1,73	1,91	2,86
8	Waiwuring	0,29	0,06	0,35	0,07	0,42	0,46	0,69
9	Tobitika	0,37	0,01	0,38	0,08	0,46	0,51	0,76
10	Sandosi	1,00	0,10	1,10	0,22	1,32	1,45	2,18
11	Balaweling	0,60	0,07	0,67	0,13	0,80	0,88	1,32
12	Lamabelawa	0,73	0,05	0,78	0,16	0,94	1,03	1,55
13	Lewopulo	0,68	0,13	0,81	0,16	0,97	1,06	1,60
14	Lamaleka	0,35	0,04	0,39	0,08	0,47	0,51	0,77
15	Balaweling Noten	0,51	0,06	0,57	0,11	0,69	0,76	1,13
16	Baobage	0,44	0,07	0,50	0,10	0,61	0,67	1,00

3.3. Perbandingan kebutuhan air dengan ketersediaan air

Hasil analisis kebutuhan air dengan ketersediaan air dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Ketersediaan air dan kebutuhan air bersih di Kecamatan Witihama

No	Sumber Air	Debit (liter/detik)	Daerah Layanan	Kebutuhan Air		Keterangan
				Harian Maksimum (liter/detik) Tahun 2021	Harian Maksimum (liter/detik) Tahun 2040	
1	Igolodo	6,5	Pledo	1,90	2,90	Sumber air Igolodo mengalami defisit air sebesar 2,16 liter/detik untuk memenuhi kebutuhan air daerah layanan tahun 2040
			Watoone	1,60	1,72	
			Weranggere	0,63	0,64	
			Oringbele	1,72	1,91	
			Waiwuring	0,41	0,46	
			Lamabelawa	1,00	1,03	
Total Kebutuhan air harian maksimum =				7,28	8,66	
2	Wailawe	3,52	Watololong	0,49	0,57	sumber air Wailawe mengalami defisit air sebesar 4,50 liter/detik untuk memenuhi kebutuhan air daerah layanan tahun 2040
			Tuwagoetobi	1,73	1,89	
			Riangduli	0,64	0,78	
			Tobitika	0,49	0,51	
			Sandosi	1,44	1,45	
			Balaweling	0,66	0,88	
			Lamaleka	0,34	0,51	
			Balaweling Noten	0,51	0,76	
Baobage	0,51	0,67				
Total Kebutuhan air harian maksimum =				6,81	8,02	
3	Waibele	1,18	Lewopulo	0,89	1,06	Surplus 0.12 liter/detik

Untuk mencapai pemerataan pemenuhan kebutuhan air bersih di setiap daerah layanan, maka harus dilakukan pendistribusian air bersih secara bergilir. Penjadwalan pendistribusian air bersih secara bergilir dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi topografi dan besar kebutuhan air bersih daerah layanan.

Pendistribusian air bersih yang bersumber dari sumber air Igolodo dijadwalkan secara bergilir setiap 2 hari sekali untuk daerah layanannya selama 24 jam, dimana pendistribusian dilakukan untuk 3 desa dalam satu hari. Distribusi dilakukan untuk desa Oringbele, Watoone dan Weranggere pada hari yang sama, sedangkan untuk hari berikutnya didistribusikan untuk desa Lamabelawa, Pledo dan Waiwuring.

Pendistribusian air bersih yang bersumber dari sumber air Wailawe dijadwalkan secara bergilir setiap 3 hari sekali untuk daerah layanannya selama 24 jam, dimana pendistribusian dilakukan untuk 3 desa dalam satu hari. Distribusi hari pertama dilakukan untuk Desa Lamaleka, Balaweling dan Balaweling Noten, sedangkan untuk hari kedua didistribusikan untuk Desa Tobitika, Sandosi dan Baobage, kemudian untuk hari ketiga didistribusikan untuk Desa Watololong, Tuwagoetobi, dan Riangduli.

3.4. Simulasi jaringan air bersih menggunakan Software Epanet 2.0

Tahapan-tahapan dalam melakukan simulasi dengan menggunakan *software epanet 2.0* untuk pemodelan sistem distribusi air bersih adalah sebagai berikut:

a. Pengaturan project

Jalankan *epanet 2.0* kemudian pilih *File > New* untuk membuat *project* baru, setelah itu pilih *Project > Default > Hydraulics* untuk mengatur pilihan satuan debit (*flow units*) dalam satuan LPS (Liter Per Sekon) dan memilih metode Hazen-Wiliam (H-W) sebagai *formula headloss*.

b. Pengaturan notasi

Selanjutnya, pilih beberapa pilihan tampilan yang akan ditambahkan pada objek, langkah yang dilakukan yaitu pilih *view > Option > notation*.

c. Input trase jaringan

Trase jaringan eksisting dibuat dengan menggunakan *Software Google Earth*. Gambar trase lalu dimasukkan ke *Software Epanet 2.0* sebagai latar penggambaran (*backdrop*) jaringan air bersih. Langkah yang dilakukan yaitu *view > load > backdrop*.

d. Mengatur dimensi pada lembar kerja

Selanjutnya pilih *view > dimensions* untuk mengatur koordinat *lower left* dan *upper right*, serta memilih satuan *maps unit* yang digunakan yaitu meter. Titik koordinat *upper right* dan *lower left* merupakan titik kanan atas dan titik kiri bawah pada lembar kerja *epanet*.

e. Menggambar dan memasukan data pada objek

Setelah selesai melakukan pengaturan kemudian proses berikutnya yaitu melakukan penggambaran dan memasukan data pada objek seperti: *reservoir*, *junction*, *tank* (bak penampung), *pipe* (pipa), *valve* (katup).

f. Melakukan run data input

Setelah selesai *input* data dilakukan *running* dengan mengklik tombol *run* (🏃) pada *toolbar*. Hasil *run* akan menunjukkan jaringan perpipaan air yang dibuat dapat beroperasi dengan lancar atau bermasalah. Jika masih ada tekanan yang bernilai negatif, *epanet 2.0* akan menunjukkan peringatan pada hasil *run* dan menunjuk *junction* lokasi terdapatnya tekanan negatif.

g. Hasil run (output)

Hasil *run epanet (output)* berupa tinggi tekanan (*pressure*), debit (*flow*), tinggi kecepatan (*velocity*) dan kehilangan energi (*unit headloss*). Hasil *run* simulasi jaringan air Igolodo, Wailawe, dan waibele berturut-turut dilihat pada Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 7. Hasil *run* simulasi jaringan air Igolodo

Node ID	Pressure		Link ID	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
	m					
Junc 1	50.35		Pipe 1	4.64	0.35	1.24
Junc 2	37.97		Pipe 2	4.64	0.35	1.24
Junc 3	48.64		Pipe 3	4.64	0.35	1.25
Junc 4	31.21		Pipe 4	4.64	0.45	2.37
Junc 5	65.03		Pipe 5	4.64	0.45	2.37
Junc 6	89.63		Pipe 6	4.64	0.45	2.37
Junc 7	113.71		Pipe 7	4.64	0.57	4.14
Junc 8	102.49		Pipe 8	4.64	0.57	4.14
Junc 9	118.98		Pipe 9	4.64	0.73	7.68
Junc 10	0		Valve 10	4.64	0.73	111.98
Tank TANK	1.5		Pipe 11	4.64	1.44	40.52
Junc 11	19.21		Pipe 12	1.03	0.46	5.91
Junc 12	13.47		Pipe 13	0.64	0.45	7.49
Junc 15	18.12		Pipe 14	1.72	0.53	6.43
Junc 13	36.28		Pipe 15	1.91	0.59	7.81
Junc 14	46.94		Pipe 16	3.36	0.73	9.27
Junc 16	98.5		Pipe 17	0.46	0.51	12.18

Tabel 8. Hasil *run* simulasi jaringan air Wailawe

	Node ID	Pressure		Flow	Velocity	Unit Headloss	
		m	Link ID	LPS	m/s	m/km	
SIMULASI PERTAMA	Junc 1	138.61	Pipe 1	3.35	0.67	10.15	
	Junc 2	202.68	Pipe 2	3.35	0.67	10.15	
	Junc 3	211.67	Pipe 3	3.35	0.67	10.14	
	Junc 4	85.93	Pipe 4	3.35	1.01	27.89	
	Junc 5	16.42	Pipe 5	3.35	1.01	27.9	
	Junc 6	42.31	Pipe 6	3.35	1.01	27.9	
	Junc 7	34.39	Pipe 7	3.35	1.7	100.36	
	Tank TANK1	2	Pipe 8	3.35	2.66	297.41	
	Junc 8	22.18	Pipe 9	0.57	0.45	11.2	
	Junc 9	109	Pipe 10	2.67	0.8	18.35	
SIMULASI KEDUA	Junc 10	226.38	Pipe 11	0.78	0.51	12.57	
	Junc 1	143.34	Pipe 1	2.5	0.5	5.93	
	Junc 2	209.88	Pipe 2	2.5	0.5	5.93	
	Junc 3	228.42	Pipe 3	2.5	0.5	5.93	
	Junc 4	132.9	Pipe 4	2.5	0.75	16.3	
	Junc 5	71.08	Pipe 5	2.5	0.75	16.31	
	Junc 6	104.91	Pipe 6	2.5	0.75	16.31	
	Junc 11	287.15	Pipe 12	2.5	0.75	16.3	
	Junc 12	202.67	Pipe 13	2.5	0.75	16.31	
	Tank TANK2	1.4	Pipe 14	2.5	1.28	58.53	
	Junc 13	20.56	Pipe 15	0.76	0.6	19.05	
	Junc 14	64.7	Pipe 16	0.88	0.7	25.01	
	Junc 15	110.91	Pipe 17	0.51	0.41	9.1	
	SIMULASI KETIGA	Junc 1	141.95	Pipe 1	2.77	0.55	7.17
		Junc 2	207.76	Pipe 2	2.77	0.55	7.17
Junc 3		223.51	Pipe 3	2.77	0.55	7.17	
Junc 4		119.12	Pipe 4	2.77	0.84	19.7	
Junc 5		55.04	Pipe 5	2.77	0.84	19.71	
Junc 6		86.54	Pipe 6	2.77	0.84	19.71	
Junc 11		259.86	Pipe 12	2.77	0.84	19.7	
Tank TANK3		1.8	Pipe 18	2.77	0.84	19.7	
Junc 16		21.1	Pipe 19	1.45	1.15	63.07	
Junc 17	62.29	Pipe 20	0.51	0.41	9.11		
Junc 18	128.02	Pipe 21	0.67	0.53	15.09		

Tabel 9. Hasil *run* simulasi jaringan air Wailawe

Node ID	Pressure		Flow		Velocity	Unit Headloss
	m	Link ID	LPS	m/s	m/km	
Junc 1	26.32	Pipe 1	0.89	0.43	5.48	
Junc 2	47.53	Pipe 2	0.89	0.68	16.88	
Tank TANK1	1.8	Pipe 3	0.89	1.67	151.46	
Junc 3	12.15	Pipe 4	0.18	0.6	31.63	
Junc 4	14.23	Pipe 5	0.09	0.47	27	
Junc 5	12.45	Pipe 6	0.18	0.6	31.64	
Junc 6	13.34	Pipe 7	0.09	0.47	26.99	
Junc 7	13.41	Pipe 8	0.18	0.6	31.64	
Junc 8	13.3	Pipe 9	0.09	0.47	26.99	
Junc 9	13.84	Pipe 10	0.95	0.46	6.21	
Junc 10	19.83	Pipe 11	0.95	0.72	19.12	
Junc 11	24.02	Pipe 12	0.95	1.78	171.67	
Tank TANK2	1.8	Pipe 13	0.95	1.78	171.66	
Junc 12	12.28	Pipe 14	0.18	0.6	31.63	
Junc 13	13.39	Pipe 15	0.09	0.47	26.98	
Junc 14	12.07	Pipe 16	0.18	0.6	31.64	
Junc 15	13.75	Pipe 17	0.09	0.47	26.99	
Junc 16	12.43	Pipe 18	0.18	0.6	31.63	
Junc 17	14.33	Pipe 19	0.09	0.47	26.98	

Hasil simulasi jaringan air bersih pada *software epanet 2.0* menyatakan semua parameter hidrolis pada *node* dan *link* bernilai positif yang berarti bahwa simulasi berjalan baik. Hasil *run epanet* yaitu tekanan air dan kecepatan air dalam pipa memenuhi syarat kriteria perencanaan PERMEN PUPR 2016 bahwa tinggi tekanan air minimum 10 m, sedangkan kecepatan air dalam pipa minimum 0,3 m/s dan maksimum 3 m/s.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis diperoleh debit puncak kemarau sumber air Igolodo, sumber air Wailawe dan sumber air Waibele berturut-turut adalah 6,50 liter/detik, 3,52 liter/detik, dan 1,18 liter/detik. Besar kebutuhan air harian maksimum pada tahun 2040 untuk daerah layanan Igolodo, Wailawe dan Waibele berturut-turut adalah 8,66 liter/detik, 8,02 liter/detik, dan 1,06 liter/detik. Potensi ketersediaan sumber air Igolodo dan Wailawe tidak mampu mencukupi kebutuhan air bersih daerah layanannya, sehingga pendistribusian air bersih dilakukan secara bergilir, sedangkan sumber air Waibele mampu memenuhi kebutuhan air bersih daerah layanan hingga tahun 2040. Hasil simulasi jaringan air bersih pada *Software Epanet 2.0* menyatakan semua parameter hidrolis pada *node* dan *link* bernilai positif yang berarti bahwa simulasi berjalan baik serta hasil *run epanet* yaitu tekanan air dan kecepatan air dalam pipa memenuhi syarat kriteria perencanaan PERMEN PUPR 2016. Saran yang disampaikan berdasarkan hasil penelitian yaitu dibutuhkan penambahan sumber air baru untuk mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Witihamo, perlu menjaga kelestarian lingkungan di daerah sekitar sumber air, perlu membangun kesadaran masyarakat dalam penggunaan air bersih secara bijaksana.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Flores Timur. 2020. *Kecamatan Witihamo dalam Angka*. Witihamo: BPS Kabupaten Flores Timur.
- Ditjen Cipta Karya. 2000. *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum*. Jakarta: Dinas Pembangunan Umum.
- Ditjen Cipta Karya. 1996. *Panduan Pendamping Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Perpipaan Berbasis Masyarakat*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.

- Klosterman, R, E. 1990. *Community Analysis and Planning Techniques*. United State: Rowman.
- Ndoen, Kevin. 2017. *Analisis Keseimbangan Air (Water Balance) Di Kabupaten Sabu Raijua*. Kupang; Universitas Nusa Cendana.
- Pemerintah Indonesia. 2004. *Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*. Jakarta.
- Rossmann, L, A. 2000. *Manual Program Epanet*. Bandung: Ekamitra Engineering.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi.
- Sutrisno, C. T, dan Eny Suciastuti. 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.

Analisis Kerusakan Jalan dan Penanganannya Pada Ruas Jalan Timor Raya Km. 4 – Km. 7

Road Damage Analysis and Handling on the Timor Raya Km. 4 – Km. 7

Andi Kumalawati¹, Hilary M. Radja Pono², Wilhelmus Bunganaen^{3*)}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Jalan, Faktor Penyebab Kerusakan, Metode PCI, Strategi Penanganan

Keywords:

Road, Factors Causing Damage, PCI Method, Handling Strategy

Article history:

Received: 07-08-2023

Accepted: 11-9-2023

^{*}Koresponden

email: hilaryrp05@gmail.com

email: kumalawatirizal@gmail.com

Abstrak

Keberadaan jalan raya yang sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi, pertanian, serta sektor lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *Pavement Condition Index* (PCI), mengidentifikasi faktor penyebab kerusakan pada Ruas Jalan Timor Raya Km.4-Km.7 dan mengetahui jenis perbaikan yang sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan pada Ruas Jalan Timor Raya Km.4 - Km.7. Nilai rata-rata PCI ruas Jalan Timor Raya Km.4 - Km.7 adalah 59.67 dan terdapat 6 jenis kerusakan yang terjadi pada ruas Jalan Timor Raya Km.4 - Km.7, Kelurahan Oesapa Kota Kupang, yaitu pelepasan butir, lubang, retak kulit buaya, *bleeding*, *corrugation* dan amblas. Presentase kerusakan yang terjadi sesuai dengan jenis kerusakan adalah pelepasan butir 17.29%, amblas 40.61%, *bleeding* 31.72%, retak kulit buaya 2.44% dan lubang. Faktor-faktor penyebab kerusakan ruas Jalan Timor Raya Km.4 – Km.7 antara lain beban kendaraan yang berlebihan sehingga kekuatan struktur bagian bawah perkerasan jalan atau struktur perkerasan jalan itu sendiri tidak mampu memikulnya, pelaksanaan pemadatan yang kurang baik, penggunaan aspal yang tidak merata atau berlebihan dan lalu lintas yang dibuka sebelum perkerasan mantap digunakan.

Abstract

The existence of highways is very necessary to support the pace of economic growth, agriculture, and other sectors.. The purpose of this study was to determine the value of the Pavement Condition Index (PCI), identify the factors causing damage to Jalan Raya Timor Km.4-Km.7 and find out the type of repair according to the type and level of damage to Jalan Raya Timor Km.4 - Km.7. The average PCI value for Jalan Timor Raya Km.4 - Km.7 was 59.67 and there were 6 types of damage that occurred on Jalan Timor Raya Km.4 - Km.7, Oesapa Village, Kupang City, namely grain release, holes, crocodile skin cracks, bleeding, corrugation and collapse. The percentage of damage that occurs according to the type of damage is Grain Release 17.29%, Collapse 40.61%, Bleeding 31.72%, Crocodile Skin Cracks 2.44%, Holes. Factors causing damage to Jalan Timor Raya Km.4 – Km.7 include: Excessive vehicle loads so that the strength of the bottom structure of the road pavement or the road pavement structure itself is not able to carry it, poor compaction implementation, uneven or excessive use of asphalt and traffic that clears before the pavement is firmly used.

1. Pendahuluan

Berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 (UU RI No. 22 2009) tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang diundangkan setelah UU No 38, mendefinisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. Sedangkan menurut (Hendarsin 2000), jaringan jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan penting pada sektor perhubungan darat terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa.

Kondisi jalan yang baik memudahkan mobilitas penduduk dalam mengadakan hubungan perekonomian dan kegiatan sosial lainnya, sedangkan jika terjadi kerusakan jalan akibatnya bukan hanya terhalangnya kegiatan ekonomi dan sosial namun dapat pula terjadi kecelakaan (Batua dan Farlin 2019). Jalan raya saat ini sering mengalami kerusakan dalam waktu yang relatif sangat pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru dibangun maupun jalan yang baru di perbaiki (*overlay*). Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada jalan antara lain faktor manusia dan faktor alam. Faktor alam yang dapat mempengaruhi mutu perkerasan jalan diantaranya air, perubahan suhu, cuaca dan temperatur udara, sedangkan faktor manusia yaitu berupa tonase atau muatan kendaraan – kendaraan berat yang melebihi kapasitas dan volume kendaraan yang semakin meningkat. Faktor -faktor tersebut jika terjadi secara terus menerus dapat menyebabkan kerusakan pada jalan yang dilewati, dan tentunya akan merugikan semua pihak yang terkait (Nugroho 2013).

Jalan Timor Raya tergolong dalam jalan nasional yang merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar kabupaten dan jalan strategis nasional. Sebagai jalan penghubung antar kabupaten, Jalan Timor Raya dikategorikan sebagai jalan yang sangat padat lalu lintasnya, sering dilewati oleh mobil-mobil barang bermuatan berat, juga dilewati oleh bus-bus penumpang dan mobil-mobil penumpang. Berdasarkan pengamatan, Jalan Timor Raya saat ini cenderung mengalami kerusakan-kerusakan ringan hingga berat yang terjadi bahkan tidak lama setelah dilakukan perbaikan. Banyak lubang-lubang kecil dan besar, retakan-retakan, gelombang yang terjadi sepanjang ruas Jalan Timor Raya Km.4-Km.7. Semenjak Jalan Timor Raya dibangun menggunakan perkerasan lentur, hampir setiap tahun mengalami kerusakan ringan hingga kerusakan berat, dan membutuhkan perbaikan setiap tahunnya. Dengan permasalahan yang terjadi, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan jalan yang terjadi pada ruas Jalan Timor Raya Km. 4 - Km. 7 dan mengupayakan perbaikan yang sesuai dengan tingkat kerusakan yang terjadi.

Penelitian terkait kerusakan jalan di Kota Kupang telah banyak dilakukan di titik dan lokasi yang berbeda. Jenis kerusakan dan faktor penyebab kerusakan bervariasi sesuai dengan keadaan topografi, jenis tanah, lalu lintas harian, dan lain-lain.

2. Bahan dan Metode

2.1. Kerusakan Permukaan Jalan

Kerusakan jalan dapat dibedakan atas beberapa tipe kerusakan yaitu : (Shahin 1994)

1. Retak Kulit Buaya

Retak yang membentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (*polygon*) kecil-kecil yang menyerupai kulit buaya dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Retak ini disebabkan akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang.

2. Kegemukan

Cacat permukaan ini berupa terjadinya konsentrasi aspal pada suatu tempat tertentu di permukaan jalan. Bentuk fisik dari kerusakan ini dapat dikenali dengan terlihatnya lapisan tipis aspal (tanpa agregat halus) pada permukaan perkerasan dan jika pada kondisi temperatur permukaan perkerasan yang tinggi (terik matahari) atau pada lalu lintas yang berat, akan terlihat jejak bekas “bunga ban” kendaraan yang melewatinya. Hal ini juga akan membahayakan keselamatan lalulintas karena jalan akan menjadi licin.

3. Retak Blok

- Sesuai dengan namanya, retak ini berbentuk blok pada perkerasan jalan. Retak ini umumnya terjadi pada lapisan tambahan (*overlay*), yang menggambarkan pola retakan perkerasan di bawahnya. Ukuran retak blok umumnya lebih dari 200 mm x 200 mm.
4. Keriting
Kerusakan ini dikenal juga dengan istilah lain yaitu: *Ripples*. Bentuk kerusakan ini berupa gelombang pada lapis permukaan, atau dapat dikatakan alur yang terjadi pada arah melintang jalan, dan sering disebut juga *Plastic Movement*. Kerusakan ini umumnya terjadi pada tempat berhentinya kendaraan, akibat dari pengereman kendaraan.
 5. Cacat Tepi Perkerasan
Kerusakan ini terjadi pada pertemuan tepi permukaan perkerasan dengan bahu jalan tanah (bahu tidak beraspal) atau juga pada tepi bahu jalan beraspal dengan tanah sekitarnya. Penyebab kerusakan ini dapat terjadi setempat atau sepanjang tepi perkerasan di mana sering terjadi perlintasan roda kendaraan dari perkerasan ke bahu ataupun sebaliknya. Bentuk kerusakan cacat tepi dibedakan atas gompal (*edge break*) atau penurunan tepi (*edge drop*).
 6. Penurunan pada Bahu Jalan
Bentuk kerusakan ini terjadi akibat terdapat beda ketinggian antara permukaan perkerasan dengan permukaan bahu/tanah sekitarnya, di mana permukaan bahu lebih rendah terhadap permukaan perkerasan.
 7. Retak Memanjang dan Melintang
Jenis kerusakan ini terdiri dari beberapa macam kerusakan sesuai dengan namanya yaitu retak memanjang dan retak melintang pada perkerasan.
 8. Lubang
Kerusakan ini berbentuk seperti mangkok yang dapat menampung dan meresapkan air pada badan jalan. Kerusakan ini terkadang terjadi di dekat retakan, atau di daerah yang drainasenya kurang baik sehingga perkerasan tergenang oleh air.
 9. Sungkur
Kerusakan ini membentuk jambulan pada lapisan aspal. Kerusakan biasanya terjadi pada lokasi tertentu menyebabkan kendaraan berhenti pada kelandaian yang curam atau tikungan tajam. Kerusakan umumnya timbul di salah satu sisi jejak roda. Terjadinya kerusakan ini dapat diikuti atau tanpa diikuti oleh retak.
 10. Retak Bulan Sabit
Istilah lain yang biasanya digunakan untuk menyebutkan jenis retak ini adalah retak parabola atau *shear cracks*. Bentuk retak ini menyerupai lengkung bulan sabit atau bentuk seperti jejak mobil yang disertai beberapa retak. Retak ini kadang-kadang terjadi bersamaan dengan terjadinya kerusakan sungkur (*shoving*)
 11. Mengembang
Gerakan ke atas lokal dari perkerasan akibat pengembangan atau pembekuan air dari tanah dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retak permukaan aspal. Pengembangan dapat ditandai dengan oleh gerakan perkerasan aspal dengan panjang lebih dari 3 mm.
 12. Pelepasan Butir
Kerusakan ini berupa terlepasnya sebagian butiran-butiran agregat pada permukaan perkerasan yang umumnya terjadi secara meluas. Kerusakan ini biasanya dimulai dengan terlepasnya material halus dahulu yang kemudian akan berlanjut terlepasnya material yang lebih besar (material kasar), sehingga pada akhirnya membentuk tumpukan dan dapat meresapkan air ke badan jalan.
 13. Amblas
Bentuk kerusakan yang terjadi ini berupa amblas/turunnya permukaan lapisan perkerasan pada lokasi-lokasi tertentu dengan atau tanpa retak. Kedalaman kerusakan ini umumnya lebih dari 2 cm dan akan menampung dan meresapkan air.

2.2. Menentukan Unit Sampel

Unit sampel dibagi dalam beberapa unit hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pelaksanaan perhitungan dan pengolahan data nantinya.

Tahapan yang dilakukan untuk menentukan jumlah unit sampel.

1. Menentukan jumlah minimum unit sampel yang diperiksa.

Dimana jumlah unit sampel (N), standar deviasi (s) untuk perkerasan aspal = 10 dan nilai kesalahan yang diijinkan (e) = 5, maka didapat jumlah minimum unit sampel yang diperiksa (n) (Shahin 1994).

$$n = \frac{Ns^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + s^2} n \quad (1)$$

2. Pemilihan unit sampel.

Pemilihan unit sampel merupakan interval yang dilakukan untuk pengambilan sampel secara acak (Shahin 1994).

$$i = \frac{N}{n} \quad (2)$$

3. Pengukuran Setiap Jenis Kerusakan

Pengukuran untuk setiap jenis kerusakan dilakukan sesuai dengan unit sampel yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan 2.

2.3. *Pavement Condition Index*

Pavement Condition Index (PCI) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan (Hardiyatmo, 2007). Nilai PCI ini memiliki rentang 0-100 dengan kriteria 0-10 (gagal), 10-25 (sangat buruk), 25-40 (buruk), 40-55 (sedang), 55-70 (baik), 70-85 (sangat baik) dan 85-100 (sempurna). Tingkat kerusakan terdiri dari *low severity level* (L), *medium severity level* (M) dan *high severity level* (H) (Shahin 1994).

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N \text{ (Jumlah sampel)}} \quad (3)$$

2.4 *Lokasi Penelitian*

Jalan yang menjadi objek penelitian adalah sepanjang ruas Jalan Timor Raya Km. 4 - Km.7, Kota Kupang.

2.3 *Waktu Penelitian*

Penelitian ini dilakukan di Jalan Timor Raya Km.4 – Km. 7 Kota Kupang. Penelitian tersebut dilakukan pada bulan Juni 2021 sampai Juli 2021. Proses perhitungan dan analisis data dilakukan pada bulan Juli 2021 sampai September 2021.

2.6 *Teknik Pengambilan Data*

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan. Survei lapangan dilakukan dengan pengamatan, observasi visual, perhitungan dan pengukuran di lapangan untuk memperoleh data dan gambaran sebenarnya yang terjadi dalam lapangan. Data-data yang diperoleh melalui teknik survei lapangan meliputi data dimensi jalan, luas kerusakan jalan dan jenis kerusakan jalan (Zaid, Sulistyorini, dan Ofrial 2021). Dokumentasi dilakukan untuk mendukung data primer yang diperoleh melalui teknik survei lapangan. Metode dokumentasi dilakukan dengan memotret kondisi kerusakan jalan yang terjadi di lapangan. Selanjutnya, data primer yang digunakan berupa peta lokasi yang diperoleh melalui *google earth*.

2.7 *Teknik Analisis Data*

1. Menghitung density merupakan persentase luasan kerusakan terhadap luasan unit sampel (Shahin 1994).

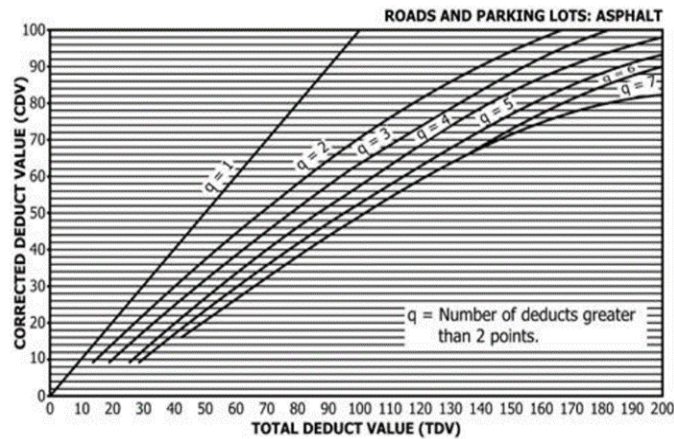
$$\text{Density} = \frac{AD}{AS} \times 100\% \quad (4)$$

2. Menghitung nilai pengurangan (*deduct value*) untuk masing-masing unit sampel

3. Menghitung nilai total pengurangan (*total deduct value/TDV*) untuk masing-masing unit sampel (Shahin 1994).

$$TDV = DV1+DV2+DV3.....DVn \quad (5)$$

- Menghitung nilai koreksi nilai pengurangan (*corrected deduct value/CDV*) untuk masing-masing unit sampel (Shahin 1994).



Gambar 1. Grafik nilai *corrected deduct value*

- Menghitung nilai *Pavement Condition Index* (PCI) untuk masing-masing unit sampel (Shahin 1994).

$$PCI_{(s)} = 100 - CDV \tag{5}$$

- Menghitung nilai rata-rata *Pavement Condition Index* (PCI) dari semua unit sampel pada suatu ruas jalan yang diteliti untuk mendapatkan nilai *Pavement Condition Index* (PCI) dari ruas jalan tersebut (Shahin 1994)

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N} \tag{6}$$

- Menentukan kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan nilai *Pavement Condition Index* (PCI), (Prasetyawan dan Khotimah 2021).

Standard PCI Scale Rating	
100	Good
85	Satisfactory
70	Fair
55	Poor
44	Very Poor
25	Serious
10	Failed

Gambar 2. Skala rating PCI

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Menentukan jumlah unit sampel pengamatan

Jumlah unit sampel yang akan diperiksa diambil setiap jarak 20 meter dengan panjang keseluruhan jalan yang akan diteliti adalah 3000 meter.

$$n = \frac{Ns^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + s^2}; n = \frac{150 \times 10^2}{\frac{5^2}{4}(150-1) + 10^2}$$

$$n = 14.54 \sim 15$$

Pemilihan unit sampel merupakan interval yang dilakukan untuk pengambilan sampel secara acak.

$$i = \frac{N}{n} \quad ; i = \frac{150}{14.54}$$

$$i = 10.31 \sim 10$$

3.2 Mengukur setiap jenis kerusakan jalan

Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai *Pavement Condition Index* (PCI) pada ruas jalan Timor Raya K.4-Km.7 untuk unit sampel 4.

Tabel 1. Jenis dan Luas Kerusakan Unit Sampel 4

Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	P (m)	L (m)	Luas segmen (m ²)	Luas Kerusakan (m ²)
Pelepasan Butir	H	6.67	1.40	220	9.34
<i>Bleeding</i>	H	9.90	1.16		11.48

3.3 Menghitung nilai PCI

3.3.1 Menghitung nilai density unit sampel 4

Pada unit sampel 4 terdapat dua jenis kerusakan yaitu Pelepasan Butir dengan tingkat kerusakan berat (*High*) dan *Bleeding* dengan tingkat kerusakan berat (*High*).

1. Pelepasan Butir (H)

$$density = \frac{9.34}{220} \times 100\% = 4.24 \%$$

2. *Bleeding* (H)

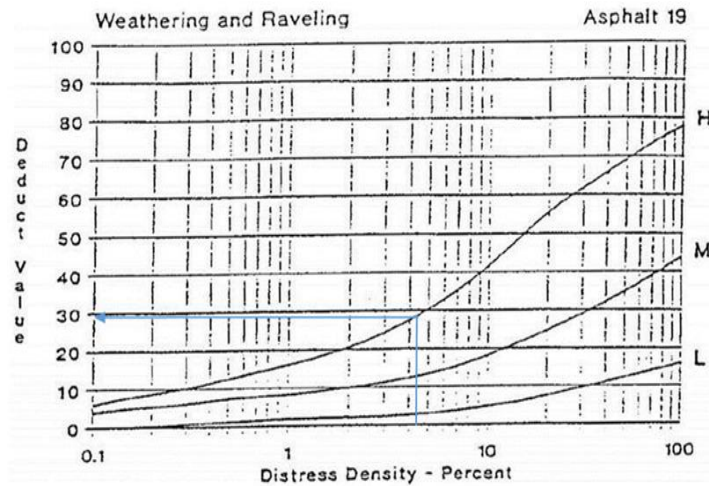
$$density = \frac{11.48}{220} \times 100\% = 5.22 \%$$

3.3.2 Menghitung nilai deduct value unit sampel 4

Deduct value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*. Nilai pengurangan atau *deduct value* didapat dengan menyesuaikan nilai *density* yang diperoleh kedalam grafik kerusakan masing – masing sesuai dengan tingkat kerusakannya.

Berikut merupakan kurva hubungan antara *density* dan *deduct value* berdasarkan jenis kerusakannya untuk unit sampel 4.

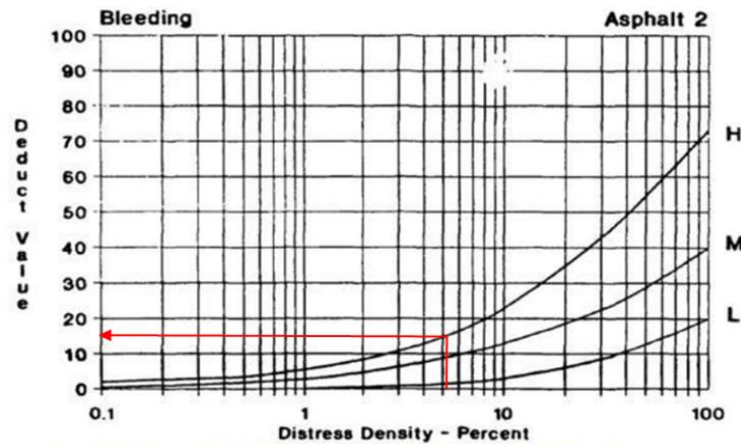
1. Pelepasan Butir (H)



Gambar 3. Grafik *Deduct Value* unit sampel 4

Dari grafik pada Gambar 3 didapatkan *deduct value* untuk jenis kerusakan pelepasan butir dengan tingkat kerusakan berat (H) dengan nilai *density* 4.25% sebesar 29.5.

2. Bleeding (H)



Gambar 4. Grafik *Deduct Value* unit sampel 4

Dari grafik pada Gambar 4 didapatkan *deduct value* untuk jenis kerusakan *bleeding* dengan tingkat kerusakan berat (H) dengan nilai *density* 5.22% sebesar 15.

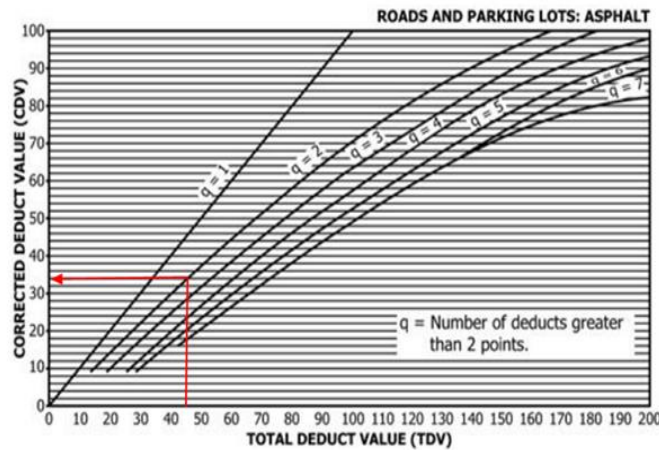
3.3.3 Menghitung nilai TDV unit sampel 4

Total *deduct value* (nilai pengurangan), adalah nilai total dari individual *deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan pada setiap unit sampel. Sesuai dengan Persamaan 2 maka didapat nilai total *deduct value* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai TDV unit sampel 4

No	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Density %	Deduct Value
1	Pelepasan Butir	Berat (<i>high</i>)	4.24	29.5
2	<i>Bleeding</i>	Berat (<i>high</i>)	5.22	15
Total <i>Deduct Value</i>				53

3.3.4 Menghitung nilai CDV



Gambar 5. Grafik Corrected Deduct Value untuk unit sampel 4

Terlihat pada Gambar 5, dari data nilai deduct dilihat berapa banyak yang memiliki nilai diatas 2, yang nantinya disebut sebagai q. Nilai q tersebut nantinya dipasangkan dengan nilai Total deduct atau Total Deduct Value (TDV), sehingga diperoleh dari grafik koreksi atau Corrected Deduct Value (CDV), berikut ini adalah nilai Corrected Deduct Value (CDV) yang diambil dari Grafik Corrected Deduct Value (CDV) unit sampel 4. Hal ini karena nilai jumlah pengurangan ijin (mi) untuk sampel ini adalah 6.10 dan nilai tersebut lebih besar dari 2. Angka 2 adalah jumlah data nilai pengurangan (Deduct Value). Jika nilai mi lebih besar dari jumlah data, maka untuk nilai q pada koreksi kurva digunakan q = 2 dengan q adalah jumlah bilangan-bilangan DV yang nilainya lebih besar dari 2.

Didapat Nilai CDV = 34.

3.3.5 Menghitung nilai PCI tiap unit sampel

Berikut adalah hasil perhitungan rumus PCI untuk setiap unit sampel berdasarkan nilai CDV. Perhitungan nilai PCI pada sampel unit sampel 4 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\
 &= 100 - 34 \\
 &= 66
 \end{aligned}$$

Kondisi perkerasan untuk unit sampel 4 dengan nilai PCI = 66 adalah “VERY GOOD” klasifikasi perkerasannya berdasarkan rating kondisi jalan dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI) adalah sangat baik.

3.3.5 Nilai rata-rata PCI Dari 15 unit sampel

Tabel 3. Nilai rata-rata PCI dari 15 unit sampel

No	Nilai PCI/Unit Sampel	Total PCI	Rata-rata nilai PCI segmen	Rating Scale
1	53.8			
2	46			
3	57.7			
4	66			
5	52			
6	44			
7	76	895	59.67	FAIR
8	38			
9	52			
10	58			
11	68			
12	80			

13	90
14	57.5
15	56

Dari Tabel 3 di atas maka dapat ditentukan nilai PCI rata-rata pada ruas jalan Timor Raya KM.4-KM.7 sesuai dengan rumus yang telah ditetapkan pada Persamaan 4 sebagai berikut:

$$PCI = \frac{\sum PCI (s)}{N \text{ (jumlah sampel)}}$$

$$PCI = \frac{895}{15} = 59.67$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai PCI rata-rata untuk ruas jalan Timor Raya KM.4 - KM.7 adalah 59.67 maka skala peringkatnya adalah Sedang (*Fair*). Berikut adalah gambar standar PCI menurut (Sulaksono 2001)



Gambar 6 Standar PCI

3.4 Faktor penyebab kerusakan

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode PCI untuk ruas jalan Timor Raya KM.4-KM.7 dari 15 unit sampel diperoleh faktor-faktor penyebab terjadinya kerusakan dari masing-masing jenis dan tingkat kerusakan. Dari hasil pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan metode PCI untuk ruas jalan Timor Raya KM.4-KM.7 memiliki enam jenis kerusakan.

1. Pelepasan Butir

Faktor penyebab terjadinya kerusakan:

- a. Pelapukan material pengikat atau agregat
- b. Pelaksanaan Pematatan yang kurang baik
- c. Penggunaan material yang kotor atau yang lunak
- d. Penggunaan aspal yang kurang memadai
- e. Suhu pematatan kurang

Pelepasan Butir dapat diperbaiki dengan cara memberikan lapisan tambahan diatas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan.

2. Amblas

Terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang.

Faktor penyebab terjadinya kerusakan:

- a. Beban kendaraan yang berlebihan, sehingga kekuatan struktur bagian bawah perkerasan jalan atau struktur perkerasan jalan itu sendiri tidak mampu memikulnya.
- b. Penurunan bagian perkerasan dikarenakan oleh turunya tanah dasar.
- c. Pelaksanaan pemadatan yang kurang baik.

Amblas dapat diperbaiki sesuai dengan ukurannya, Untuk amblas yang ≤ 5 cm, bagian yang rendah diisi dengan bahan sesuai seperti lapen, laston, laston. Untuk amblas yang ≥ 5 cm, bagian yang amblas dibongkar dan lapis kembali dengan lapis yang sesuai.

3. Bleeding

Permukaan menjadi licin. Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda.

Faktor penyebab kerusakan jalan:

- a. Penggunaan aspal yang tidak merata atau berlebihan
- b. Tidak menggunakan binder aspal yang sesuai
- c. Akibat dari keluarnya aspal dari lapisan bawah yang mengalami kelebihan aspal

Bleeding dapat diperbaiki dengan cara menaburkan agregat panas dan kemudian dipadatkan atau lapis aspal diangkat dan kemudian diberi lapisan penutup.

4. Corrugation

Faktor penyebab kerusakan jalan:

- a. Stabilitas lapisan permukaan yang rendah.
- b. Penggunaan material/agregat yang tidak tepat, seperti digunakannya agregat yang berbentuk bulat licin.
- c. Terlalu banyak menggunakan agregat halus
- d. Lapis pondasi yang memang sudah bergelombang
- e. Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair).

Corrugation dapat diperbaiki berdasarkan ketentuan Jika lapis permukaan yang keriting itu mempunyai lapis pondasi agregat, perbaikan yang tepat adalah dengan menggaruk kembali, dicampur dengan lapis pondasi, dipadatkan kembali dan diberi lapis permukaan baru. Tetapi, Jika lapis permukaan bahan pengikat mempunyai ketebalan > 5 cm, maka lapis tipis yang mengalami keriting tersebut diangkat dan diberi lapis permukaan yang baru.

5. Lubang

Lubang, berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang–lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

Faktor penyebab kerusakan jalan:

- a. Kadar aspal rendah, sehingga film aspal menjadi tipis dan agregat mudah terlepas atau lapis permukaan yang tipis.
- b. Pelapukan aspal
- c. Penggunaan agregat kotor/kurang baik
- d. Suhu campuran tidak memenuhi persyaratan
- e. Sistem drainase yang jelek
- f. Merupakan kelanjutan dari kerusakan lain seperti retak dan pelepasan butir.

Lubang–lubang tersebut diperbaiki dengan cara dibongkar dan dilapis kembali. Perbaikan yang bersifat permanen disebut juga *deep patch* (tambalan dalam), yang dilakukan sebagai berikut :

- a. Bersihkan lubang dari air dan material–material yang lepas.
- b. Bongkar bagian lapis permukaan dan pondasi sedalam–dalamnya sehingga mencapai lapisan yang kokoh (potong dalam bentuk yang persegi panjang).
- c. Beri lapis tack coat sebagai lapis pengikat.

- d. Isikan campuran aspal dengan hati-hati sehingga tidak terjadi segregasi.
 - e. Padatkan lapis campuran dan bentuk permukaan sesuai dengan lingkungannya.
6. Retak kulit buaya
- Retak kulit buaya, lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling merangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya.
- a. Bahan perkerasan atau kualitas material yang kurang baik sehingga menyebabkan perkerasan lemah atau lapis beraspal yang rapuh (*brittle*)
 - b. Pelapukan aspal
 - c. Penggunaan aspal kurang
 - d. Tingginya air tanah pada badan perkerasan jalan
 - e. Lapisan bawah kurang stabil.

Retak kulit buaya untuk sementara dapat dipelihara dengan mempergunakan lapis burda, burtu, ataupun laston, jika celah ≤ 3 mm. Sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulit buaya akibat air yang merembes masuk ke lapis pondasi dan tanah dasar diperbaiki dengan cara dibongkar dan membuang bagian-bagian yang basah, kemudian dilapis kembali dengan bahan yang sesuai. Perbaikan harus disertai dengan perbaikan drainase di sekitarnya. Kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas harus diperbaiki dengan memberi lapis tambahan. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang-lubang akibat terlepasnya butir-butir.

3.5 Cara perbaikan

Metode (Asphalt Institute M-17 1983) juga merekomendasikan tindakan pemeliharaan dan perawatan yang ditentukan berdasarkan nilai kondisi jalan yang diperoleh dari hasil analisis data yang dipakai sebagai indikator dari tipe dan tingkat besarnya pekerjaan perbaikan yang akan dilakukan. Untuk nilai 80-100 dilakukan pemeliharaan, untuk nilai 40-80 dilakukan tambalan. Untuk nilai 0-40 dilakukan pembangunan kembali (rekonstruksi).

Tabel 4 Nilai penentuan untuk cara perbaikan kerusakan jalan

Rekonstruksi		Tambalan dan lapisan tambahan			Pemeliharaan rutin	
10	25	40	55	70	85	100

Jika dilihat dari hasil analisis olahan data menggunakan metode PCI, nilai PCI didapat sebesar 59.64 sehingga tindakan pemeliharaan dan perawatan yang direkomendasikan sesuai dengan nilai kondisi jalan yang diperoleh adalah melakukan tambalan dan lapisan tambahan.

4. Kesimpulan

Nilai rata-rata PCI ruas Jalan Timor Raya Km.4 - Km.7 Kelurahan Oesapa Kota Kupang dengan panjang yang diteliti 3000 meter dan lebar jalan 11 meter adalah 59.67. Terdapat 6 jenis kerusakan yang terjadi yaitu pelepasan butir, lubang, retak kulit buaya, *bleeding*, *corrugation* dan ambles. Persentase kerusakan yang terjadi sesuai dengan jenis kerusakan adalah Pelepasan Butir 17.29%, Ambles 40.61%, *Bleeding* 31.72%, Retak Kulit Buaya 2.44%, Lubang 0.90%, *Corrugation* 7.05%. Ambles menjadi jenis kerusakan paling dominan. Faktor-faktor penyebab kerusakan ruas Jalan Timor Raya Km.4 – Km.7 antara lain: Beban kendaraan yang berlebihan sehingga kekuatan struktur bagian bawah perkerasan jalan atau struktur perkerasan jalan itu sendiri tidak mampu memikulnya, pelaksanaan pemadatan yang kurang baik, penggunaan aspal yang tidak merata atau berlebihan dan lalu lintas yang dibuka sebelum perkerasan mantap digunakan. Sesuai dengan nilai kondisi kerusakan pada ruas Jalan Timor Raya Km.4 – Km.7, maka perlu dilakukan perbaikan dan perawatan pada tiap titik kerusakan sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi.

Daftar Pustaka

- Asphalt Institute M-17. 1983. *asphalt institute ms-17*.
- Batua, Panji Akbar heman, dan Rosyad Farlin. 2019. "Analisis Kerusakan Jalan dengan Metode Pci (Pavent Condition Index) Pada Ruas Jalan Betung -Sekayu Km 77 - Km 82." In *Bina Darma Conference Engineering Sains*, , 244-54.

<http://conference.binadarma.ac.id/index.php/BDCES>.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2007. "Pemeliharaan Jalan Raya, Edisi Pertama." *Gadja Mada University Press. Yogyakarta*.

Hendarsin, Shirley L. 2000. "Perencanaan Teknik Jalan Raya." *Politeknik Negeri Bandung*.

Nugroho, Eko Agus. 2013. *Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Aspal Kelas II di Kabupaten Semarang*.

Prasetyawan, Jauhari, dan Husnul Khotimah. 2021. "Analisa kerusakan jalan dengan metode pavement condition index (PCI) dan alternatif penyelesaiannya (studi kasus: jalan AA Gde Ngurah kota Mataram)." *Jurnal Handasah: 24–29*.

Shahin, M Y. 1994. "Pavement Condition Survey and Rating Procedure." In *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*, Springer, 15–38.

Sulaksono. 2001. Departemen Teknik Sipil, Penerbit ITB, Bandung *Rekayasa jalan*.

UU RI No. 22 Tahun 2009. 2009. *Undang-undang Republik Indonesia nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan*. Eko Jaya.

Zaid, Muhammad, Rahayu Sulistyorini, dan Siti Anugrah Mulya Putri Ofrial. 2021. "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus Jalan P. Tirtayasa Bandar Lampung)." *Jrsdd 9(2): 201–12*.

Karakteristik Pergerakan Penumpang Ferry Reguler dan Ferry Cepat Rute Kupang – Sabu dan Sabu – Kupang

Characteristics of Passenger Movement of Regular Ferry and Fast Ferry Routes of Kupang – Sabu and Sabu – Kupang

Andi Kumalawati¹, Klotilda G. Mema², Ruslan Ramang³, Andi Hidayat Rizal^{4*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Karakteristik, Pergerakan Penumpang, Ferry Reguler, Ferry Cepat

Keywords:

Characteristic, Passenger Movement Regular Ferry, Fast Ferry

Article history:

Received: 09-08-2023

Accepted: 28-09-2023

*Koresponden email:

kumalawatirizal@gmail.com,

cindymema24@gmail.com,

ruslan_ramang@gmail.com,

dayat_rizal@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam memenuhi lalu lintas pergerakan antar pulau ini disediakan angkutan penyeberangan ferry reguler ASDP dan ferry cepat swasta. Pada penelitian ini akan dianalisis karakteristik pergerakan penumpang ferry reguler dan ferry cepat pada rute Kupang–Sabu dan Sabu–Kupang dengan menggunakan kuesioner. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa karakteristik pergerakan penumpang Kupang dan Sabu memiliki kesamaan, antara lain penggunaan angkutan pribadi sebagai alat transportasi dari rumah menuju pelabuhan, dan waktu tunggu di pelabuhan yang berkisar antara 1–2 jam. Selain itu waktu tempuh ferry yang berkisar antara 6–12 jam baik dari Kupang menuju Sabu maupun sebaliknya, serta jarak dari pelabuhan menuju tempat tujuan yang berjarak antara 5–10 km. Sementara jarak dari rumah menuju pelabuhan penumpang dari kupang adalah 5–10 km sampai >20 km, dan jarak dari rumah menuju pelabuhan penumpang dari Sabu adalah 5–10 km. Serta estimasi biaya transportasi penumpang dari Kupang Rp 50.000–Rp 75.000, dan penumpang dari Sabu sebesar Rp 50.000.

Abstract

In meeting the inter-island traffic movement, regular ASDP ferry crossings and private fast ferries are provided. In this study, the characteristics of the movement of passengers on the regular ferry and fast ferry on the Kupang–Sabu and Sabu–Kupang routes will be analyzed using a questionnaire. Based on the results of the study, it is known that the characteristics of the movement of Kupang and Sabu passengers have similarities, namely the use of private transportation as a means of transportation from home to the port, and the waiting time at the port which ranges from 1-2 hours. In addition, the ferry travel time ranges from 6-12 hours from Kupang to Sabu or vice versa, as well as the distance from the port to the destination which is between 5-10 km. Meanwhile the distance from the house to the passenger port from Kupang is 5-10 km to >20 km, and the distance from the house to the passenger port from Sabu is 5-10 km. And the estimated cost of passengers from home to the port, where the estimated cost of transporting passengers from Kupang is Rp. 50,000–Rp. 75,000, and passengers from Sabu are Rp. 50,000.

Kutipan:

1. Pendahuluan

Negara bagian dan pemerintah daerah di seluruh negeri telah melakukan investasi modal besar di tepi laut mereka dan infrastruktur feri untuk mengambil keuntungan dari kesempatan untuk transportasi air menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari transportasi kota atau daerah jaringan (Asosiasi Angkutan Umum Internasional, dan Lee, N.Y at all 2013).

Boston, khususnya, tidak asing dengan lalu lintas, peringkat ketujuh dalam daftar terbanyak kota-kota padat di AS (Chen, J.H at all, 2016). Perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir telah memberikan kontribusi untuk sejumlah besar lalu lintas yang masuk dan keluar dari kota dari Pesisir Utara dan Selatan. Dipasangkan dengan sistem transportasi umum yang sering dikritik, Boston perlu mengeksplorasi berbagai cara untuk meningkatkan akses dan transportasi wilayah Boston Raya. Sementara itu telah memberikan lebih langsung moda transportasi alternatif pilih beberapa lokasi di sepanjang pantai, penilaian ulang yang komprehensif direncanakan untuk sistem. Bayangkan Boston 2030, Boston rencana kota-lebar terbaru, akui peran yang dapat dimainkan oleh feri dengan lebih baik menghubungkan komunitas di wilayah Greater Boston dan memberikan alternatif moda transportasi. Setelah diakui potensinya sistem feri, Boston saat ini sedang menjajaki kemungkinan ekspansi, mengingat baru situs untuk berhenti dan strategi untuk ekspansi.

Sistem infrastruktur transportasi lengkap untuk operasi atau desain optimal rute baru dan penjadwalan terkait seperti yang dilaporkan dalam (A. Ceder and M. Sarvi, 2007) atau (H.-A. Lu, 2008) menggunakan teknik pemrograman matematis, untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional yang telah ditetapkan, dan jadwal per jam yang nyaman dianggap terlalu penting untuk disesuaikan. Mengingat bahwa biaya operasional didominasi oleh biaya bahan bakar yang diperlukan untuk menggerakkan empat mesin diesel 450hp, audit energi yang sebelumnya ditugaskan, (Anon,2008), direkomendasikan untuk mengeksplorasi potensi optimalisasi rute dengan mempertimbangkan faktor tak terkendali. keadaan eksternal seperti angin, cuaca dan pasang surut, dan juga sebagian keadaan yang dapat dikendalikan seperti pemuatan kapal, penundaan jadwal, dll. Makalah ini mengeksplorasi potensi untuk mengoptimalkan rute ferry.

Keberhasilan pengembangan wilayah di daerah kepulauan atau gugus-gugus pulau sangat dipengaruhi oleh peran transportasi sebagai urat nadi kehidupan (Ralahalu et al, 2013). Perencanaan transportasi antarwilayah perlu dilakukan secara terpadu, yang disesuaikan dengan karakteristik wilayah (Oktaviana et al., 2011). Tujuannya adalah untuk: (1) meratakan tingkat pertumbuhan antarwilayah; (2) meningkatkan kesejahteraan masyarakat pada wilayah yang tersebar (Coyle et al., 1990); (3) mengurangi tingkat kesenjangan ekonomi dan sosial antarwilayah; dan (4) memperoleh struktur perekonomian nasional dan regional (Lee dan Yoo, 2016). Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa hubungan antara infrastruktur transportasi dan pembangunan ekonomi sangat kuat (Zhou et al., 2007; Fernandes dan Pacheco, 2010; Pradhan dan Bagchi, 2013; Beyzatlar et al., 2014). Permasalahan sulitnya akses transportasi antarwilayah dengan menggunakan ferry telah diteliti oleh beberapa orang sebelumnya, seperti Oktaviana et al. (2011), Liang (2012), serta An dan Lo (2013). Sistem transportasi yang andal, berkemampuan tinggi, serta berkualitas akan memberikan pelayanan transportasi yang lancar, aman, nyaman, selamat, berkapasitas, tertib, teratur, dan murah sehingga memberikan dampak positif terhadap pembangunan di daerah yang relatif tertinggal, terisolir, terpencil, serta terletak di daerah perbatasan (Adisasmita, 2011).

Nusa Tenggara Timur merupakan provinsi dengan wilayah kepulauan sehingga menimbulkan pergerakan barang dan jasa antar daerah atau pulau. Kota Kupang dan Kabupaten Sabu Raijua adalah salah satu daerah dalam wilayah provinsi NTT yang lalu lintas pergerakan barang dan jasanya menggunakan moda angkutan penyeberangan karena dipisahkan laut. Moda angkutan yang melayani lalu lintas pergerakan barang dan jasa antar dua daerah ini adalah ferry reguler (ASDP) dan ferry cepat (swasta).

Untuk melihat pergerakan penumpang ferry reguler dan ferry cepat mulai dari rumah hingga sampai ke tempat tujuan, maka dianalisis karakteristik pergerakan penumpang mulai dari rumah hingga sampai ke tempat tujuan. Dengan melihat contoh analisis pergerakan penumpang oleh Andi Kumalawati (2016) dalam jurnal yang berjudul Pola Pergerakan Penumpang Ferry di Wilayah Kepulauan, diambil beberapa variabel karakteristik pergerakan yaitu, jarak tempuh ke pelabuhan dari tempat asal, waktu tunggu kapal di pelabuhan, dan waktu tempuh perjalanan.

2. Bahan dan Metode

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data hasil kuesioner dengan obyek penelitian yaitu pengguna jasa angkutan ferry reguler dan ferry cepat dengan tujuan Kupang – Sabu dan Sabu – Kupang. Pembagian kuesioner dilakukan di 3 tempat yaitu Pelabuhan Tenau, Pelabuhan Bolok, dan Pelabuhan Seba.

2.1 Jenis – jenis Data

2.1.1. Data Primer

Data primer pada penelitian ini adalah hasil dari kuesioner yang dibagikan pada penumpang ferry reguler dan ferry cepat. Berikut data yang diperoleh dari hasil survey, yaitu:

- Moda transportasi yang digunakan dari rumah ke pelabuhan
- Jarak dari rumah ke pelabuhan
- Estimasi biaya dari rumah ke pelabuhan
- Waktu tunggu ferry di Pelabuhan
- Waktu tempuh ferry dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan
- Jarak dari pelabuhan ke tempat tujuan

2.1.2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini meliputi data jumlah kapal, jumlah penumpang, tarif dan frekuensi pelayaran ferry reguler dan ferry cepat yang diperoleh dari PT. Angkutan Sungai Danau dan Penyeberangan (ASDP) cabang Kupang dan supervise Sabu dan KSOP Kupang.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono,2007). Sedangkan sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono,2016:81).

2.2.1. Populasi

Tabel 1. Jumlah penumpang *ferry reguler* dan *ferry cepat* Tahun 2019

No	Rute	Jumlah Penumpang (Org)	
		<i>Ferry Reguler</i>	Ferry Cepat
1	Kupang - Sabu	14.367	14.269
2	Sabu - Kupang	5.274	15.493

Populasi pada penelitian ini dibedakan berdasarkan lokasi penelitian. Berdasarkan table diatas maka jumlah populasi untuk satu daerah lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Populasi penumpang Kupang} &= \text{jpferrycepat} + \text{jpferryreguler} \\ &= 14.269 \text{ orang} + 14.367 \text{ orang} \\ &= 28.636 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Populasi penumpang Sabu} &= \text{jpferrycepat} + \text{jpferryreguler} \\ &= 15.439 \text{ orang} + 5.274 \text{ orang} \\ &= 20.713 \text{ orang} \end{aligned}$$

2.2.2. Sampel

Untuk menentukan jumlah sampel dari suatu populasi digunakan rumus Slovin sebagai berikut:

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

Dimana:

- n : jumlah sampel
 N : jumlah populasi
 d : persen tingkat kesalahan (nilai d= 10%)

1. Sampel pengguna moda angkutan rute Kupang – Sabu

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

$$n = \frac{28.636}{1+28.636.0,1^2} = 99,65 \text{ responden} = 100 \text{ responden}$$

2. Sampel pengguna moda angkutan rute Sabu – Kupang

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

$$n = \frac{20.713}{1+20.713.0,1^2} = 99,52 \text{ responden} = 100 \text{ responden}$$

Pada penelitian ini sampel yang diambil untuk masing-masing daerah penelitian adalah 104 responden.

2.3 Teknik Analisis Data

2.3.1. Analisis Deskriptif

Pada peneliian ini analisis deskriptif dilakukan untuk menjelaskan karakteristik pergerakan penumpang ferry reguler dan ferry cepat sejak dari rumah hingga sampai di tempat tujuan.

2.3.2. Pengujian Instrumen Penelitian

Sebelum dilakukan analisis deskriptif, butir – butir pertanyaan pada kuesioner harus melalui tahap pengujian instrument penelitian. Terdapat dua pengujian instrument penelitian yakni uji validitas dan ujia reabilitas.

1. Uji reabilitas

Untuk mengukur reliabilitas dengan menggunakan uji statistik Cronbach Alpha(α). Suatu variabel dikatakan reliabel jika variabel tersebut memberikan nilai Cronbach Alpha($\alpha > 0,6$). Indikator pengukuran reabilitas yang membagi tingkatan reabilitas dengan kriteria sebagai berikut :

Jika alpha atau r_{hitung} :

0,80 – 1,00 = reliabilitas baik

0,60 – 0,79 = reliabilitas diterima

< 0,60 = reliabilitas kurang baik

2. Uji validitas

Uji validitas dilakukan dengan mengkorelasikan jumlah skor tiap butir dengan skor total. Kriteria pengambilan keputusannya adalah sebagai berikut:

a. Bila r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} maka butir tersebut dinyatakan valid, artinya instrumen tersebut dapat digunakan.

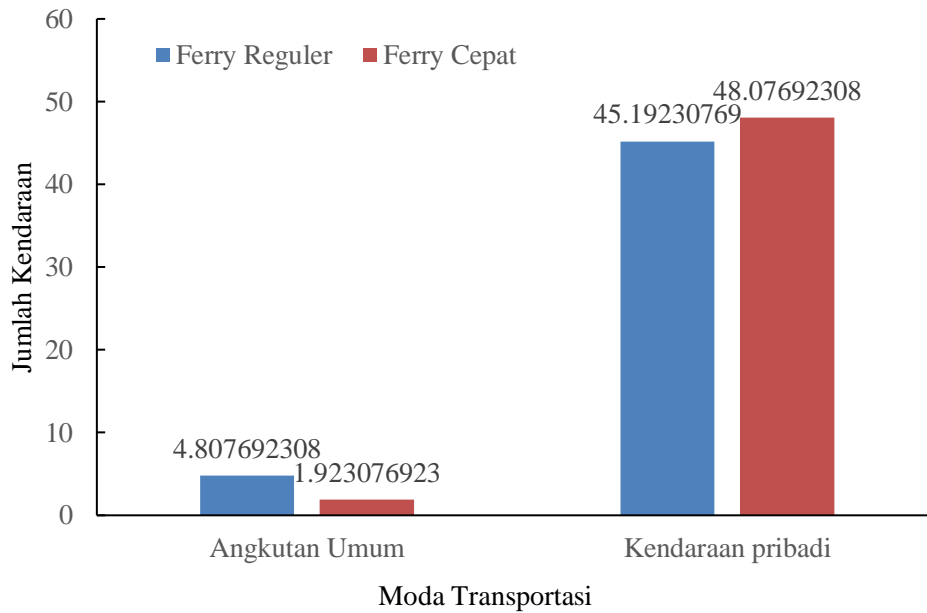
b. Bila r_{hitung} lebih kecil dari r_{tabel} maka instrumen tersebut tidak valid dan artinya tidak dapat digunakan.

Jika dalam pengujian instrument penelitian baik dengan uji reliabilitas maupun validitas mendapatkan hasil yang sesuai dengan kriteria masing-masing pengujian, maka variabel yang memenuhi tersebut dapat dilakukan analisis selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik pergerakan penumpang Kupang – Sabu

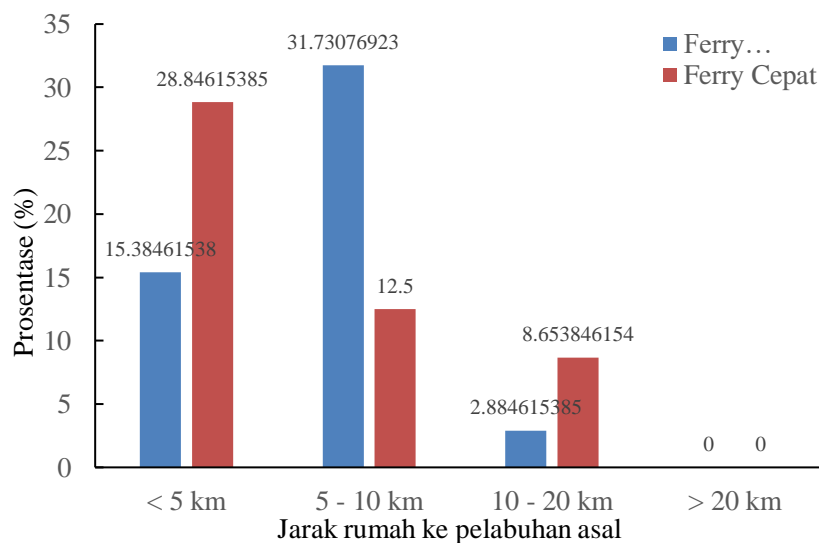
3.1.1. Moda transportasi yang digunakan dari rumah ke pelabuhan



Gambar 1. Grafik distribusi moda transportasi yang digunakan dari rumah ke pelabuhan rute Kupang – Sabu

Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa 45,19% pengguna ferry reguler dan 48,08% pengguna ferry cepat memilih untuk menggunakan kendaraan pribadi dari rumah menuju pelabuhan. Sedangkan 4,81% pengguna ferry reguler dan 1,92% pengguna ferry cepat sisanya memilih menggunakan angkutan umum. Hal ini dikarenakan letak pelabuhan yang jauh dari pusat kota dan kurangnya angkutan umum yang beroperasi ke daerah pelabuhan.

3.1.2. Jarak dari rumah ke pelabuhan

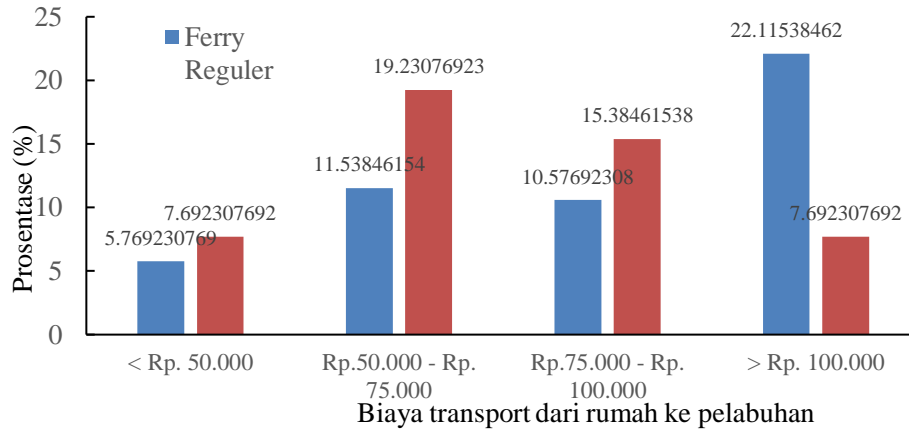


Gambar 2. Grafik Distribusi Jarak dari Rumah ke Pelabuhan Rute Kupang – Sabu

Berdasarkan Gambar 2 diatas, diketahui bahwa 22,12% pengguna ferry reguler harus menempuh jarak lebih dari 20 km dari rumah menuju pelabuhan. Sedangkan 19,23% pengguna ferry cepat harus

menempuh jarak antara 5 sampai 10 km jika hendak ke pelabuhan. Hal ini dikarenakan jarak pelabuhan ferry cepat yaitu pelabuhan Tenau yang lebih dekat dengan pusat kota jika dibandingkan dengan jarak ke pelabuhan ferry reguler yang ada di Bolok.

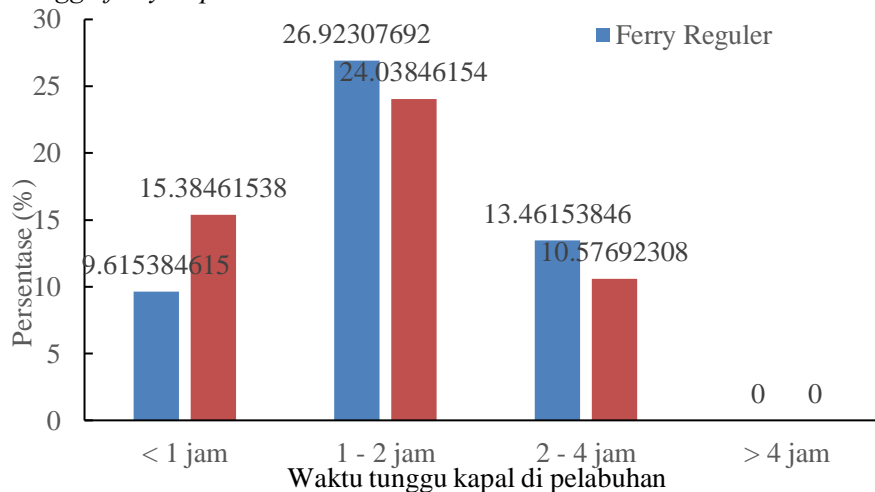
3.1.3. *Estimasi biaya dari rumah ke pelabuhan*



Gambar 3. Grafik distribusi estimasi biaya transportasi dari rumah ke pelabuhan rute Kupang – Sabu

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa 28,85% pengguna ferry cepat mengeluarkan biaya transportasi kurang dari Rp 50.000 untuk sampai ke pelabuhan. Sedangkan 31,73% ferry reguler harus mengeluarkan biaya transportasi sebesar Rp 50.000 – Rp 75.000 dari rumah menuju pelabuhan. Hal ini dikarenakan jarak pelabuhan Bolok yang lebih jauh jika dibandingkan dengan pelabuhan Tenau.

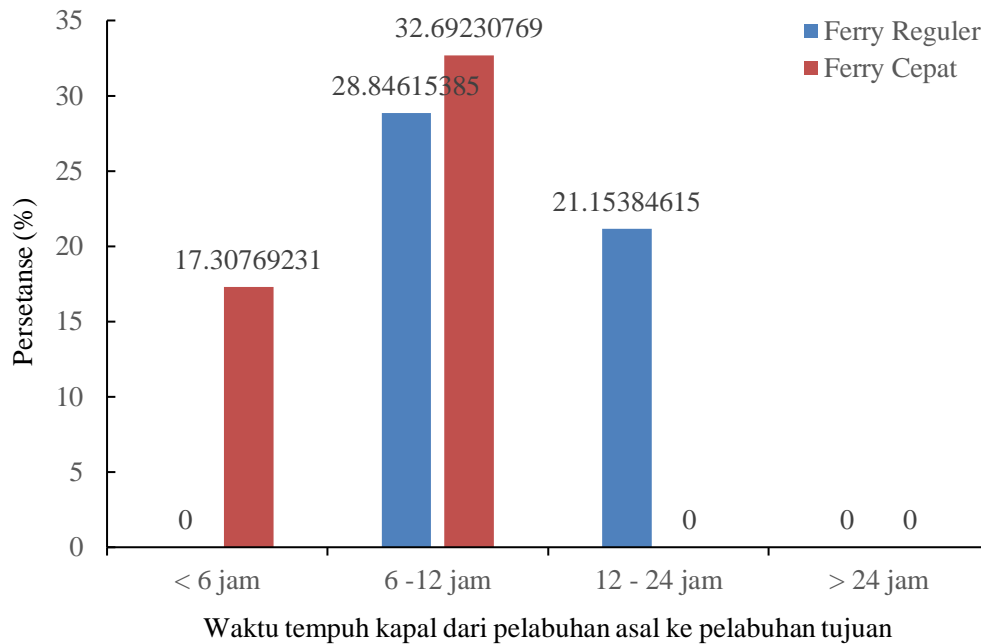
3.1.4. *Waktu tunggu ferry di pelabuhan*



Gambar 4. Grafik distribusi waktu tunggu ferry di pelabuhan rute Kupang – Sabu

Berdasarkan Gambar 4 diatas, diketahui bahwa 26,92% pengguna ferry reguler dan 24,04% pengguna ferry cepat harus menunggu selama 1 – 2 jam di pelabuhan sebelum naik ke kapal.. Hal ini dikarenakan keterlambatan kedatangan angkutan penyeberangan dalam hal ini ferry, ataupun cuaca yang tidak bagus sehingga proses keberangkatan harus diundur dan tidak sesuai dengan jadwal.

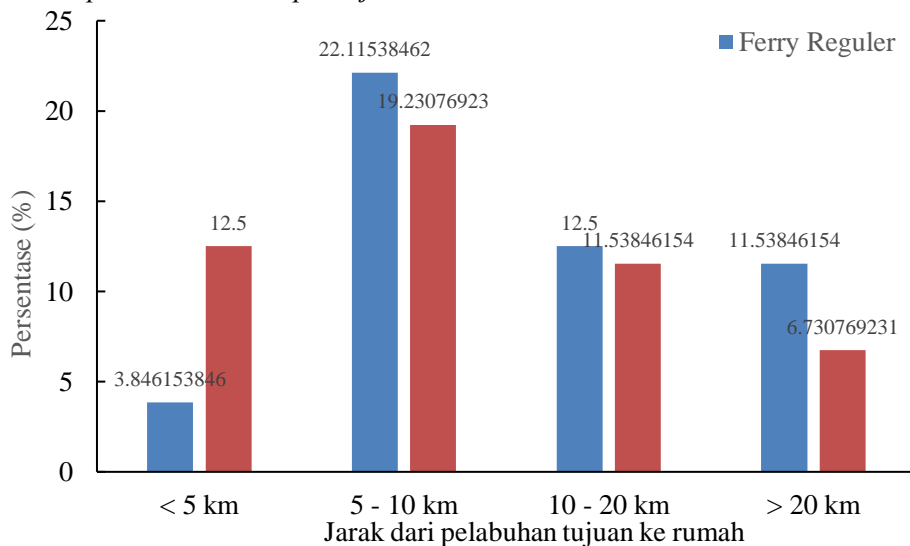
3.1.5. Waktu tempuh dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan



Gambar 5. Grafik distribusi waktu tempuh ferry dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan rute Kupang – Sabu

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa sebanyak 32,69% responden yang menggunakan ferry cepat dan 28,85% responden yang menggunakan ferry regular membutuhkan waktu 6 – 12 jam untuk sampai ke kota tujuan. Hal ini dikarenakan waktu tempuh ferry cepat yang memang lebih singkat jika dibandingkan dengan ferry regular. Ferry cepat membutuhkan waktu 4 jam dari Kupang menuju Sabu, sedangkan ferry regular membutuhkan waktu 12 jam.

3.1.6. Jarak dari pelabuhan ke tempat tujuan

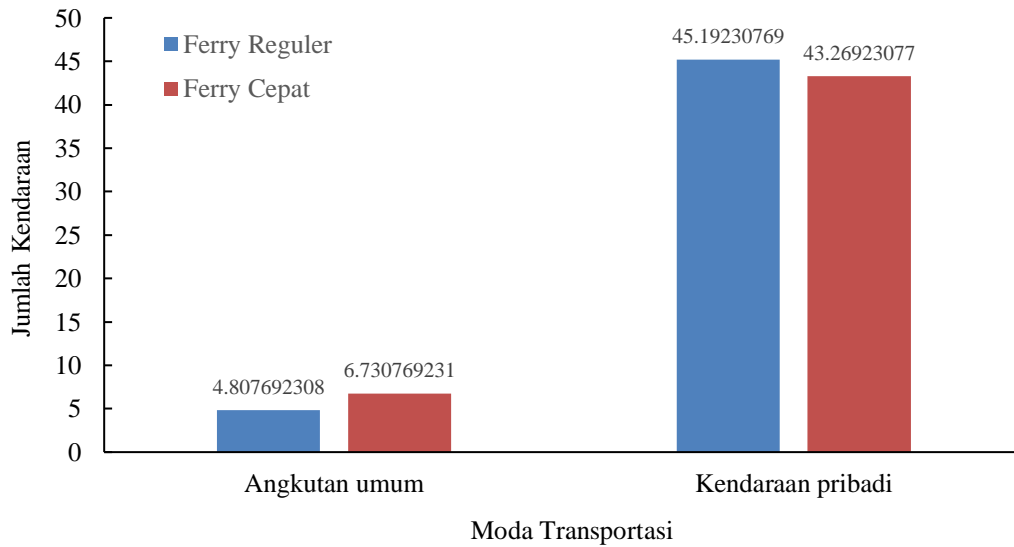


Gambar 6. Grafik distribusi jarak dari pelabuhan ke tempat tujuan rute Kupang – Sabu

Berdasarkan Gambar 6, diketahui bahwa 22,12% pengguna ferry regular dan 19,23% pengguna ferry cepat memiliki rumah yang berjarak antara 5 – 10 km dari pelabuhan Seba. Letak pelabuhan yang strategis dan dekat dengan pusat pemukiman membuat pelabuhan Seba mudah dijangkau oleh pengguna ferry.

3.2 Karakteristik pergerakan penumpang Sabu – Kupang

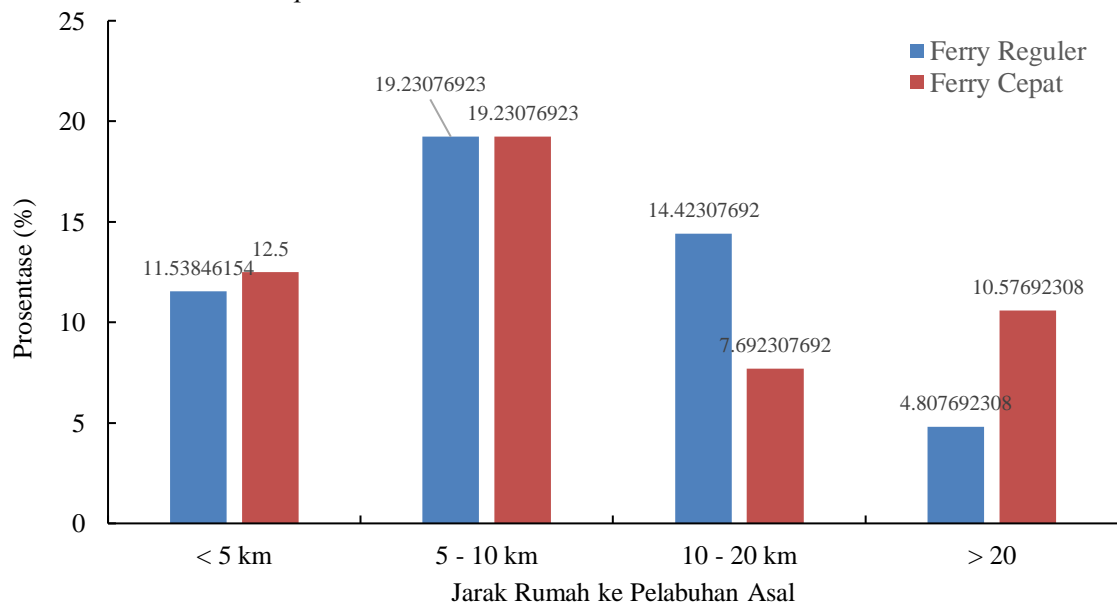
3.2.1. Moda transportasi yang digunakan dari rumah ke pelabuhan



Gambar 7. Grafik distribusi moda transportasi yang digunakan dari rumah ke pelabuhan rute Sabu – Kupang

Berdasarkan Gambar 7 diatas , diketahui bahwa 45,19% pengguna ferry reguler dan 43,27% pengguna ferry cepat memilih untuk menggunakan kendaraan pribadi dari rumah menuju pelabuhan. Sedangkan 4,81% pengguna ferry reguler dan 6,73% pengguna ferry cepat sisanya memilih menggunakan angkutan umum. Hal ini dikarenakan ketersediaan angkutan umum di Kabupaten Sabu yang minim serta tarif yang mahal jika dibandingkan kendaraan pribadi membuat responden lebih memilih kendaraan pribadi.

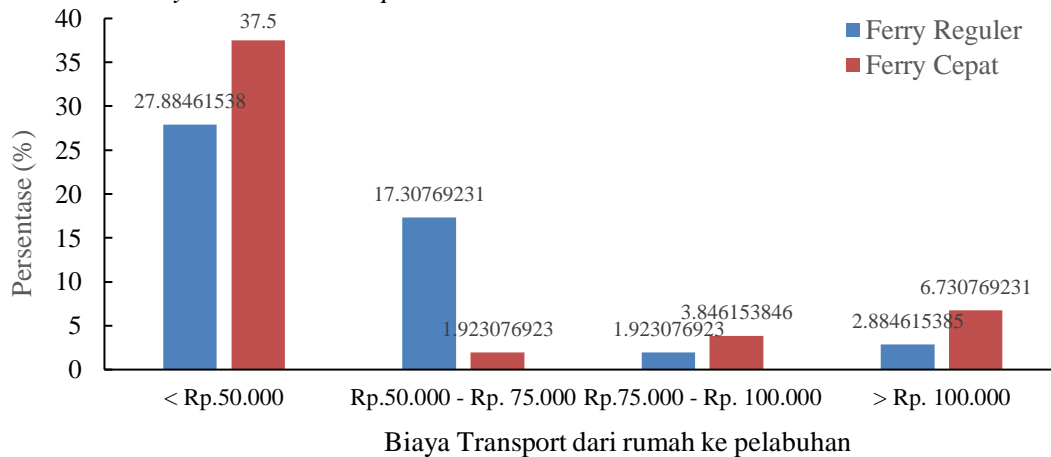
3.2.2. Jarak dari rumah ke pelabuhan



Gambar 8. Grafik distribusi jarak dari rumah ke pelabuhan rute Sabu – Kupang

Berdasarkan Gambar 8 diatas, diketahui bahwa 19,23% pengguna ferry baik ferry reguler maupun ferry cepat memiliki rumah yang berjarak antara 5 – 10 km dari pelabuhan. Letak pelabuhan yang strategis dan dekat dengan pusat pemukiman membuat pelabuhan Seba mudah dijangkau oleh pengguna ferry.

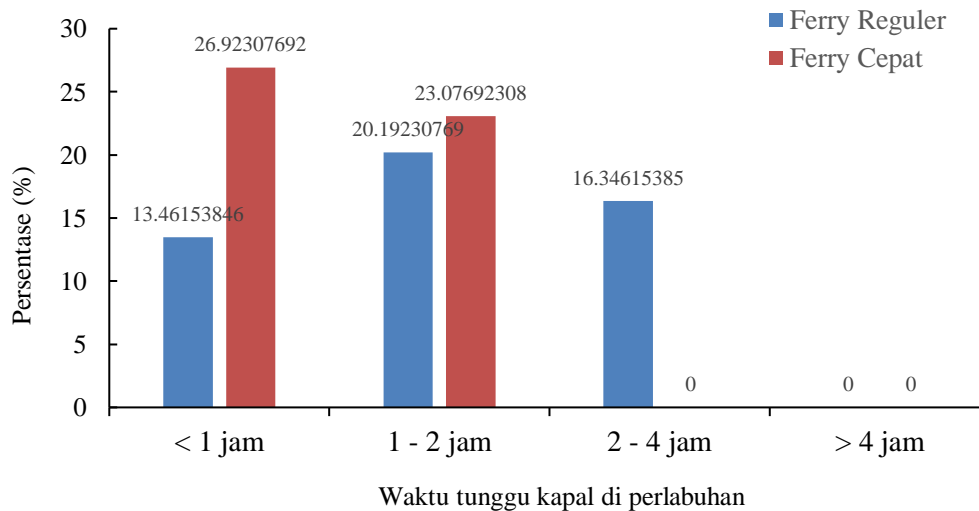
3.2.3. Estimasi biaya dari rumah ke pelabuhan



Gambar 9. Estimasi biaya transportasi dari rumah ke pelabuhan rute Sabu – Kupang

Dari hasil Gambar 9 dapat dilihat bahwa 27,88% pengguna ferry reguler dan 37,50% pengguna ferry cepat harus mengeluarkan biaya transportasi kurang dari Rp 50.000 dari rumah menuju pelabuhan. Hal ini dikarenakan jarak pelabuhan yang tidak terlalu jauh dari pusat kota sehingga penumpang hanya perlu menempuh jarak antara 5 – 20 km dari rumah. Selain itu penggunaan kendaraan pribadi sebagai alat transportasi menuju pelabuhan juga menyebabkan biaya transportasi lebih murah.

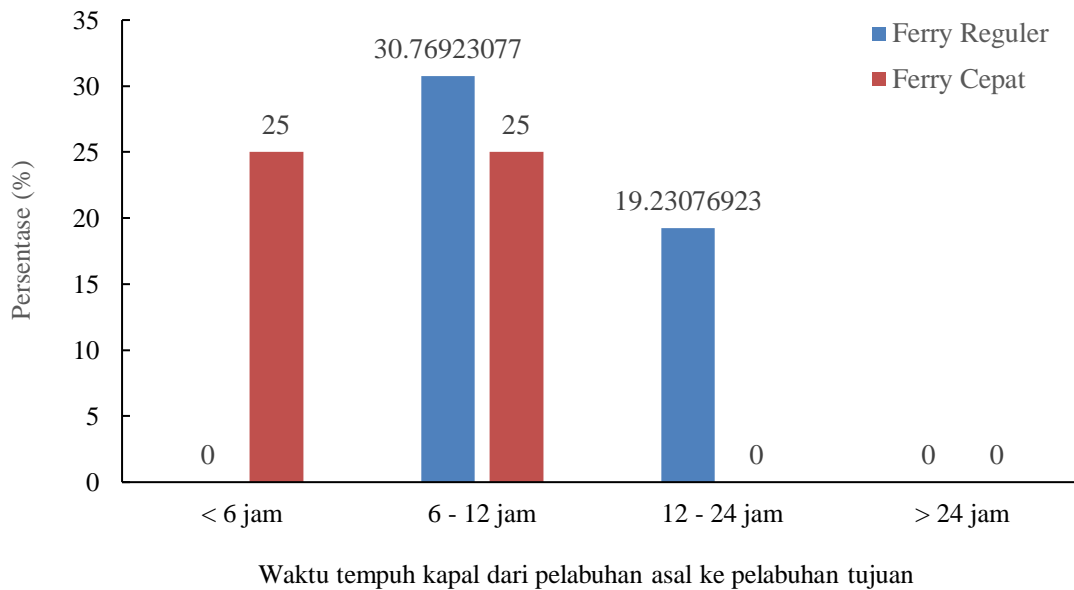
3.2.4. Waktu tunggu ferry di pelabuhan



Gambar 10. Grafik distribusi waktu tunggu ferry di pelabuhan rute Sabu – Kupang

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa 26,92% pengguna ferry cepat membutuhkan waktu menunggu kurang dari 1 jam di pelabuhan, Sedangkan 20,19% pengguna ferry reguler membutuhkan waktu 1 – 2 jam. Hal ini dikarenakan waktu berangkat ferry cepat yang sesuai dengan waktu yang tertera pada tiket dan kapal yang tiba tepat waktu di pelabuhan Sabu. Sedangkan waktu berangkat ferry reguler biasanya tidak sesuai dengan waktu yang tertera pada tiket atau keterlambatan kapal tiba di pelabuhan Sabu, sehingga penumpang membutuhkan waktu menunggu di pelabuhan yang lebih lama.

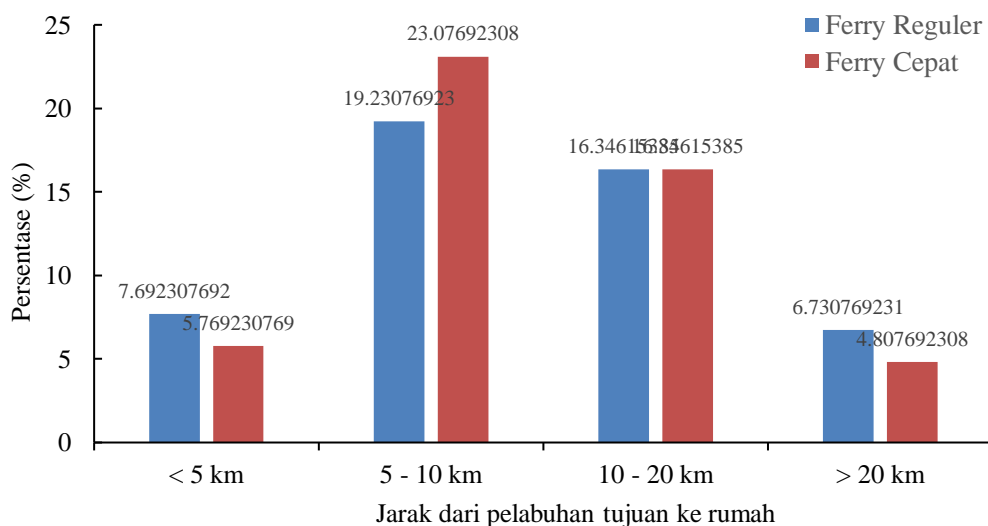
3.2.5. Waktu tempuh dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan



Gambar 11. Grafik distribusi waktu tempuh ferry dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan rute Sabu – Kupang

Berdasarkan Gambar 11, diketahui bahwa sebanyak 30,77% responden yang menggunakan ferry cepat dan 25% responden yang menggunakan ferry regular membutuhkan waktu 6 – 12 jam untuk sampai ke kota tujuan. Sedangkan 25% responden membutuhkan waktu hanya kurang dari 6 jam dari Sabu menuju Kupang dengan menggunakan ferry cepat. Dan 19,23% responden yang menggunakan ferry regular harus bertahan selama 12 – 24 jam di atas kapal untuk sampai ke Kupang. Hal ini dikarenakan waktu tempuh ferry cepat yang hanya 4 jam bila gelombang rendah, dan 6 – 12 jam bila gelombang tinggi. Sedangkan untuk perjalanan menggunakan ferry regular membutuhkan waktu 12 jam hingga 12 jam lebih.

3.2.6. Jarak dari pelabuhan ke tempat tujuan



Gambar 12. Grafik distribusi jarak dari pelabuhan ke tempat tujuan rute Sabu – Kupang

Berdasarkan hasil survei, diketahui bahwa jarak tempat tujuan sebagian besar responden dari pelabuhan adalah 5 - 10 km. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.12 dimana total 42,31% responden harus menempuh jarak lebih dari 5 – 10 km dari pelabuhan menuju tempat tujuan. Dimana 42,31%

responden ini terdiri dari 19,23% responden yang menggunakan ferry reguler dan 23,08% responden yang menggunakan ferry cepat.

3.2 Uji Reabilitas

Untuk mengukur reabilitas digunakan uji statistiki *Cronbach Alpha* (α). Suatu variabel dikatakan reliabel jika variable tersebut memberikan nilai *Cronbach Alpha* (α) > 0,6. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai *Cronbach Alpha* (α) variabel penelitian Kupang 0,832 > 0,6, dan variabel penelitian Sabu 0,772 > 0,6. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel penelitian ini reliabel.

3.4 Uji Validitas

Suatu variabel dikatakan valid apabila nilai r_{hitung} lebih besar dari pada nilai r_{tabel} . Oleh karena jumlah sampel yang diteliti adalah 104 sampel maka derajat kebebasan ($df = n-2$) sebesar 102 sehingga diperoleh nilai r_{tabel} 0,193. Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh nilai r_{hitung} masing - masing variabel, yaitu variabel biaya sebesar 0,457 (Kupang) dan 0,544 (Sabu), variabel waktu tempuh sebesar 0,420 (Kupang) dan 0,327 (Sabu), variabel waktu tunggu di pelabuhan sebesar 0,520 (Kupang) dan 0,364 (Sabu), variabel tinggi gelombang sebesar 0,497 (Kupang) dan 0,428 (Sabu), serta variabel kenyamanan sebesar 0,302 (Kupang) dan 0,232 (Sabu). Karena variabel bebas mempunyai nilai r_{hitung} yang lebih besar dari r_{tabel} maka dapat disimpulkan bahwa item pertanyaan yang digunakan dalam penelitian ini valid untuk digunakan sebagai data analisis.

4. Kesimpulan

Karakteristik pergerakan penumpang angkutan penyeberangan ferry baik ferry reguler maupun ferry cepat untuk rute Kupang – Sabu maupun Sabu – Kupang memiliki beberapa kesamaan yaitu, penggunaan angkutan pribadi sebagai alat transportasi dari rumah menuju pelabuhan, serta waktu tunggu di pelabuhan yang berkisar antara 1 – 2 jam. Selain itu waktu tempuh ferry yang berkisar antara 6 – 12 jam baik dari Kupang menuju Sabu maupun sebaliknya, serta jarak dari pelabuhan menuju tempat tujuan yang berjarak antara 5 – 10 km. Kupang dan Sabu berbeda, dimana penumpang dari Kupang harus menempuh jarak 5 – 10 km bahkan >20 km menuju pelabuhan karena letak pelabuhan yang jauh dari pusat kota, sedangkan penumpang dari Sabu hanya perlu menempuh jarak 5 – 10 km agar sampai ke pelabuhan. Yang kemudian mempengaruhi estimasi biaya penumpang dari rumah menuju pelabuhan, dimana penumpang dari Kupang harus mengeluarkan biaya transportasi antara Rp 50.000 – Rp 75.000 karena jarak pelabuhan yang lumayan jauh, sementara penumpang dari Sabu hanya perlu mengeluarkan biaya transportasi kurang dari Rp 50.000 karena jarak pelabuhan yang dekat dan strategis.

5. Saran

Rute perjalanan pada penelitian ini adalah Kupang – Sabu, pada penelitian selanjutnya dapat diganti dengan rute pelayanan lain seperti Kupang – Alor.

Daftar Pustaka

- A. Ceder and M. Sarvi, “*Design and evaluation of passenger ferry routes*,” *Journal of Public Transportation*, vol. 10, no. 1, pp. 59–79, 2007
- Adisasmita, S.A. 2011. *Perencanaan Pembangunan Transportasi*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- An, K. dan Lo, H.K. 2013. *Ferry Service Network Design with Stochastic Demand under User Equilibrium Flows*. *Transportation Research Part B*, 66: 70-89.
- Anon, “*Energy Audit of Sealink Travel Group*,” *EnergyNZ*, Tech.Rep., January 2008
- Beyzatlar, M.A., Karacal, M., dan Yetkiner, H. 2014. *Granger-Causality between Transportation*

and GDP: A Panel Data Approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 63: 43-55.

- Bogicevic, V.; Yang, W.; Bilgihan, A.; Bujisic, M. *Airport service quality drivers of passenger satisfaction*. *Tour. Rev.* 2013, 68, 3–18.
- Chen, J.H.; Wan, Z.; Zhang, F.W.; Park, N.K.; He, X.H.; Yin, W.Y. *Operational efficiency evaluation of iron ore logistics at the ports of Bohai Bay in China: Based on the PCA-DEA model*. *Math. Probl. Eng.* 2016, 1–13.
- Coyle, J.J., Bardi, E.J., dan Cavinato, J.L. 1990. *Transportation, Third Edition*. Cincinnati, OH: West Publishing Company.
- Fernandes, E. dan Pacheco, R.R. 2010. *The Causal Relationship between GDP and Domestic Air Passenger Traffic in Brazil*. *Transportation Planning and Technology*, 33 (7): 569-581.
- H.-A. Lu, “Modelling ship’s routing bounded by the cycle time for marine liner,” *Journal of Marine Science and Technology*, vol. 10, no. 1, pp. 61–67, 2002. [4] Anon, “Energy Audit of Sealink Travel Group,” EnergyNZ, Tech.Rep., January 2008
- Kumalawati, A. 2016. *Pola Pergerakan Penumpang Ferry di Wilayah Kepulauan*. *Jurnal Transportasi* Vol. 18 No. 1 April 2018: 1-10
- Lee, N.Y.; Pak, J.Y.; Yeo, G.T. *A study on measuring the efficiency of Korea-China car ferry routes by using data envelopment analysis*. *J. Navig. Port Res.* 2013, 37, 187–193.
- Lee, M.K. dan Yoo, S.H. 2016. *The Role of Transportation Sector in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis*. *Transportation Research Part A*, (93): 13-22. *Jurnal Transportasi* Vol. 18 No. 1 April 2018: 1-10
- Liang, D. 2012. *Analysis for the Port Ferry Operation and Control Alternatives by Using Traffic Micro Simulation Modeling*. 8th Procedia-Social and Behavioral Sciences 43 (2012) 805-812, International Conference on Traffic and Transportation Studies Changsha, China, August, 1-3.
- Oktaviana, M.G., Sulistio H., dan Wicaksono A. 2011. *Strategi Pengembangan Transportasi Antarwilayah di Provinsi Papua Barat*. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5 (3): 180-190.
- Pradhan, R.P. dan Bagchi, T.P. 2013. *Effect of Transportation Infrastructure on Economic Growth in India: The VECM Approach*. *Research in Transportation Economics*, 38 (1): 139-148.
- Ralahalu, K.A., Jinca Y., Siahaan D., dan Sihalo A. 2013. *Pembangunan Transportasi Kepulauan di Indonesia*. Surabaya: Penerbit Brilian Internasional.
- Sugiyono. 2016. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta
- Yin, X.F. *A fuzzy C- Means based hybrid evolutionary approach to the clustering of supply chain*. *J. Comput. Ind. Eng.* 2013, 66, 768–780.
- Zhou, J., Yang, L., dan Xu, Y. 2007. *The Economic Performance of Transportation Infrastructure: An Empirical Study on the Recent Development of China*. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 6 (1): 193-197.

Analisis Karakteristik Lalu Lintas Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan pada Jalan Komodo, Ruteng, Kabupaten Manggarai

Analysis of Traffic Characteristics on the Level of Service on Komodo Street, Ruteng, Manggarai Regency

Dolly W. Karels¹, Ruslan Ramang², Mariani I. N. Tatus^{3*)}

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Arus Lalu Lintas, Kapasitas, Tingkat Pelayanan Jalan, Jalan Komodo

Keywords:

Traffic Flow, Capacity, Level of Service, Komodo Street

Article history:

Received: 2-09-2023

Accepted: 20-09-2023

*)Koresponden email:

marianitatus330@gmail.com

dollykarels@gmail.com

ruslan.ramang@gmail.com

Abstrak

Jalan Komodo merupakan jaringan jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Manggarai dan Kabupaten Manggarai Barat. Adanya pejalan kaki yang menyeberang dan aktivitas kendaraan yang keluar masuk jalan berpengaruh terhadap tingkat pelayanan jalan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besar arus lalu lintas, kapasitas, dan tingkat pelayanan jalan. Metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif dengan berpedoman pada PKJI 2014. Hasil analisis nilai arus lalu lintas maksimum pada Titik 1 sebesar 1.103 skr/jam dan minimum sebesar 519 skr/jam. Nilai arus lalu lintas maksimum pada Titik 2 sebesar 1.085 skr/jam dan minimum sebesar 568 skr/jam. Nilai arus lalu lintas maksimum pada Titik 3 sebesar 1.077 skr/jam dan minimum sebesar 558 skr/jam. Nilai arus lalu lintas maksimum pada Titik 4 sebesar 1.068 skr/jam dan minimum sebesar 612 skr/jam. Nilai kapasitas jalan maksimum untuk Titik 1 sebesar 2.105 skr/jam dan minimum sebesar 2.061 skr/jam. Nilai kapasitas jalan maksimum untuk Titik 2 sebesar 2.105 skr/jam dan minimum sebesar 1.953 skr/jam. Nilai kapasitas untuk Titik 3 dan Titik 4 sebesar 2.105 skr/jam. Nilai tingkat pelayanan jalan untuk semua titik bervariasi pada setiap waktu yaitu B dan C.

Abstract

Komodo Street is a national road network that connects the regencies of Manggarai and West Manggarai. Along the Komodo Street there are several shopping centers, restaurants and houses of residents who do not have adequate parking space. The existence of pedestrians crossing and the activity of vehicles going in and out of the road affect the level of service. The purpose of this study is to determine the quantity of traffic flow, capacity, and level of service on Komodo Street. The method used in this study is the quantitative analysis based on the PKJI 2014. The analysis of the value of the maximum traffic flow at Point 1 yielded a maximum of 1.103 light vehicle units/hour and a minimum of 519 light vehicle units/hour. At Point 2, the maximum traffic flow value is 1.085 light vehicle units/hour, while the minimum value is 568 light vehicle units/hour. At Point 3, the maximum traffic flow value is 1.077 light vehicle units/hour and the minimum is 558 light vehicle units/hour. At Point 4, the maximum traffic flow value is 1.068 light vehicle units/hour and the minimum is 612 light vehicle units/hour. The maximum capacity value for Point 1 is 2.105 light vehicle units/hour, while the minimum capacity value is 2.061 light vehicle units/hour. The maximum capacity value for Point 2 is 2.105 light vehicle units/hour, and the minimum capacity value is 1.953 light vehicle units/hour. The capacity value for Points 3 and 4 is 2.105 light vehicle units/hour. The level of service values for all points vary at any time, namely B and C.

1. Pendahuluan

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang menghubungkan suatu wilayah dengan wilayah lainnya serta berperan penting dalam mendukung laju perekonomian dan perkembangan serta kemajuan suatu wilayah. Oleh karena itu, ruas jalan harus memiliki tingkat pelayanan yang baik agar dapat memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan.

Kota Ruteng merupakan ibukota Kabupaten Manggarai, Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan jumlah penduduk Kabupaten Manggarai pada tahun 2021 sebesar 315.041 jiwa (BPS, 2022). Kota Ruteng merupakan pusat aktivitas berbagai kegiatan seperti kegiatan pemerintahan, pendidikan, dan kegiatan perekonomian. Perkembangan yang terjadi di Kota Ruteng harus diimbangi dengan prasarana transportasi darat yang mendukung, khususnya pada ruas Jalan Komodo.

Jalan Komodo merupakan jaringan jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Manggarai dan Kabupaten Manggarai Barat. Di sepanjang ruas Jalan Komodo terdapat beberapa pusat perbelanjaan, rumah makan serta rumah-rumah penduduk yang tidak memiliki lahan parkir yang memadai sehingga banyak kendaraan yang parkir di bahu jalan, bahkan di badan jalan. Adanya pejalan kaki yang menyeberang jalan dan aktivitas kendaraan yang keluar masuk jalan berpengaruh terhadap kelancaran arus lalu lintas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar arus lalu lintas, kapasitas, dan tingkat pelayanan jalan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini berlokasi di ruas Jalan Komodo, Ruteng, Kabupaten Manggarai, Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan panjang jalan 2 km pada empat titik survei. Waktu survei dilakukan selama 14 hari pada pukul 06.00-10.00, 12.00-14.00, dan 16.00-18.00. Populasi dalam penelitian ini yaitu volume kendaraan, hambatan samping, dan kecepatan kendaraan yang melintas sepanjang Jalan Komodo sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah volume kendaraan, hambatan samping, dan kecepatan kendaraan yang melintas pada empat titik survei pada Jalan Komodo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif dengan berpedoman pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014.

2.1. Arus lalu lintas

Menurut PKJI (2014), arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan skr/jam. Semua nilai arus lalu lintas diubah menjadi satuan kendaraan ringan (skr) dengan menggunakan ekivalensi kendaraan ringan (ekr). Nilai ekivalensi kendaraan ringan untuk sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat ditetapkan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Ekivalen kendaraan ringan untuk tipe jalan 2/2TT

Tipe jalan	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	Ekivalensi kendaraan ringan (ekr)			
		Kendaraan Ringan (KR)	Kendaraan Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)	
				Lebar jalur lalu lintas, Ljalur	
				≤ 6 m	> 6 m
2/2TT	< 1.800	1	1,3	0,5	0,4
	≥ 1.800	1	1,2	0,35	0,25

Sumber: MKJI, 1997 dan PKJI, 2014

Untuk menghitung arus kendaraan bermotor menurut PKJI (2014) digunakan Persamaan 1. berikut:

$$Q = (ekr_{SM} \times SM + ekr_{KR} \times KR + ekr_{KB} \times KB) \tag{1}$$

Keterangan:

- Q : jumlah arus kendaraan (skr/jam)
- ekr_{SM} : nilai ekivalensi kendaraan ringan untuk sepeda motor
- ekr_{KR} : nilai ekivalensi kendaraan ringan untuk kendaraan ringan
- ekr_{KB} : nilai ekivalensi kendaraan ringan untuk kendaraan berat
- SM : notasi untuk sepeda motor
- KR : notasi untuk kendaraan ringan

KB : notasi untuk kendaraan berat

2.2. Kecepatan

Kecepatan didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak per satuan waktu (Sarjono, 2015). Untuk menghitung nilai kecepatan digunakan Persamaan 2. berikut:

$$V_T = L/TT \tag{2}$$

Keterangan:

V_T : Kecepatan tempuh rata-rata kendaraan ringan (km/jam, m/dt)

L : Panjang penggal jalan (m)

TT : Waktu tempuh rerata sepanjang segmen jalan (detik)

2.3 Kepadatan

Menurut Morlok (1995) kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas jalan pada suatu waktu tertentu. Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang ruas jalan tertentu pada suatu waktu tertentu (Hendarto et al., 2001). Untuk menghitung nilai kepadatan digunakan persamaan berikut:

$$D = Q/ V_T \tag{3}$$

Keterangan:

D : Kepadatan lalu lintas (skr/km)

Q : Arus lalu lintas (skr/jam)

V_T : Kecepatan tempuh rata-rata kendaraan ringan (km/jam)

2.4 Hambatan samping

Menurut PKJI (2014), hambatan samping merupakan kegiatan di samping segmen jalan yang berpengaruh terhadap kinerja lalu lintas. Hambatan samping yang berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja jalan yaitu pejalan kaki, kendaraan yang berhenti, kendaraan keluar/masuk lahan samping jalan, dan kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor).

Faktor bobot kejadian hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Pembobotan hambatan samping

No.	Jenis hambatan samping utama	Bobot
1.	Pejalan kaki di badan jalan dan yang menyeberang	0,5
2.	Kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti	1
3.	Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0,7
4.	Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0,4

Sumber: PKJI, 2014

Kriteria kelas hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Kriteria kelas hambatan samping

Kelas hambatan samping	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat Rendah, ST	< 100	Daerah permukiman, tersedia jalan lingkungan
Rendah, R	100-299	Daerah permukiman, ada beberapa angkutan umum
Sedang, S	300-499	Daerah industri, ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan
Tinggi, T	500-899	Daerah komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi
Sangat Tinggi, ST	< 900	Daerah komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan

Sumber: PKJI, 2014

2.5 Kecepatan Arus Bebas

Menurut PKJI (2014), kecepatan arus bebas adalah kecepatan suatu kendaraan yang tidak terpengaruh oleh kehadiran kendaraan lain. Persamaan untuk kecepatan arus bebas menurut PKJI (2014) dapat dilihat pada Persamaan 4. berikut:

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \quad (4)$$

Keterangan:

- V_B : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)
- V_{BD} : Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)
- V_{BL} : Penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)
- FV_{BHS} : Faktor penyesuaian hambatan samping
- FV_{BUK} : Faktor penyesuaian ukuran kota

2.6 Kapasitas

Menurut Oglesby dan Hicks (1993), kapasitas jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut (dalam satu maupun dua arah) dalam periode waktu tertentu dalam kondisi jalan dan lalu lintas yang umum.

Menurut Menteri Perhubungan RI No. KM 14 Tahun 2006 kapasitas jalan merupakan kemampuan suatu ruas jalan dalam menampung volume lalu lintas ideal per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan per/jam. Kapasitas jalan dipengaruhi oleh kondisi geometrik jalan, kondisi lalu lintas, dan kondisi lingkungan (Triyandani, 2014).

Berdasarkan PKJI 2014, untuk tipe jalan 2/2TT, kapasitas ditentukan untuk total arus dua arah. Persamaan umum yang digunakan dalam menentukan kapasitas suatu ruas jalan menurut PKJI (2014) yaitu sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (5)$$

Keterangan:

- C : Kapasitas (skr/jam)
- C_0 : Kapasitas dasar (skr/jam)
- FC_{LJ} : Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas
- FC_{PA} : Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi
- FC_{HS} : Faktor penyesuaian hambatan samping pada bahu jalan/kereb
- FC_{UK} : Faktor penyesuaian ukuran kota

2.7 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio perbandingan arus lalu lintas terhadap kapasitas dan merupakan faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja jalan (Randy et al., 2015). Nilai derajat kejenuhan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Persamaan untuk menghitung derajat kejenuhan menurut PKJI (2014) adalah sebagai berikut:

$$D_j = Q/C \quad (6)$$

Keterangan :

- D_j : Derajat kejenuhan
- Q : Arus lalu lintas (skr/jam)
- C : Kapasitas (skr/jam)

2.8 Tingkat Pelayanan Jalan

Menurut Menteri Perhubungan RI No. KM 14 Tahun 2015), tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tingkat pelayanan jalan adalah ukuran kualitatif dan kuantitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Arus Lalu Lintas

Tabel 5. Arus lalu lintas pada Titik 1

Arus lalu lintas (skr/jam)							
Waktu	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
06.00-07.00	653	519	696	623	619	629	606
07.00-08.00	866	672	873	860	1.039	838	923
08.00-09.00	917	836	1.049	1.027	1.041	1.061	984
09.00-10.00	949	966	1.040	1.019	1.019	1.017	972
12.00-13.00	967	1.027	977	991	1.044	1.093	929
13.00-14.00	951	986	1.069	977	1.017	1.006	935
16.00-17.00	1.103	914	937	903	1.001	992	1.015
17.00-18.00	962	1.006	912	912	950	944	1.089
Maksimum	1.103	1.027	1.069	1.027	1.044	1.093	1.089
Minimum	653	519	696	623	619	629	606

Berdasarkan Tabel 5. dapat diketahui bahwa arus lalu lintas maksimum terjadi pada hari Sabtu pukul 16.00-17.00 yaitu sebesar 1.103 skr/jam dan arus lalu lintas minimum terjadi pada hari Minggu pukul 06.00-07.00 yaitu sebesar 519 skr/jam.

Tabel 6. Arus lalu lintas pada Titik 2

Arus lalu lintas (skr/jam)							
Waktu	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
06.00-07.00	643	568	793	695	675	700	698
07.00-08.00	902	674	898	908	880	872	866
08.00-09.00	924	840	992	994	890	903	953
09.00-10.00	949	992	957	1.077	975	1.059	1.024
12.00-13.00	953	1.054	1.042	958	940	932	988
13.00-14.00	1.017	1.047	1.070	1053	899	1.053	1.014
16.00-17.00	1.085	937	929	980	952	989	965
17.00-18.00	977	1.046	983	981	959	942	953
Maksimum	1.085	1.054	1.070	1.077	975	1.059	1.024
Minimum	643	568	793	695	675	700	698

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa arus lalu lintas maksimum terjadi pada hari Sabtu pukul 16.00-17.00 yaitu sebesar 1.085 skr/jam dan arus lalu lintas minimum terjadi pada hari Minggu pukul 06.00-07.00 yaitu sebesar 568 skr/jam.

Tabel 7. Arus lalu lintas pada Titik 3

Arus lalu lintas (skr/jam)							
Waktu	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
06.00-07.00	657	558	747	666	659	632	653
07.00-08.00	911	670	891	876	843	843	835
08.00-09.00	951	860	886	1.061	952	1.077	994
09.00-10.00	946	1.023	1.064	1.015	1.047	996	975
12.00-13.00	978	984	965	1.008	899	1.072	939
13.00-14.00	981	991	1.053	1.014	1.063	985	959
16.00-17.00	1.076	925	958	956	920	902	1.015
17.00-18.00	1.001	974	950	946	926	899	1.014
Maksimum	1.076	1.023	1.064	1.061	1.063	1.077	1.015
Minimum	657	558	747	666	659	632	653

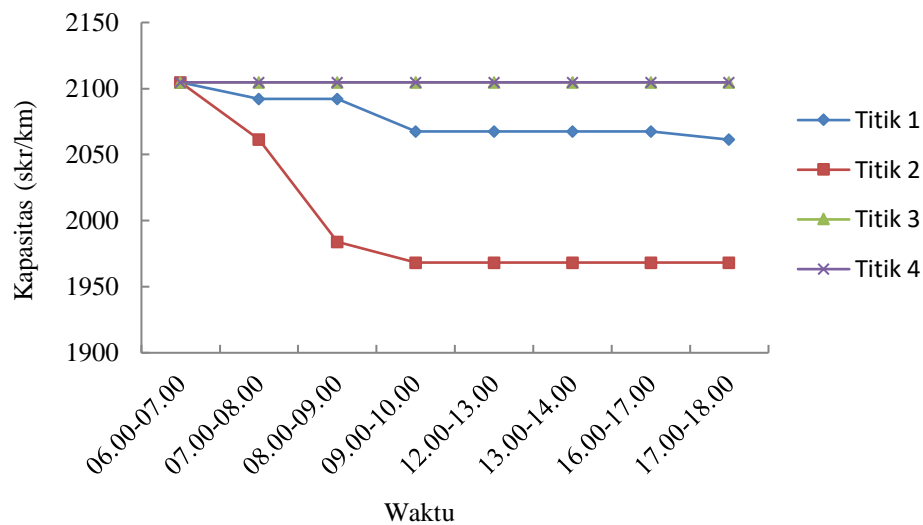
Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa arus lalu lintas maksimum terjadi pada hari Kamis pukul 08.00-09.00 yaitu sebesar 1.077 skr/jam dan arus lalu lintas minimum terjadi pada hari Minggu pukul 06.00-07.00 yaitu sebesar 558 skr/jam.

Tabel 8. Arus lalu lintas pada Titik 4

Arus lalu lintas (skr/jam)							
Waktu	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
06.00-07.00	689	612	760	649	643	652	624
07.00-08.00	928	781	888	878	845	847	829
08.00-09.00	961	908	894	1.044	1.045	975	998
09.00-10.00	974	951	1.068	1.003	1.037	993	955
12.00-13.00	953	941	944	978	982	1.060	923
13.00-14.00	989	1.047	1.063	993	1.053	983	953
16.00-17.00	1.059	986	961	960	1.008	888	1.014
17.00-18.00	1.050	974	962	1.017	920	1.007	1.000
Maksimum	1.059	1.047	1.068	1.044	1.053	1.060	1.014
Minimum	689	612	760	649	643	652	624

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa arus lalu lintas maksimum terjadi pada hari Senin pukul 09.00-10.00 yaitu sebesar 1.068 skr/jam dan arus lalu lintas minimum terjadi pada hari Minggu pukul 06.00-07.00 yaitu sebesar 612 skr/jam.

3.2 Kapasitas



Gambar 1. Grafik kapasitas jalan pada lokasi penelitian Titik 1, Titik 2, Titik 3, dan Titik 4

Berdasarkan Gambar 1. dapat diketahui bahwa nilai kapasitas pada lokasi penelitian Titik 1 menurun seiring waktu dimana rata-rata nilai kapasitas pada pukul 06.00-09.00 adalah 2.105 skr/jam dan rata-rata nilai kapsitas pada pukul 09.00-10.00, pukul 12.00-14.00, dan pukul 16.00-18.00 adalah 2.061 skr/jam. Pada lokasi penelitian Titik 2 nilai kapasitas juga menurun seiring waktu dimana nilai kapasitas pada pukul 06.00-07.00 adalah 2.105 skr/jam, rata-rata nilai kapsitas pada pukul 07.00-09.00 adalah 2.061 skr/jam dan rata-rata nilai kapasitas pada pukul 09.00-10.00, pukul 12.00-14.00, dan pukul 16.00-18.00 adalah 1.953 skr/jam. Pada lokasi penelitian Titik 3 dan Titik 4 nilai kapasitas pada setiap waktu sama yaitu sebesar 2.105 skr/jam.

Nilai kapasitas yang bervariasi ini disebabkan karena dalam penentuan nilai kapasitas suatu ruas jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas, faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, faktor penyesuaian hambatan samping pada bahu jalan/kereb, faktor penyesuaian ukuran kota, dan nilai kapasitas dasar. Pada lokasi yang sama dan pada waktu yang sama nilai faktor-faktor penyesuaian ini sama, yang berbeda hanyalah nilai faktor penyesuaian hambatan samping, yang ditentukan berdasarkan kriteria kelas hambatan samping, dimana kriteria kelas hambatan samping berbeda-beda pada setiap waktu, yang ditentukan berdasarkan besarnya kejadian hambatan samping per jam.

3.2 Tingkat Pelayanan Jalan

Tabel 9. Tingkat pelayanan jalan pada Titik 1

Waktu	Tingkat pelayanan jalan													
	Sabtu		Minggu		Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jumat	
	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los
06.00-07.00	0,31	B	0,25	B	0,33	B	0,30	B	0,29	B	0,30	B	0,29	B
07.00-08.00	0,41	B	0,32	B	0,42	B	0,41	B	0,50	C	0,40	B	0,44	B
08.00-09.00	0,44	B	0,40	B	0,51	C	0,49	C	0,49	C	0,51	C	0,47	C
09.00-10.00	0,46	C	0,46	C	0,50	C	0,49	C	0,49	C	0,49	C	0,47	C
12.00-13.00	0,47	C	0,49	C	0,47	C	0,48	C	0,51	C	0,53	C	0,45	C
13.00-14.00	0,46	C	0,47	C	0,52	C	0,47	C	0,49	C	0,49	C	0,45	C
16.00-17.00	0,54	C	0,43	B	0,45	C	0,44	B	0,49	C	0,48	C	0,49	C
17.00-18.00	0,47	C	0,49	C	0,44	B	0,44	B	0,46	C	0,46	C	0,53	C

Keterangan:

- D_j : Derajat kejenuhan
- LoS (*Level of Service*) : Tingkat pelayanan jalan

Tingkat pelayanan jalan pada lokasi penelitian Titik 1 pada pukul 06.00-08.00 pada hari Sabtu sampai hari Jumat adalah B, dimana pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan mulai melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja dan sekolah namun aktivitas hambatan samping masih rendah karena pada waktu ini beberapa tempat perbelanjaan yang berada sepanjang ruas jalan pada lokasi penelitian ini belum mulai beroperasi. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai B menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Sedangkan rata-rata tingkat pelayanan jalan pada pukul 08.00-10.00, pukul 12.00-14.00, dan pukul 16.00-18.00 menurun yaitu C akibat dari meningkatnya arus lalu lintas dan meningkatnya aktivitas hambatan samping karena pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja serta pada waktu ini rumah makan serta kios-kios yang berada sepanjang ruas jalan pada lokasi penelitian ini sudah beroperasi. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai C menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.

Tabel 10. Tingkat pelayanan jalan pada Titik 2

Waktu	Tingkat pelayanan jalan													
	Sabtu		Minggu		Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jumat	
	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los
06.00-07.00	0,31	B	0,27	B	0,38	B	0,33	B	0,32	B	0,33	B	0,33	B
07.00-08.00	0,44	B	0,33	B	0,44	B	0,44	B	0,43	B	0,42	B	0,42	B
08.00-09.00	0,47	C	0,41	B	0,51	C	0,51	C	0,46	C	0,46	C	0,46	C
09.00-10.00	0,49	C	0,48	C	0,49	C	0,55	C	0,50	C	0,54	C	0,52	C
12.00-13.00	0,49	C	0,51	C	0,53	C	0,49	C	0,48	C	0,48	C	0,51	C
13.00-14.00	0,52	C	0,51	C	0,55	C	0,54	C	0,46	C	0,54	C	0,52	C
16.00-17.00	0,56	C	0,45	C	0,48	C	0,50	C	0,49	C	0,51	C	0,49	C
17.00-18.00	0,50	C	0,51	C	0,50	C	0,50	C	0,49	C	0,48	C	0,49	C

Keterangan:

D_j : Derajat kejenuhan
LoS (*Level of Service*) : Tingkat pelayanan jalan

Tingkat pelayanan jalan pada lokasi penelitian Titik 2 pada pukul 06.00-08.00 pada hari Sabtu sampai hari Jumat adalah B, dimana pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan mulai melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja dan sekolah namun aktivitas hambatan samping masih rendah karena pada waktu ini beberapa tempat komersial yang berada sepanjang ruas jalan pada lokasi penelitian ini belum mulai beroperasi. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai B menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Sedangkan tingkat pelayanan jalan pada pukul 08.00-10.00, pukul 12.00-14.00, dan pukul 16.00-18.00 menurun yaitu C akibat dari meningkatnya arus lalu lintas dan meningkatnya aktivitas hambatan samping karena pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja serta pada waktu ini tempat-tempat komersial yang berada sepanjang ruas jalan pada lokasi penelitian ini sudah beroperasi. Nilai tingkat pelayanan jalan dengan nilai C menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.

Tabel 11. Tingkat pelayanan jalan pada Titik 3

Waktu	Tingkat pelayanan jalan													
	Sabtu		Minggu		Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jumat	
	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los
06.00-07.00	0,31	B	0,27	B	0,35	B	0,32	B	0,31	B	0,30	B	0,31	B
07.00-08.00	0,43	B	0,32	B	0,42	B	0,42	B	0,40	B	0,40	B	0,40	B
08.00-09.00	0,45	C	0,41	B	0,42	B	0,50	C	0,45	C	0,51	C	0,47	C
09.00-10.00	0,45	C	0,49	C	0,51	C	0,48	C	0,50	C	0,47	C	0,46	C
12.00-13.00	0,46	C	0,47	C	0,46	C	0,48	C	0,43	B	0,51	C	0,45	C
13.00-14.00	0,47	C	0,47	C	0,50	C	0,48	C	0,51	C	0,47	C	0,46	C
16.00-17.00	0,51	C	0,44	C	0,45	C	0,45	C	0,44	B	0,43	B	0,48	C
17.00-18.00	0,48	C	0,46	C	0,45	C	0,45	C	0,44	B	0,43	B	0,48	C

Keterangan:

D_j : Derajat kejenuhan
LoS (*Level of Service*) : Tingkat pelayanan jalan

Tingkat pelayanan jalan pada lokasi penelitian Titik 3 pada pukul 06.00-08.00 pada hari Sabtu sampai hari Jumat adalah B, dimana pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan mulai melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja dan sekolah. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai B menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Sedangkan rata-rata tingkat pelayanan jalan pada pukul 08.00-10.00, pukul 12.00-14.00, dan pukul 16.00-18.00 menurun yaitu C akibat dari meningkatnya arus lalu lintas karena pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja serta pada waktu ini merupakan waktu perjalanan aktivitas bisnis. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai C menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.

Tabel 12. Tingkat pelayanan jalan pada Titik 4

Waktu	Tingkat pelayanan jalan													
	Sabtu		Minggu		Senin		Selasa		Rabu		Kamis		Jumat	
	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los	Dj	Los
06.00-07.00	0,33	B	0,29	B	0,36	B	0,31	B	0,31	B	0,31	B	0,30	B
07.00-08.00	0,44	B	0,37	B	0,42	B	0,42	B	0,40	B	0,40	B	0,39	B
08.00-09.00	0,46	C	0,43	B	0,42	B	0,50	C	0,50	C	0,46	C	0,47	C
09.00-10.00	0,46	C	0,45	C	0,51	C	0,48	C	0,49	C	0,47	C	0,45	C
12.00-13.00	0,45	C	0,45	C	0,45	C	0,46	C	0,47	C	0,50	C	0,44	B
13.00-14.00	0,47	C	0,50	C	0,51	C	0,47	C	0,50	C	0,47	C	0,45	C
16.00-17.00	0,50	C	0,47	C	0,46	C	0,46	C	0,48	C	0,42	B	0,48	C
17.00-18.00	0,50	C	0,46	C	0,46	C	0,48	C	0,44	B	0,48	C	0,48	C

Keterangan:

D_j : Derajat kejenuhan
LoS (*Level of Service*) : Tingkat pelayanan jalan

Tingkat pelayanan jalan pada lokasi penelitian Titik 4 pada pukul 06.00-08.00 pada hari Sabtu sampai hari Jumat adalah B, dimana pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan mulai melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja dan sekolah. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai B menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Sedangkan rata-rata tingkat pelayanan jalan pada pukul 08.00-10.00, pukul 12.00-14.00, dan pukul 16.00-18.00 menurun yaitu C akibat dari meningkatnya arus lalu lintas karena pada waktu ini sebagian besar orang atau pengguna jalan melakukan aktivitas perjalanan misalnya untuk bekerja serta pada waktu ini merupakan waktu perjalanan aktivitas bisnis. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai C menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.

4. Kesimpulan

Besar arus lalu lintas maksimum pada Jalan Komodo, Ruteng, Kabupaten Manggarai pada lokasi penelitian Titik 1 sebesar 1.103 skr/jam, Titik 2 sebesar 1.085 skr/jam, Titik 3 sebesar 1.077 skr/jam, dan Titik 4 sebesar 1.068 skr/jam sedangkan besar arus lalu lintas minimum pada Titik 1 sebesar 519 skr/jam, Titik 2 sebesar 568 skr/jam, Titik 3 sebesar 558 skr/jam, dan Titik 4 sebesar 612 skr/jam. Nilai kapasitas maksimum pada lokasi penelitian Titik 1 sebesar 2.105 skr/jam dan Titik 2 sebesar 1.953 skr/jam. Pada lokasi penelitian Titik 3 dan Titik 4 nilai kapasitas sama yaitu sebesar 2.105 skr/jam. Tingkat pelayanan jalan pada Jalan Komodo, Ruteng, Kabupaten Manggarai pada lokasi penelitian Titik 1, Titik 2, Titik 3, dan Titik 4 adalah sama dimana pada pukul 06.00-08.00 tingkat pelayanan jalan adalah B. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai B menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Sedangkan rata-rata tingkat pelayanan jalan pada pukul 08.00-10.00, pukul 12.00-14.00, dan pukul 16.00-18.00 yaitu C. Tingkat pelayanan jalan dengan nilai C menunjukkan arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2022). *Kabupaten Manggarai Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Hendarto, Sri., Rasyid, Harun Al., dan R. H. (2001). *Dasar-Dasar Transportasi*. ITB.
- Menteri Perhubungan RI. (2006). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan*.
- Menteri Perhubungan RI. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*.
- Morlok, K. E. (1995). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga.
- Oglesby, C. H. dan Hicks, R. G. (1993). *Teknik Jalan Raya*. Erlangga.
- Sarjono, S. (2015). *Pengaruh Pemasangan Median terhadap Arus Lalu Lintas pada Ruas Jalan Yogyakarta-Magelang*. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Syaputra, Randy., Sebayang, Syukur. dan Herianto, D. (2015). Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Nasional (Studi Kasus jalan Proklamator Raya-Pasar Bandarjaya Plaza). *Rekayasa Sipil Dan Desain*, 3(3).
- Triyandani, Y. dan S. (2014). Pengaruh Keberadaan Apartemen Terhadap Kinerja Jalan Arief Rahman Hakim Surabaya. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(2).

Analisis variasi Jarak Stiffener Pada Balok Baja WF Terhadap Tekuk Lokal Baja Menggunakan Software Abaqus V.20

Analysis Of Variation Of Stiffener Distance On WF Steel Beam To Local Bending Of Steel Using Abaqus V.20

Gerald Pratama O. Ando¹, Partogi H. Simatupang², Elsy E. Hange^{3*)}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Abstrak

Kata kunci:

Balok, *Stiffener*, Tekuk lokal, Interaksi Geser Lentur

Keywords:

Beam, Stiffener, Local Buckling, Shear Bending Interaction

Article history:

Received: 08-08-2023

Accepted: 29-09-2023

*Koresponden email:

geraldpratama026@gmail.com

partogihsimatupang@gmail.com

elsy@staf.undana.ac.id

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi jarak *stiffener* terhadap tekuk lokal baja yang disebabkan oleh gaya aksial atau gaya yang bekerja pada sumbu utama penampang struktur. *Stiffener* diposisikan bervariasi dengan jarak simetris (a) pada profil yang akan dianalisis. *Stiffener* dianalisis secara tiga dimensi menggunakan *software* Abaqus V.20 dengan pemodelan elemen balok baja yang menggunakan WF 350 x 350. Analisis dibagi menjadi 6 pemodelan dengan 1 pemodelan balok tanpa penggunaan *stiffener* dan 5 variasi dengan jarak *stiffener* 800 mm, 900 mm, 1000 mm, 1100 mm dan 1200 mm. Dari analisa struktur yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *Stiffener* memberikan kontribusi pada balok baja dalam menahan beban yang diberikan, *stiffener* juga efektif dalam menahan tekuk lokal pada baja. variasi jarak pengaku (*stiffener*) 1200 mm, karena memiliki nilai interaksi geser lentur dan juga lendutan yang paling kecil dibandingkan dengan variasi jarak pengaku (*stiffener*) 800 mm, 900 mm, 1000 mm dan 1100 mm.

Abstract

This research was conducted to determine the effect of variations in stiffener distance on local steel buckling caused by axial forces or forces acting on the main axis of the structure cross-section. Stiffeners are positioned varying symmetrically (a) on the profile to be analyzed. Stiffener was analyzed in three dimensions using Abaqus V.20 software with steel beam element modeling using WF 350 x 350. The analysis divided into six models with one beam model without stiffeners and 5 variations with stiffener distances of 800 mm, 900 mm, 1000 mm, 1100 mm and 1200 mm. From the structural analysis carried out that the Stiffener makes a contribution to the steel beam in resisting the given load, the Stiffener is also effective in resisting local buckling of the steel. variation in stiffener distance of 1200 mm, because it has the smallest value of bending shear interaction and deflection compared to variations in stiffener distance of 800 mm, 900 mm, 1000 mm and 1200 mm.

1. Pendahuluan

Pesatnya perkembangan dunia teknik sipil pada saat ini, menuntut bangsa Indonesia harus bisa menghadapi segala kemajuan dan tantangan di era globalisasi ini, sehingga memicu pertumbuhan ekonomi dan berdampak pada pesatnya pembangunan bangunan-bangunan baru saat ini. Beberapa material bangunan yang sering digunakan pada masa ini adalah baja. Bahan baja walaupun dari jenis yang paling rendah kekuatannya, tetap mempunyai perbandingan kekuatan per volume lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan-bahan lain yang umumnya dipakai (Tumurang, 2016:405). Pada zaman modern ini Material Baja sebagai bahan konstruksi sudah mulai banyak digunakan dalam perencanaan (*design*) terhadap suatu bangunan. Baja dapat berfungsi sebagai komponen tekan atau lentur. Bentuk penampang baja lebih mudah dibentuk untuk memenuhi setiap keperluan. Disamping itu, Baja memiliki sifat daktilitas, yaitu sifat dari baja yang dapat mengalami deformasi yang besar di bawah pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur atau putus, adanya sifat ini membuat struktur baja mampu mencegah terjadinya proses robohnya bangunan secara tiba-tiba. Namun penampang yang digunakan umumnya lebih langsing karena berbeda dengan balok yang sering memikul lentur. Ukuran penampang balok yang umumnya sangat langsing mengakibatkan adanya potensi terjadinya ketidakstabilan yang berupa deformasi keluar arah bidang pembebanan pada balok. Keberadaan pengaku (*stiffener*) yang cukup disepanjang balok demikian ternyata dapat lebih lanjut mencegah terjadinya tekuk lokal pada *flange* (pelat sayap). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak dari pengaku (*Stiffener*) yang paling efektif dalam menahan beban.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan bantuan dari *software* Abaqus V.20 untuk menganalisis tekuk lokal yang terjadi pada balok baja dengan dimensi 350 x 350 mm yang memikul beban terpusat sebesar 740000 N. Balok baja juga menggunakan perletakan jepit-jepit. Pengaku (*stiffener*) yang digunakan memiliki ketebalan sebesar 12 mm, lebar sebesar 150 mm dan tinggi sebesar 312 mm. Balok yang menggunakan pelat pengaku (*stiffener*) akan divariasikan jarak dari pengaku (*stiffener*) dengan jarak 800 mm, 900 mm, 1000 mm, 1100 mm, 1200 mm. Setelah itu akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan keterpuhan *limit state* pada kedua balok tersebut.

2.1 Teknik pengambilan data

Untuk data pada penelitian ini, data yang digunakan mengacu pada peraturan yang digunakan yang merupakan data awal perencanaan. Terdapat juga data-data yang mendukung penelitian ini yaitu data material, data elemen balok dan data beban yang bekerja.

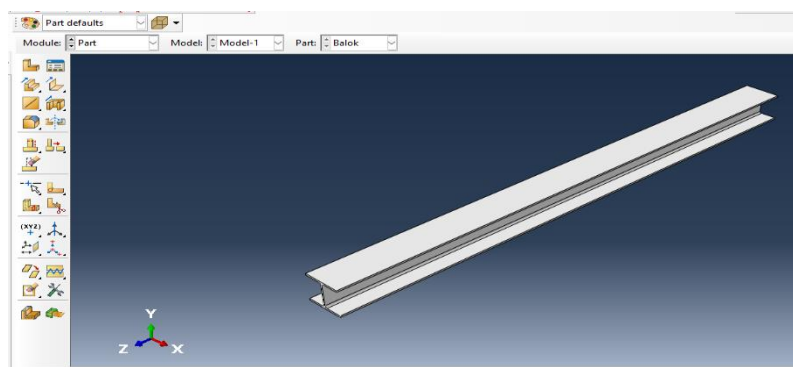
2.2 Tahapan penelitian

i. Tahap persiapan

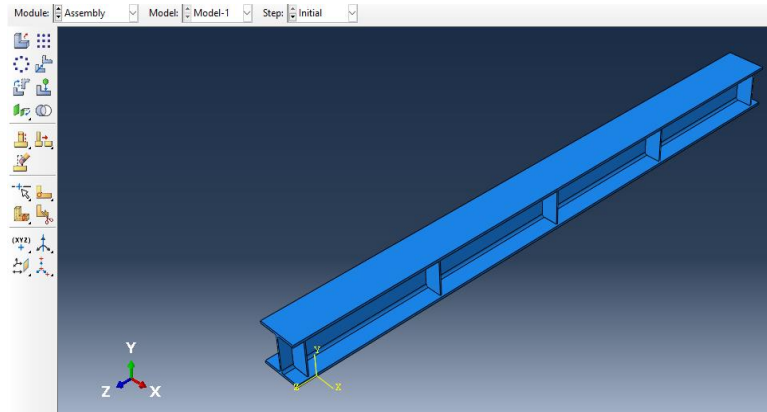
Pada tahap ini akan dilakukan penentuan data-data yang mendukung perancangan variasi seperti model profil yang akan digunakan, jenis material, jenis perletakan dan beban yang bekerja pada balok.

ii. Tahap pemodelan

Pada Tahap ini akan dilakukan pemodelan balok dan juga pelat pengaku (*stiffener*) dengan menggunakan bantuan dari *software* Abaqus v.20



Gambar 1. Pemodelan elemen balok di *Software* Abaqus V.20



Gambar 2. Pemodelan *Stiffener* pada balok di *Software* Abaqus V.20

iii. Tahap analisis

Setelah selesai pemodelan balok dan juga pelat pengaku (*stiffener*) maka tahap terakhir yang dilakukan adalah analisis. Pada tahap ini balok akan dianalisis menggunakan bantuan *Software* Abaqus V.20 untuk mengetahui tekuk lokal yang terjadi pada balok dan juga keterpenuhan *limit state* yang terjadi pada balok.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. *Dimensional balok dan stiffener*

Untuk data dimensional dan sifat dari balok baja dan pelat pengaku (*stiffener*) dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Dimensional dari profil baja

Profil : WF (350x350x12x19)			
Tinggi profil	ht =	350	mm
Lebar profil	bf =	350	mm
Tebal badan	tw =	12	mm
Tebal sayap	tf =	19	mm
Radius sudut	r =	20	mm
Luas penampang	A =	17044	mm ²
	I _x =	395061761	mm ⁴
Momen inersia	I _y =	135815761	mm ⁴
	r _x =	152,25	mm
Jari-jari rotasi	r _y =	89,27	mm
	Z _x =	2257496	mm ³
Modulus tekuk	Z _y =	776090	mm ³
Berat :	w =	1338,61	N/m

Tabel 2. Sifat dari profil baja

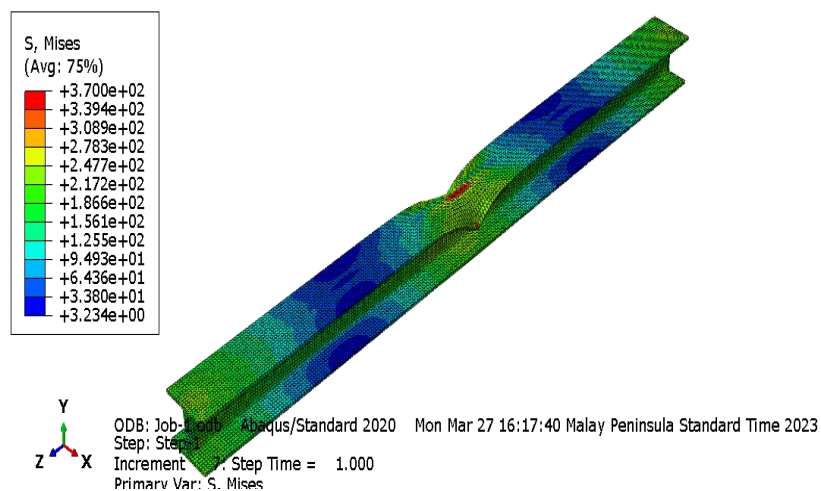
Tegangan leleh baja (f_y)	=	240 MPa
Tegangan tarik batas (f_u)	=	370 MPa
Tegangan sisa (f_r)	=	70 MPa
Modulus geser baja (G)	=	80000 MPa
Modulus elastisitas baja (E)	=	200000 MPa
Angka poisson (ν)	=	0.3
Panjang bentang (L)	=	5 m

Tabel 3. Dimensional dari pengaku (*stiffener*)

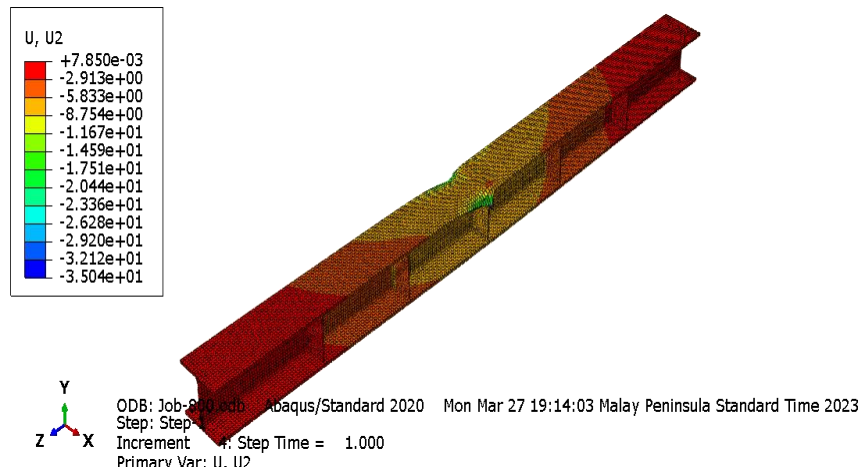
Lebar pengaku (<i>stiffener</i>)	=	150 mm
Tebal pengaku (<i>stiffener</i>)	=	12 mm
Tinggi pengaku (<i>stiffener</i>)	=	312 mm
Radius sudut pengaku (<i>stiffener</i>)	=	20 mm
Luas penampang badan pengaku (<i>stiffener</i>)	=	4200 mm ²
Luas penampang pengaku (<i>stiffener</i>)	=	3744 mm ²

3.2. Keterpenuhan Limit State

Untuk hasil dari keterpenuhan *limit state* dari balok baja yang tidak menggunakan pelat pengaku (*stiffener*) dan balok baja yang menggunakan pelat pengaku (*stiffener*) dengan variasi jarak *stiffener* 800 mm,900 mm,1000 mm,1100 mm,dan 1200 mm bisa dilihat pada Gambar dan Tabel berikut.



Gambar 3. Hasil analisis balok tanpa pengaku pada *Software* Abaqus V.20



Gambar 4. Hasil analisis balok dengan pengaku (*stiffener*) pada *Software* Abaqus V.20

Tabel 4. Perbandingan momen *ultimate* dan gaya geser *ultimate* dari balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok yang dipasang pengaku (*stiffener*)

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Momen <i>ultimate</i> (N.mm)	Gaya geser <i>ultimate</i> (N.mm)
0	0	547600000	410600
5	800	413200000	348000
5	900	407800000	346300
5	1000	402600000	341500
5	1100	402000000	340900
5	1200	401700000	340500

Tabel 5. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap tekuk lokal penampang pada balok tanpa pengaku dan balok dengan pengaku (*stiffener*).

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Momen <i>ultimate</i> (N.mm)	$\frac{Mu}{\phi b \cdot Mn} < 1$	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	547600000	1,0601	Tidak
5	800	413200000	0,7999	Ya
5	900	407800000	0,7895	Ya
5	1000	402600000	0,7794	Ya
5	1100	402000000	0,7782	Ya
5	1200	401700000	0,7777	Ya

Tabel 6. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap tahanan geser penampang pada balok tanpa pengaku dan balok dengan pengaku

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Gaya geser <i>ultimate</i> (N.mm)	$\frac{Vu}{\phi f \cdot Vn} < 1$	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	410600	0,9052	Ya
5	800	348000	0,7672	Ya
5	900	346300	0,7634	Ya
5	1000	341500	0,7529	Ya
5	1100	340900	0,7515	Ya
5	1200	340500	0,7507	Ya

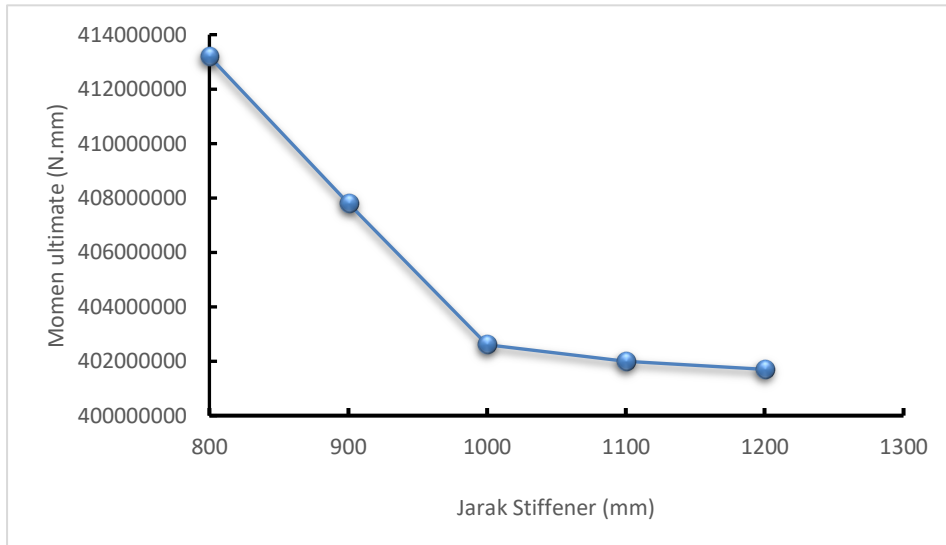
Tabel 7. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap lendutan penampang pada balok tanpa pengaku dan balok dengan pengaku (*stiffener*).

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	Nilai batas lendutan ($\frac{L}{240}$) (mm)	Lendutan (mm)	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	20,83	24,33	Tidak
5	800	20,83	19,35	Ya
5	900	20,83	17,50	Ya
5	1000	20,83	14,67	Ya
5	1100	20,83	12,41	Ya
5	1200	20,83	11,62	Ya

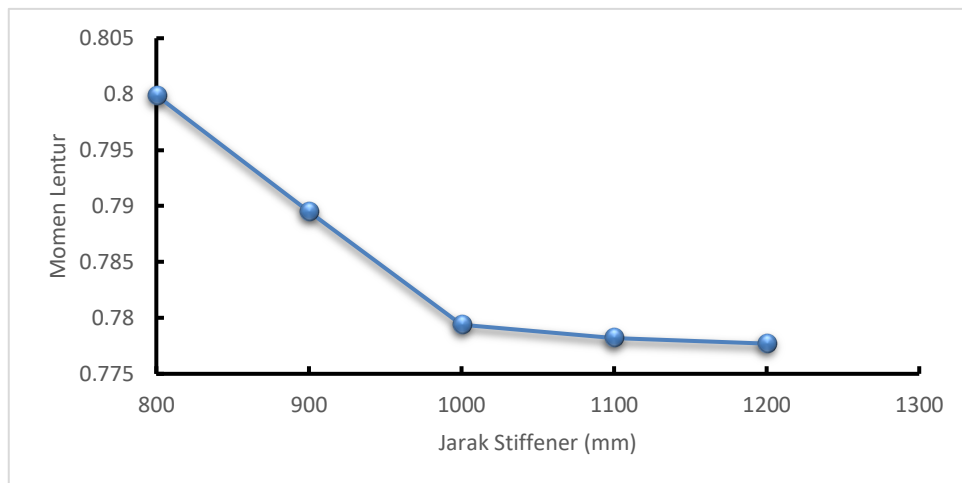
Tabel 8. Perbandingan keterpenuhan *limit state* terhadap interaksi geser lentur penampang pada balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok dengan pengaku (*stiffener*)

Jumlah <i>stiffener</i>	jarak <i>stiffener</i> (mm)	$\frac{Mu}{\phi b \cdot Mn} + 0,625 \frac{Vu}{\phi f \cdot Vn} \leq 1,375$	Keterangan (Memenuhi syarat)
0	0	1,6259	Tidak
5	800	1,2794	Ya
5	900	1,2667	Ya
5	1000	1,2499	Ya
5	1100	1,2479	Ya
5	1200	1,2468	Ya

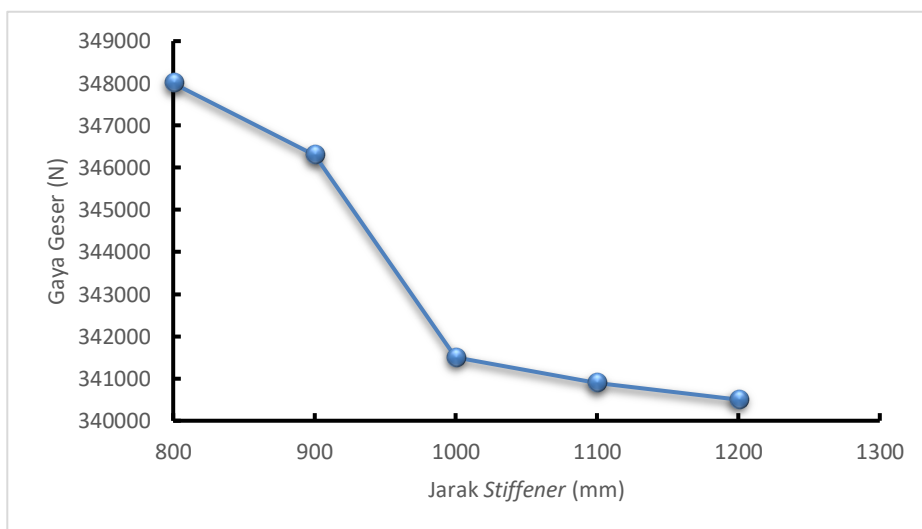
Berdasarkan tabel-tabel keterpenuhan *limit state* diatas maka dapat dilihat grafik hubungan antara jarak dari pengaku (*stiffener*) dengan keterpenuhan *limit state* pada balok yang menggunakan pengaku (*stiffener*) dengan variasi jarak 800 mm,900 mm,1000 mm,1100 mm,dan 1200 mm sebagai berikut.



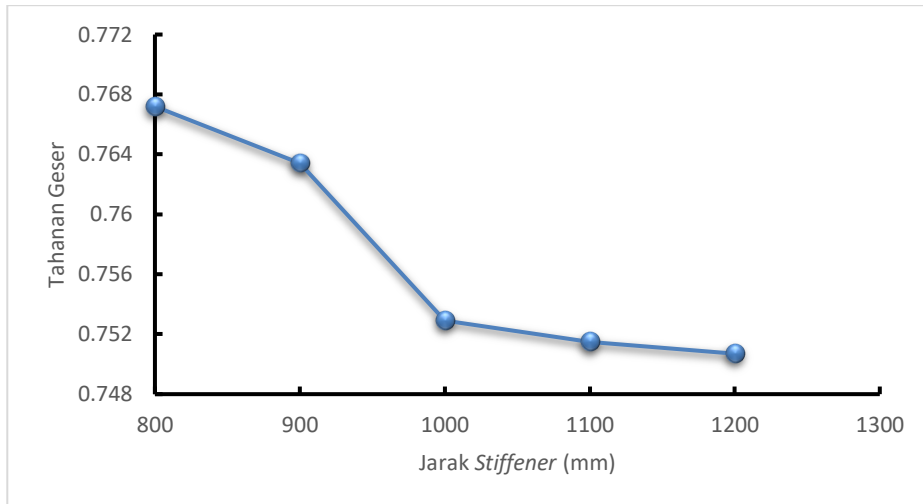
Gambar 5. Nilai momen *ultimate* pada balok dengan pengaku (*Stiffener*)



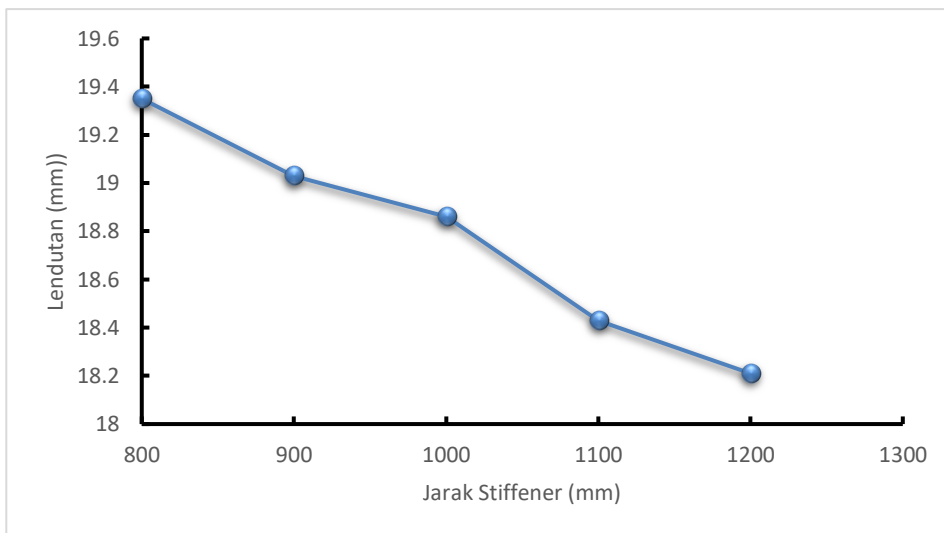
Gambar 6. Nilai momen lentur pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



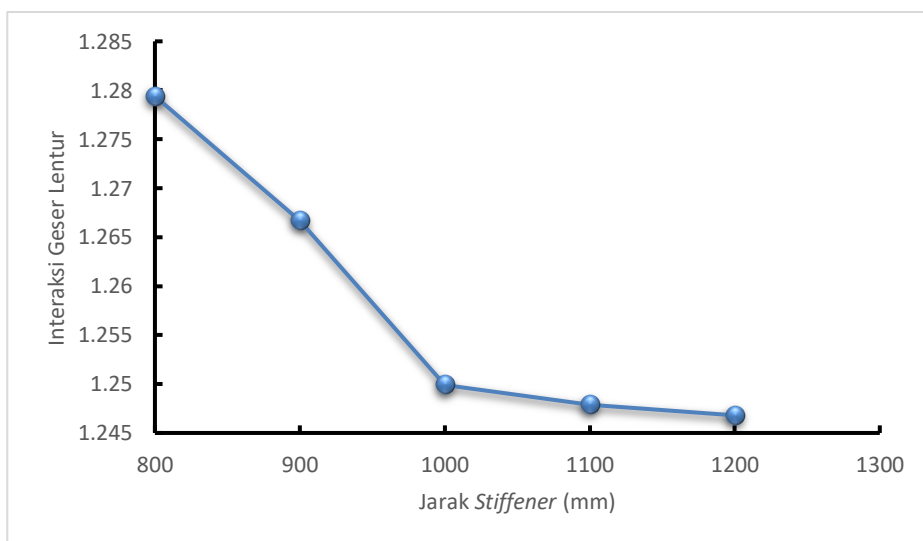
Gambar 7. Nilai Gaya geser *ultimate* pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



Gambar 8. Nilai tahanan geser pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



Gambar 9. Nilai lendutan pada balok dengan pengaku (*stiffener*)



Gambar 10. Nilai interaksi geser lendur pada balok dengan pengaku (*stiffener*)

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa :

- a. Terdapat perbedaan hasil analisis antara balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok dengan pengaku (*stiffener*), dimana hasil analisis pada balok tanpa pengaku (*stiffener*) tidak memenuhi persyaratan *limit state* sedangkan balok yang dipasang pengaku (*stiffener*) memenuhi persyaratan *limit state*. Hal ini membuktikan bahwa *stiffener* memberikan kontribusi pada balok baja dalam menahan beban yang diberikan dan *stiffener* juga efektif dalam menahan tekuk lokal pada baja.
- b. Nilai dari momen *ultimate* dan momen lentur pada balok dengan jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih jauh memiliki nilai momen ultimate dan momen lentur yang lebih kecil dibandingkan dengan balok dengan jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih dekat.
- c. Untuk nilai dari gaya geser *ultimate* dan tahanan geser balok dengan jarak pengaku (*stiffener*) lebih rapat atau lebih dekat dengan daerah lapangan memiliki nilai gaya geser *ultimate* dan tahanan geser yang lebih besar dibandingkan dengan *stiffener* dengan jarak lebih jauh atau lebih dekat ke daerah tumpuan.
- d. Untuk nilai dari interaksi geser lentur dan juga lendutan balok dengan jarak lebih jauh atau lebih dekat dengan daerah tumpuan memiliki nilai interaksi geser lentur dan lendutan yang lebih kecil dibandingkan dengan *stiffener* dengan jarak lebih pendek atau lebih jauh dari daerah tumpuan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil analisis antara balok tanpa pengaku (*stiffener*) dan balok dengan pengaku (*stiffener*), dimana hasil analisis pada balok tanpa pengaku (*stiffener*) tidak memenuhi persyaratan *limit state* sedangkan balok yang dipasang pengaku (*stiffener*) memenuhi persyaratan *limit state*. Hal ini membuktikan bahwa *stiffener* memberikan kontribusi pada balok baja dalam menahan beban yang diberikan dan *stiffener* juga efektif dalam menahan tekuk lokal pada baja. Variasi jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih jauh atau lebih dekat ke daerah tumpuan memiliki nilai keterpenuhan limit state yang lebih kecil dibandingkan variasi jarak pengaku (*stiffener*) yang lebih rapat atau lebih dekat ke arah lapangan. Balok yang paling efektif dan aman digunakan adalah balok dengan variasi jarak pengaku (*stiffener*) 1200 mm, karena memiliki nilai interaksi geser lentur dan juga lendutan yang paling kecil dibandingkan dengan variasi jarak pengaku (*stiffener*) 800 mm, 900 mm, 1000 mm dan 1100 mm.

Daftar Pustaka

- Bowles, Joseph E. 1983. *Disain Baja Konstruksi (Structural Steel Design)*. Jakarta: Erlangga.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Perencanaan Gedung (SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2020)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Oentoeng. 1999. *Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Kristen PETRA Surabaya.
- Salmon, Charles G. dan John E. Johnson, 1983. *Struktur Baja Desain dan Perilaku Edisi 3*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2009. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD Edisi 2*. Jakarta: Erlangga.
- Siregar, Sartika Dina. 2020. *Analisa Pengaku (Stifener) Pada Balok Baja IWF Akibat Torsional Buckling*. Buletin Utama Teknik.XV(2): 121-129
- Spiegel, Leonard dan George F. Limbruner. 1991. *Disain Baja Struktural Terapan*. Bandung: Eresco
- Tampubolon P. Sudarno. 2021. *Buku Materi Pembelajaran Struktur Baja-1*. Jakarta: Universitas Kristen Indonesia
- Tumurang, Olivia Maria. 2016. *Analisis Tata Letak Stiffener Terhadap Tekuk Lokal Baja*. Jurnal Sipil Statik.IV(7): 405-413