

ANALISIS BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN AKIBAT KEMACETAN (STUDI KASUS DI JEMBATAN BAROMBONG, PROVINSI SULAWESI SELATAN)

Redemtus De Ferento Sili Tedemaking (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar,
makingferen6@gmail.com)

Stevy Thioritz (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, stevy_thioritz@lecturer.uajm.ac.id)
Mursalim (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, mursalim@lecturer.uajm.ac.id)

Received: 14 November 2024, Revised: 29 Desember 2024, Accepted: 30 Desember 2024

ABSTRAK

Latar belakang mengapa penelitian ini dilakukan karena sarana jembatan yang tidak berfungsi dengan baik sehingga menyebabkan terjadinya kemacetan saat jam puncak atau periode waktu tertentu. Masalah kemacetan terjadi saat arus kendaraan melebihi kapasitas jalan di jembatan. dampak dari kemacetan ini tentu dapat meningkatkan biaya operasional kendaraan bagi pengguna sarana transportasi. Penelitian ini membahas tentang pengaruh kemacetan terhadap biaya operasional kendaraan (BOK) di Jembatan Barombong yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan biaya operasional kendaraan akibat kemacetan, perbandingan biaya operasional kendaraan saat volume lalu lintas tinggi dan rendah serta perbandingan biaya operasional kendaraan berdasarkan tingkat pelayanannya. Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan survei data volume lalu lintas, kecepatan kendaraan serta geometrik jalan di lokasi pengamatan. Perhitungan pada penelitian ini menggunakan metode yang telah dikembangkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2005 untuk biaya tidak tetap. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa besaran BOK yang dikeluarkan akibat kemacetan total dari jenis kendaraan MP, KS dan TB pada periode pagi sebesar Rp. 43.232,06/km atau Rp.14.781,2/350m dan BOK pada periode sore sebesar Rp.43.593,02/km atau Rp.15.257,6/350m. Berdasarkan besaran volume lalu lintas biaya operasional kendaraan pada periode pagi dan sore mengalami peningkatan yang signifikan saat terjadi kemacetan dibandingkan dengan kondisi normal. Pada periode pagi, BOK meningkat sebesar Rp.3.292,85, sedangkan pada periode sore, BOK meningkat sebesar Rp.3.728,90/km. Jika mengacu pada tingkat pelayanan kenaikan F dan B, BOK di arah utara pada periode pagi diperoleh sebesar Rp.2.143,586/km dan pada periode sore di arah selatan sebesar Rp.2.807,129/km. Hal ini menunjukkan BOK meningkat seiring dengan meningkatnya derajat kejenuhan.

Kata kunci: Kemacetan, Volume Lalu Lintas, Biaya Operasional Kendaraan.

ABSTRACT

Bridge facilities that are not functioning properly cause congestion during peak hours or certain time periods. The problem of congestion occurs when the flow of vehicles exceeds the road capacity on the bridge. The impact of this congestion can certainly increase vehicle operating costs for users of transportation facilities. This study discusses the effect of congestion on vehicle operating costs (VOC) on the Barombong Bridge which aims to determine the increase in vehicle operating costs due to congestion, comparison of vehicle operating costs during high and low traffic volumes and comparison of vehicle operating costs based on the level of service. This research was conducted by conducting a survey of traffic volume data, vehicle speed and road geometrics at the observation location. The calculation in this study uses the method developed by the Department of Public Works in 2005 for non-fixed costs. The results of this study indicate that the amount of VOC incurred due to total congestion of MP, KS and TB vehicle types in the morning period is Rp. 43,232.06/km or Rp.14,781.2/350m and VOC in the afternoon period is Rp.43,593.02/km or Rp.15,257.6/350m. Based on the amount of traffic volume, vehicle operating costs in the morning and afternoon periods experienced a significant increase during congestion compared to normal conditions. In the morning period, VOC increased by Rp.3,292.85, while in the afternoon period, VOC increased by Rp.3,728.90/km. When referring to the level of service increase F and B, the VOC in the northbound direction in the morning period was obtained at Rp.2,143.586/km and in the afternoon period in the southbound direction at Rp.2,807.129/km. This shows that the VOC increases along with the increase in the degree of saturation.

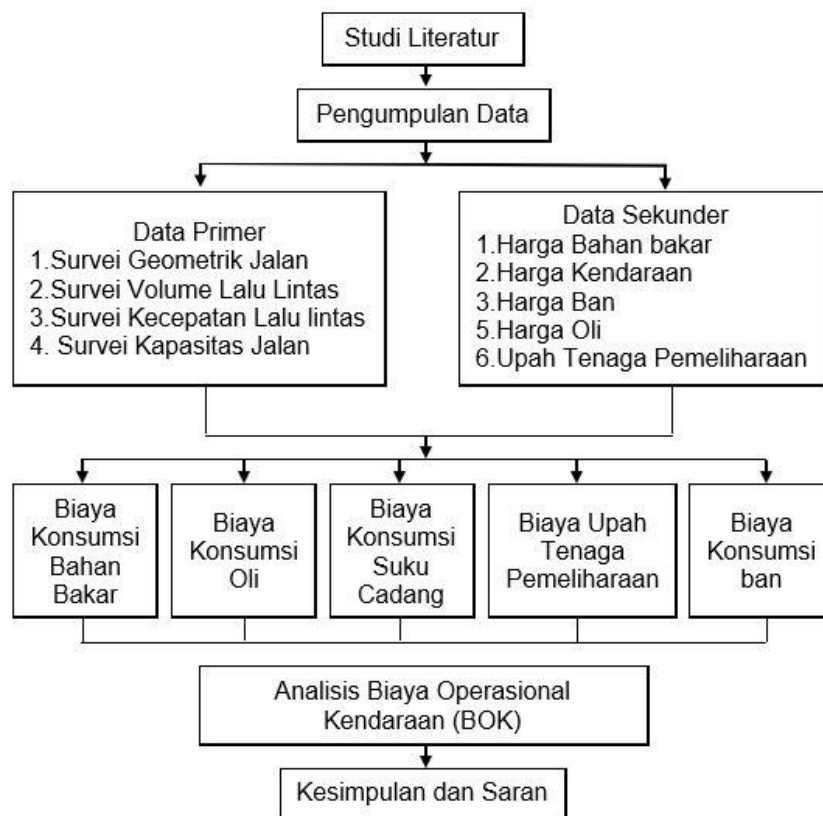
Keywords: Congestion, Traffic Volume, Vehicle Operating Costs.

PENDAHULUAN

Sarana jembatan yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan terjadinya kemacetan lalu lintas. Kemacetan ini terjadi karena kapasitas jembatan yang tidak mampu mengimbangi arus kendaraan. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan volume lalu lintas dan menurunnya kecepatan kendaraan sehingga menyebabkan kenaikan biaya operasional kendaraan. Peningkatan biaya operasional kendaraan terjadi pada waktu tertentu seperti saat periode waktu pagi dan sore. Tentu hal ini mempengaruhi produktivitas ekonomi yang mengakibatkan aktivitas ekonomi terhambat. Menurut MKJI (1997), kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang lewat pada ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas dari rencana jalan tersebut yang mengakibatkan terjadinya antrian. Menurut PKJI (2023), kemacetan merupakan volume arus lalu lintas di suatu ruas jalan mendekati kapasitas atau derajat kejenuhan lebih besar dari 0,85. Kemacetan yang terjadi di Jembatan Barombong dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kapasitas jembatan yang tidak mampu mengimbangi arus kendaraan. Kemacetan terjadi pada periode pagi saat jam berangkat kerja dan pada periode sore saat pulang kerja. Biaya operasional kendaraan diperoleh dengan memperhatikan beberapa komponen seperti biaya konsumsi bahan bakar, biaya konsumsi oli, biaya konsumsi suku cadang, biaya upah tenaga pemeliharaan dan biaya konsumsi ban. Adapun jenis kendaraan yang ditinjau yaitu mobil penumpang, kendaraan sedang, serta truk berat.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari membaca literatur yang ada, merumuskan masalah serta memecahkan masalah yang terjadi di Jembatan Barombong. Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder yang dilakukan selama 14 hari dengan total waktu 2 jam per hari. Setelah data primer dan sekunder telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan analisis biaya operasional kendaraan akibat kemacetan. Kemudian yang terakhir dibuatkan simpulan dan saran sesuai rumusan masalah serta berdasarkan hasil pengamatan, sehingga tujuan dari penelitian ini tercapai.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Detail Objek Pengamatan

Lokasi pengamatan ini tepat berada di jalan masuk jembatan yang mengarah dari Barombong ke Makassar, yang berjarak 100 meter dari total panjang jembatan yang mencapai 350 meter. Berdasarkan hasil studi pendahuluan serta informasi dari media berita, di area Jembatan Barombong sering terjadi kemacetan pada periode waktu tertentu, hal ini memberikan rujukan sehingga diperoleh data biaya operasional kendaraan akibat kemacetan di lokasi ini.



Gambar 2. Titik Pengamatan Pengambilan Data Survei Lalu Lintas

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data geometrik Jalan

Setelah dilaksanakan pengamatan selama 14 hari, diperoleh data geometrik jalan dari hasil survei di lokasi sebagai berikut:

Tabel 1. Data Geometrik Jalan

Keterangan	Situasi
Tipe jalan	2/2-TT
Lebar jalan	3m (barat) dan 3m(timur)
Lebar jalur	6 meter
Panjang jembatan	350 meter
Lebar trotoar	50cm
Jenis perkerasan	<i>Flexible pavement</i>
Status jalan	Jalan perkotaan
Tipe alinyemen	Datar

Sumber: Olah data

2. Data Volume Lalu Lintas

Pengambilan data volume lalu lintas dilaksanakan pada periode pagi dan sore, yang dilakukan setiap 1 jam selama 1 periode waktu. Sehingga total lama pengumpulan data volume lalu lintas dilaksanakan 2 jam per hari dan berlangsung selama 14 hari. Berdasarkan data volume lalu lintas diperoleh, volume lalu lintas tertinggi saat jam puncak pagi di arah utara adalah 2364,10smp/jam dan nilai terendah sebesar 1306,95smp/jam. Volume lalu lintas tertinggi di arah selatan adalah 796,50smp/jam dengan nilai terendah sebesar 405,35smp/jam. Volume lalu lintas tertinggi saat jam puncak sore di arah utara adalah 1290,10smp/jam dan nilai terendah sebesar 775,20smp/jam. Sementara itu, volume lalu lintas tertinggi di arah selatan adalah 2436,25smp/jam, dengan nilai terendah sebesar 1582,95smp/jam.

3. Kapasitas Jalan

Berdasarkan data geometrik jalan yang telah diperoleh serta data pendukung lainnya, maka dilakukan penentuan kapasitas jalan.

Tabel 2. Kapasitas Jalan

Parameter	Situasi	Nilai
Kapasitas dasar (C_0)	Jalan satu arah	1700
Faktor koreksi akibat pemisah arah (FC_{PA})	50%-50%	1

Faktor koreksi akibat perbedaan lebar lajur (FC _{LJ})	Lebar jalur 6 meter	0,87
Faktor koreksi akibat ukuran kota (FC _{UK})	1,42 juta penduduk	1
Faktor koreksi akibat kondisi KHS pada jalan (FC _{HS})	2/2-TT, KHS rendah dan jarak ke trotoar 15cm	0,9
Kapasitas (C)	1700 x 1 x 0,87 x 1 x 0,90	1331,1smp/jam

Sumber: Olah data

4. Derajat Kejenuhan dan Tingkat Pelayanan

Mengacu pada data volume lalu lintas dan kapasitas jalan pada ruas jalan di Jembatan Barombong, dapat dilakukan perhitungan derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan, contoh datanya sebagai berikut:

Tabel 3. Derajat Kejenuhan dan Tingkat Pelayanan Arah Utara Periode Pagi

Hari/Tanggal	Volume (SMP/jam)	Kapasitas (SMP/jam)	Derajat Kejenuhan	Tingkat Pelayanan
Rabu, 17 Juli 2024	1791,9	1331,1	1,3461799	F
Kamis, 18 Juli 2024	1933,15	1331,1	1,4522951	F
Jumat, 19 Juli 2024	1933,15	1331,1	1,4522951	F
Sabtu, 20 Juli 2024	1819	1331,1	1,366539	F
Minggu, 21 Juli 2024	1306,95	1331,1	0,9818571	E
Senin, 22 Juli 2024	1876,75	1331,1	1,4099241	F
Selasa, 23 Juli 2024	1997,9	1331,1	1,5009391	F
Rabu 24 Juli 2024	2364,1	1331,1	1,7760499	F
Kamis, 25 Juli 2024	1782,85	1331,1	1,339381	F
Jumat, 26 Juli 2024	1889,75	1331,1	1,4196905	F
Sabtu, 27 Juli 2024	1718,35	1331,1	1,2909248	F
Minggu, 28 Juli 2024	1352,7	1331,1	1,0162272	F
Senin, 29 Juli 2024	2102,15	1331,1	1,5792578	F
Selasa, 30 Juli 2024	2313,8	1331,1	1,7382616	F

5. Klasifikasi Kendaraan

Klasifikasi kendaraan yang ditinjau terdiri dari mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), dan truk berat (TB). Pengelompokan ini didasarkan sesuai dengan tipe kendaraan yang paling dominan di lokasi penelitian yang sesuai dengan ciri-ciri dan tipikalnya, serta disesuaikan juga dengan jenis kendaraan yang tercantum di pedoman.

Tabel 4. Klasifikasi Kendaraan

Jenis Kendaraan		Karakteristik	Tipe Kendaraan
PKJI	Pedoman		
MP	Sedan	Memiliki 4 tempat duduk, panjang kendaraan 3,8m dan tpikal kendaraanya sedan	Honda Brio Satya E CVT
KS	Truk sedang	Mobil angkutan 2 sumbu dan panjang kendaraan 6,02m	Hino 136 HDX
TB	Truk berat	Mobil angkutan 3 sumbu dan truk gandeng	Hino FM 340 TH

6. Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Setelah memperoleh data volume lalu lintas, kapasitas, dan kecepatan kendaraan, selanjutnya dilakukan analisis BOK akibat kemacetan di Jembatan Barombong. Dalam perhitungan BOK digunakan sampel kendaraan yang paling dominan Untuk jenis kendaraan mobil penumpang atau sedan, digunakan sampel kendaraan tipe Honda Brio Satya E CVT. Untuk jenis kendaraan sedang atau truk sedang, digunakan sampel truk Hino 136 HDX, dan untuk jenis kendaraan truk berat, digunakan sampel kendaraan tipe Hino FM 340 TH.

Tabel 5. Data Harga Komponen BOK

Jenis Kendaraan /Jenis Barang/ Jenis Item	Harga Satuan (Rp)	Sumber
Honda Brio Satya E CVT	211.100.000	Hondamks.co.id
Hino 136 HDX	576.100.000	Kumalagroup.id
Hino FM 340 TH	1.693.700.000	Kumalagroup.id
Pertalite	10.000	mypertamina.id
Solar	6.800	MyPertamina.id
Oli Untuk Honda Brio Satya E CVT	32.500	Honda-indonesia.com
Oli Untuk Hino 136 HDX	65.302	Kumalagroup.id

Oli Untuk Hino FM 340 TH	65.302	Kumalagroup.id
Upah Pemeliharaan	3.308.500	BPS Sulsel
Ban Untuk Honda Brio (<i>Dunlop Enasave EC300 175/65R14</i>)	575.000	Gridoto.com
Ban Untuk Hino 136 HDX (<i>Goodyear HMG2020</i>)	1.834.000.	Banalatberat.id
Ban Untuk Hino FM 340 (<i>Michelin x Multi Z 11R22,5</i>)	4.759.400	Tokoban.co.id

Perhitungan biaya operasional kendaraan yang mencakup analisis biaya konsumsi bahan bakar, biaya konsumsi oli, biaya konsumsi suku cadang, biaya upah tenaga pemeliharaan dan biaya konsumsi ban, namun tidak diuraikan secara lengkap untuk semua jenis kendaraan. Sebagai contoh dari berbagai jenis perhitungan biaya operasional kendaraan, maka digunakan analisis perhitungan jenis kendaraan mobil penumpang (MP) pada hari Rabu, 17 Juli 2024, saat periode pagi dengan arah lalu lintas selatan-utara.

Biaya Konsumsi Bahan Bakar (BiBBM)

$$\begin{aligned}
 KBBMi &= (\alpha + \beta_1/V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times D_{TR} + \\
 &\quad \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times S_A + \beta_9 \times B_K + \beta_{10} \times B_K \times A_R + \beta_{11} \times B_K \times S_A)/1000 \\
 &= (23,78 + 1181,2/13,86 + 0,0037 \times 13,86^2 + 1,265 \times 2,5 + 0,634 \\
 &\quad \times -2,5 + 0 \times -2,5^2 + 0 \times 15 + (-0,638) \times 0,017231 + 36,21 \times 0,7780 \\
 &\quad + 0 \times 1,5 + 0 \times 1,5 \times 0,017231 + 0 \times 1,5 \times 0,778049)/1000 \\
 &= 0,139477 \text{ liter/km}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 BiBBM &= KBBMi \times HBBMi \\
 &= 0,139477 \times 10.000 \\
 &= \text{Rpp.1394,77/km}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Biaya Konsumsi Oli (BOi)

$$\begin{aligned}
 OHKi &= KPOi/JPOi \\
 &= 3,5/2000 \\
 &= 0,00175 \text{ liter/km}
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 KOi &= OHKi + OHOi \times BiBBMi \\
 &= 0,00175 + 2,8 \times 10^{-6} \times 0,139477 \\
 &= 0,001750391 \text{ liter/km}
 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned}
 BOi &= KOi \times HOj \\
 &= 0,001750391 \times 32.500 \\
 &= \text{Rp.56,887/km}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Biaya Konsumsi Suku Cadang (BPi)

$$\begin{aligned}
 Pi &= (\phi \times \gamma_1 \times IRI)(KJT/100000)^{\gamma_2} \\
 &= (-0,69 + 0,42 \times 6) (15,4/100000)^{0,10} \\
 &= 1,3263
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 BPi &= Pi \times HKBi/1000000 \\
 &= 1,3263 \times 211.100.000/1000000 \\
 &= \text{Rpp.279,992/km}
 \end{aligned} \tag{7}$$

Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan (Bui)

$$\begin{aligned}
 JPi &= a_0 \times Pi^{a_0} \\
 &= 77,14 \times 1,3263^{0,547} \\
 &= 90,0271 \text{ jam/1000km}
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
 BUi &= JPi \times UTP/1000 \\
 &= 90,0271 \times 26.257,9365/1000 \\
 &= \text{Rp.2.363,91/km}
 \end{aligned} \tag{9}$$

Biaya Konsumsi Ban (BBi)

$$\begin{aligned}
 KBi &= \chi + \delta_1 \times IRI + \delta_2 \times TTR + \delta_3 \times DTR \\
 &= -0,01471 + 0,01489 \times 6 + 0 \times 5 \times 15 \\
 &= 0,07463
 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 BBi &= KBi \times HBj/1000 \\
 &= 0,07463 \times 575.000/1000 \\
 &= \text{Rp.42,9123/km}
 \end{aligned} \tag{11}$$

Berdasarkan perhitungan nilai variable dari biaya operasional kendaraan, maka BOK akibat kemacetan di Jembatan Barombong periode pagi, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 BOK &= BiBBM + BOi + BPi + Bui + BBi \\
 &= 1.394,47 + 56,887 + 2799,992 + 2.363,92 + 42,9123 \\
 &= \text{Rp.4138,4913/km}
 \end{aligned} \tag{12}$$

Setelah memperoleh BOK per kilometer selama 14 hari penelitian, maka biaya operasional kendaraan akibat kemacetan per panjang jembatan yaitu 350 meter untuk tiap jenis kendaraan yaitu pada mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS) dan truk berat (TB), dapat dilihat pada tabel di bawah yang menguraikan BOK akibat kemacetan berdasarkan jenis kendaraan, arah lalu lintas serta periode waktu.

Tabel 6. BOK Arah Utara Pada Periode Pagi

Hari/Tanggal	Jenis Kendaraan		
	MP (Rp/km)	KS (Rp/km)	TB (Rp/km)
Rabu, 17 Juli 2024	4138,49	6854,13	10982,03
Kamis, 18 Juli 2024	4059,07	6851,77	10691,82
Jumat, 19 Juli 2024	4032,89	6854,61	10820,62
Sabtu, 20 Juli 2024	4185,25	6847,34	11078,98
Minggu, 21 Juli 2024	3781,62	6841,93	10164,09
Senin, 22 Juli 2024	4349,75	6849,88	11364,85
Selasa, 23 Juli 2024	4356,01	6850,23	11161,08
Rabu 24 Juli 2024	4340,54	6845,46	11496,59
Kamis, 25 Juli 2024	4209,24	6846,44	10533,73
Jumat, 26 Juli 2024	4229,85	6852,10	10875,50
Sabtu, 27 Juli 2024	4036,93	6852,06	10567,29
Minggu, 28 Juli 2024	3848,10	6844,90	10102,59
Senin, 29 Juli 2024	4353,32	6845,17	10975,50
Selasa, 30 Juli 2024	4244,79	6857,37	10806,12
Rata-rata Per Hari	4154,70	6849,53	10830,06

Tabel 7. BOK Arah Selatan Pada Periode Pagi

Hari/Tanggal	Jenis Kendaraan		
	MP (Rp/km)	KS (Rp/km)	TB (Rp/km)
Rabu, 17 Juli 2024	3684,54	6854,13	9851,06
Kamis, 18 Juli 2024	3804,38	6851,77	9358,69
Jumat, 19 Juli 2024	3719,21	6854,61	9920,32
Sabtu, 20 Juli 2024	3821,42	6847,34	9524,32
Minggu, 21 Juli 2024	3532,84	6841,93	9384,20
Senin, 22 Juli 2024	3884,50	6849,88	9888,74
Selasa, 23 Juli 2024	3761,10	6850,23	10477,28
Rabu 24 Juli 2024	3882,73	6845,46	10079,46
Kamis, 25 Juli 2024	3895,76	6846,44	10034,75
Jumat, 26 Juli 2024	3808,90	6852,10	9986,00
Sabtu, 27 Juli 2024	3705,71	6852,06	9253,31
Minggu, 28 Juli 2024	3593,68	6844,90	9252,13
Senin, 29 Juli 2024	3788,72	6845,17	9976,62
Selasa, 30 Juli 2024	3804,68	6857,37	10000,46
Rata-rata Per Hari	3763,44	6849,53	9784,81

Tabel 8. BOK Arah Utara Pada Periode Sore

Hari/Tanggal	Jenis Kendaraan		
	MP (Rp/km)	KS (Rp/km)	TB (Rp/km)
Rabu, 17 Juli 2024	4019,52	6764,15	10694,26
Kamis, 18 Juli 2024	4112,23	6758,74	10613,76

Hari/Tanggal	Jenis Kendaraan		
	MP (Rp/km)	KS (Rp/km)	TB (Rp/km)
Jumat, 19 Juli 2024	4126,69	6730,35	10733,97
Sabtu, 20 Juli 2024	4140,19	6701,48	10725,34
Minggu, 21 Juli 2024	3720,35	6676,06	9790,93
Senin, 22 Juli 2024	4094,08	6786,12	10727,49
Selasa, 23 Juli 2024	4180,39	6751,13	10581,95
Rabu 24 Juli 2024	4179,87	6736,32	10976,51
Kamis, 25 Juli 2024	4249,48	6810,90	10637,40
Jumat, 26 Juli 2024	4106,99	6700,99	10416,14
Sabtu, 27 Juli 2024	4065,73	6738,51	10273,99
Minggu, 28 Juli 2024	3762,18	6665,40	9824,25
Senin, 29 Juli 2024	4069,93	6684,20	10370,59
Selasa, 30 Juli 2024	4156,72	6711,25	10575,74
Rata-rata Per Hari	4070,31	6729,69	10495,88

Tabel 9. BOK Arah Selatan Pada Periode Sore

Hari/Tanggal	Jenis Kendaraan		
	MP (Rp/km)	KS (Rp/km)	TB (Rp/km)
Rabu, 17 Juli 2024	4576,24	6846,16	11722,74
Kamis, 18 Juli 2024	4447,92	6848,07	11337,06
Jumat, 19 Juli 2024	4539,33	6854,11	11064,80
Sabtu, 20 Juli 2024	4625,53	6847,23	11501,57
Minggu, 21 Juli 2024	3960,37	6850,64	10310,57
Senin, 22 Juli 2024	4387,80	6854,35	11396,91
Selasa, 23 Juli 2024	4435,11	6849,58	11496,37
Rabu 24 Juli 2024	4536,21	6849,85	11554,97
Kamis, 25 Juli 2024	4461,36	6849,88	10925,10
Jumat, 26 Juli 2024	4266,57	6853,34	10861,47
Sabtu, 27 Juli 2024	4246,74	6849,15	10791,70
Minggu, 28 Juli 2024	3943,48	6860,89	10442,46
Senin, 29 Juli 2024	4395,93	6846,95	10943,08
Selasa, 30 Juli 2024	4320,92	6854,90	10752,68
Rata-rata Per Hari	4367,39	6851,08	11078,68

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh rata-rata biaya operasional kendaraan harian akibat kemacetan total dua arah di Jembatan Barombong, sebagai berikut:

- BOK total dua arah untuk mobil penumpang sebesar pada periode pagi sebesar Rp.7.918,14/km dan pada periode sore sebesar Rp.8.437,70/km;
- BOK total dua arah untuk kendaraan sedang saat periode pagi adalah Rp.13.699,05/km dan saat periode sore adalah Rp.13.580,76;
- BOK total dua arah untuk truk berat pada periode pagi sebesar Rp.20.614,86/km dan pada periode sore sebesar Rp.21.574,56/km.

Sesuai rekapitulasi BOK akibat kemacetan dari berbagai jenis kendaraan, maka diperoleh BOK total untuk semua jenis kendaraan pada periode pagi sebesar Rp.42.232,06/km dan pada periode sore sebesar Rp.43.593,02/km.

7. Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan

Perbandingan BOK dilakukan untuk mengetahui perbedaan biaya yang dikeluarkan dari berbagai parameter. Dalam membandingkan biaya operasional kendaraan pada suatu ruas jalan di Jembatan

barombong digunakan parameter seperti perbedaan volume lalu lintas dan tingkat pelayanan di ruas jalan tersebut.

Perbandingan saat volume lalu lintas tinggi dan rendah

Mengacu pada data volume lalu lintas tertinggi dan terendah yang berhubungan dengan BOK, maka dapat dilakukan perbandingan BOK saat volume lalu lintas tinggi atau kondisi lalu lintas mengalami kemacetan dengan BOK saat volume lalu lintas rendah atau kondisi lalu lintas normal. Perbandingan 2 parameter yang dipisahkan berdasarkan waktu pengamatan, yang secara lengkap sebagai berikut:

Tabel 10. Selisih BOK Arah Utara Periode Pagi

Waktu	Kategori	q (smp/jam)	BOK (Rp/km)	Selisih (RP/km)
Rabu 24 Juli 2024	Tinggi	2364,10	22682,59	1894,95
Minggu, 21 Juli 2024	Rendah	1306,95	20787,64	

Diperoleh selisih biaya sebesar Rp.1.894,95/km. Selisih ini merupakan biaya yang dikeluarkan pengguna jalan saat mengalami kemacetan di Jembatan Barombong pada arah utara saat periode pagi. Persentase BOK tertinggi terdiri atas 19% dari MP, 30% dari KS dan 51% dari TB.

Tabel 11. Selisih BOK Arah Selatan Periode Pagi

Waktu	Kategori	q (smp/jam)	BOK (Rp/km)	Selisih (RP/km)
Selasa,23 Juli 2024	Tinggi	796,50	21088,60	1397,90
Minggu, 28 Juli 2024	Rendah	405,35	19690,70	

Terdapat selisih biaya sebesar Rp.1.397,90/km. Selisih ini merupakan biaya tambahan yang dikeluarkan pengguna jalan akibat kemacetan di Jembatan Barombong pada arah selatan saat periode pagi. Persentase BOK tertinggi terdiri atas 18% dari MP, 32% dari KS dan 50% dari TB.

Tabel 12. Selisih BOK Arah Utara Periode Sore

Waktu	Kategori	q (smp/jam)	BOK (Rp/km)	Selisih (RP/km)
Rabu 24 Juli 2024	Tinggi	1290,10	21892,69	1705,35
Minggu, 21 Juli 2024	Rendah	775,20	20187,34	

Tabel 13. Selisih BOK Arah Selatan Periode Sore

Waktu	Kategori	q (smp/jam)	BOK (Rp/km)	Selisih (RP/km)
Rabu, 17 Juli 2024	Tinggi	2436,25	23145,13	2023,55
Minggu, 21 Juli 2024	Rendah	1582,95	21121,58	

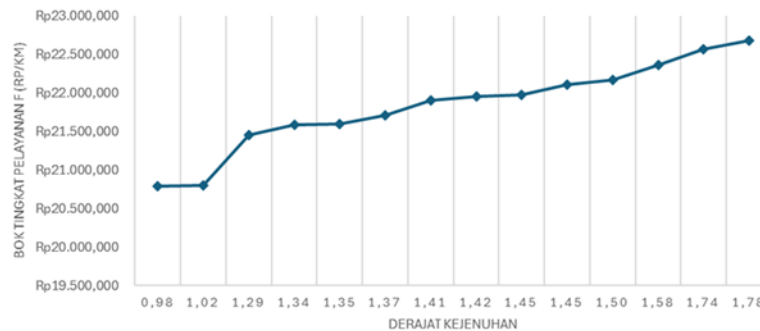
Diperoleh selisih biaya sebesar Rp.1.705,35/km. Selisih ini merupakan biaya yang dikeluarkan oleh pengguna jalan saat terjadi kemacetan di arah utara pada periode sore di Jembatan Barombong. Persentase BOK tertinggi terdiri atas 20% biaya dari MP, 30% dari KS dan 50% dari TB. Dari data BOK tertinggi dan terendah diperoleh selisih biaya sebesar Rp.2.023,55/km. Selisih ini merupakan biaya yang perlu dikeluarkan oleh pengguna jalan saat terjadi kemacetan di Jembatan barombong. Besaran BOK tertinggi memiliki persentase yang terdiri atas 20% biaya dari jenis kendaraan MP, 30% dari KS dan 50% dari TB.

Perbandingan BOK berdasarkan tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan yang digunakan dalam perbandingan ini adalah kondisi lalu lintas yang masuk kategori F atau kondisi arus lalu lintas dipaksakan, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas, antrian panjang serta nilai derajat kejenuhan lebih besar dari 1,0 dengan kondisi lalu lintas yang masuk kategori B atau kondisi arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas dan interval nilai derajat kejenuhannya 0,2 sampai 0,44.

Tabel 14. Perbandingan BOK Arah Utara Pada Periode Pagi

Hari/Tanggal	BOK Kategori Lalu Lintas F (Rp/350m)	BOK Kategori Lalu Lintas B (Rp/350m)	Selisi Biaya (Rp/350m)
Kamis, 18 Juli 2024	Rp 22.233,510	Rp 18.541,428	Rp 3.692,082
Jumat, 19 Juli 2024	Rp 22.329,144	Rp 18.541,428	Rp 3.787,717
Sabtu, 20 Juli 2024	Rp 22.610,834	Rp 18.541,428	Rp 4.069,406
Minggu, 21 Juli 2024	Rp 21.275,205	Rp 18.541,428	Rp 2.733,777
Senin, 22 Juli 2024	Rp 23.231,548	Rp 18.541,428	Rp 4.690,120
Selasa, 23 Juli 2024	Rp 23.113,065	Rp 18.541,428	Rp 4.571,638
Rabu 24 Juli 2024	Rp 23.434,923	Rp 18.541,428	Rp 4.893,495
Kamis, 25 Juli 2024	Rp 22.291,325	Rp 18.541,428	Rp 3.749,898
Jumat, 26 Juli 2024	Rp 22.598,684	Rp 18.541,428	Rp 4.057,256
Sabtu, 27 Juli 2024	Rp 22.069,779	Rp 18.541,428	Rp 3.528,351
Minggu, 28 Juli 2024	Rp 21.306,451	Rp 18.541,428	Rp 2.765,024
Senin, 29 Juli 2024	Rp 22.838,243	Rp 18.541,428	Rp 4.296,815
Selasa, 30 Juli 2024	Rp 22.538,045	Rp 18.541,428	Rp 3.996,617
Rata-rata per hari	Rp 22.460,930	Rp 18.541,428	Rp 3.919,502



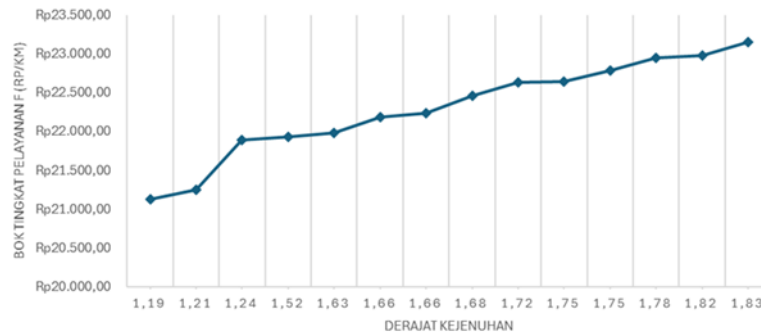
Gambar 3. Grafik Hubungan Derajat Kejenuhan dan BOK Periode Pagi

Berdasarkan **Tabel 14**, salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan adalah derajat kejenuhan. Semakin tinggi nilai derajat kejenuhan, semakin tinggi juga besaran biaya operasional kendaraan, hubungan BOK dengan derajat kejenuhan dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Tabel 14. Perbandingan BOK Arah Selatan Periode Sore

Hari/Tanggal	BOK Kategori Lalu Lintas F (Rp/km)	BOK Kategori Lalu Lintas B (Rp/km)	Selisi Biaya (Rp/km)
Rabu, 17 Juli 2024	Rp 20.963,392	Rp 18.541,428	Rp 2.421,965
Kamis, 18 Juli 2024	Rp 20.581,557	Rp 18.541,428	Rp 2.040,130
Jumat, 19 Juli 2024	Rp 21.087,538	Rp 18.541,428	Rp 2.546,111
Sabtu, 20 Juli 2024	Rp 20.658,708	Rp 18.541,428	Rp 2.117,280
Minggu, 21 Juli 2024	Rp 20.263,554	Rp 18.541,428	Rp 1.722,126
Senin, 22 Juli 2024	Rp 21.266,400	Rp 18.541,428	Rp 2.724,972
Selasa, 23 Juli 2024	Rp 21.781,772	Rp 18.541,428	Rp 3.240,345
Rabu 24 Juli 2024	Rp 21.518,341	Rp 18.541,428	Rp 2.976,913
Kamis, 25 Juli 2024	Rp 21.402,217	Rp 18.541,428	Rp 2.860,789
Jumat, 26 Juli 2024	Rp 21.265,433	Rp 18.541,428	Rp 2.724,006
Sabtu, 27 Juli 2024	Rp 20.410,966	Rp 18.541,428	Rp 1.869,538
Minggu, 28 Juli 2024	Rp 20.216,004	Rp 18.541,428	Rp 1.674,577
Senin, 29 Juli 2024	Rp 21.266,292	Rp 18.541,428	Rp 2.724,864
Selasa, 30 Juli 2024	Rp 21.238,064	Rp 18.541,428	Rp 2.696,637
Rata-rata per hari	Rp 20.994,303	Rp 18.541,428	Rp 2.452,875

Berdasarkan **Tabel 14** salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan yaitu derajat kejenuhan. Semakin tinggi nilai derajat kejenuhan, semakin tinggi juga besaran biaya operasional dari kendaraan, hubungan BOK dengan derajat kejenuhan dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Hubungan Derajat Kejenuhan dan BOK Periode Sore

Berdasarkan dua tabel di atas, besaran biaya operasional kendaraan total untuk ketiga jenis kendaraan yang diperoleh sesuai periode waktu adalah sebagai berikut:

- Biaya operasional kendaraan pada periode pagi untuk total ketiga jenis kendaraan saat tingkat pelayanan F sebesar Rp.21.834,288/km dan saat tingkat pelayanan B sebesar Rp.19.690,702/km. Maka dari itu diperoleh selisih BOK antara tingkat pelayanan F dan B sebesar Rp.2.143,586/km;
- Biaya operasional kendaraan pada periode sore dari total ketiga jenis kendaraan saat tingkat pelayanan F adalah Rp.22.297,147/km dan saat tingkat pelayanan B adalah Rp.19.690,702m. Sehingga diperoleh selisih BOK antara tingkat pelayanan F dan B sebesar Rp.2.806,129/km.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah diperoleh dan dibahas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Biaya operasional kendaraan akibat kemacetan di Jembatan Barombong dari total ketiga jenis kendaraan serta untuk 2 arah lalu lintas pada periode pagi sebesar Rp.42.232,06/km atau Rp.14.781,2/350m dan biaya operasional kendaraan pada periode sore sebesar Rp. 43.593,02/km atau Rp.15.257,6/350m;
- Peningkatan biaya operasional total 2 arah saat volume lalu lintas tinggi dan rendah pada periode pagi sebesar Rp.3.292,85, yang menunjukkan peningkatan biaya yang signifikan akibat kemacetan. Selain itu selisih biaya biaya operasional kendaraan total 2 arah pada periode sore sebesar Rp.3.728,90/km;
- Berdasarkan tingkat pelayanan F dan B di Jembatan Barombong diperoleh selisih BOK saat periode pagi sebesar 2.143,586/km dan selisih BOK pada periode sore sebesar Rp.2.806,129/km. Hal ini menunjukkan BOK akan meningkat seiring dengan meningkatnya derajat kejenuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas, Edisi Kedua*. Malang: Universitas Muhamadiyah Malang Press.
- Departemen Pekerjaan Umum Indonesia. (2005). *Pedoman Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan*. Jakarta: Kementrian PUPR.
- Dewi, A., Fatikasari, Prastyanto, A. (2021). Analisis Biaya Kemacetan Jalan Akibat Adanya Kerusakan Pada Kendaraan Berat Di Jakan Arteri Primer (Studi Kasus : Ruas Jalan Surabaya–Mojokerto). Tesis: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Departemen Pekarjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta: Departemen Pekarjaan Umum.
- Direktorat Jendral Perhubungan Darat. (2002). *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan Dalam Trayek Tetap dan Teratur*. Jakarta: Departemen Perhubungan RI.
- Hobbs, F. D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Edisi Kedua*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Lubis, A.Y. (2016). Analisis Biaya Kemacetan Kendaraan di Jalan Setabudi (Studi Kasus Depan Sekolah Yayasan Pendidikan Shafiyatul Amaliyya). *Majalah Ilmiah Warta Dharmawangsa*, 48.
- Morlock, K.E. (1998). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Pembuain, A, Priyanto, S dan Suparma, L. (2018). Evaluasi Kemantapan Permukaan Jalan Berdasarkan International Roughness Index. *TEKNIK*, 39(2), 126-131.
- Sukirman, S. (1994). *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Tamin, O.Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Edisi Kedua*. Bandung: Penerbit ITB.