Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 25043-25054

Analisis Dampak Hambatan Samping di Ruas Jalan Jendral Sudirman Segmen RRI – UNG terhadap Biaya Operasional Kendaraan

Nia Fadhila Nur[1], Ari Putra Rachman[2], Nurhediyati Tome[3]
[1,2,3]Teknik Sipil, Universitas Bina Taruna Gorontalo
Corresponding Author: Nia Fadhila Nur, e-mail: nianur181001@gmail.com[1], rachmanariputra8@gmail.com[2], nurhediyatit@gmail.com[3]

Published: September , 2025

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas di kawasan perkotaan Indonesia semakin kompleks seiring pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang tidak sebanding dengan kapasitas jalan. Salah satu penyebab utama penurunan kinerja jalan adalah hambatan samping (side friction), yaitu aktivitas di sekitar badan jalan seperti parkir sembarangan, kendaraan keluar-masuk area samping, pejalan kaki, dan kendaraan lambat. Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak hambatan samping terhadap Biaya Operasional Kendaraan (BOK) di ruas Jalan Jendral Sudirman segmen RRI–UNG, Kota Gorontalo. Metode penelitian dilakukan melalui survei volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan inventarisasi hambatan samping. Data dianalisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) dan model Highway Design and Maintenance Vehicle Operating Cost (HDM-VOC). Hasil menunjukkan bahwa tingkat hambatan samping pada jam puncak termasuk kategori tinggi, dengan dominasi aktivitas parkir dan keluar-masuk kendaraan. Kondisi ini menyebabkan penurunan kecepatan rata-rata menjadi 34,18 km/jam dan menurunkan tingkat pelayanan jalan hingga LOS D. Dampaknya, BOK kendaraan meningkat signifikan, yaitu Rp 12.378,3/km dibandingkan kondisi tanpa hambatan samping sebesar Rp 1.077,3/km. Temuan ini menegaskan perlunya strategi pengendalian hambatan samping sebagai upaya efisiensi transportasi perkotaan.

Keywords: Hambatan Samping, Kapasitas Jalan, Biaya Operasional Kendaraan, HDM-VOC, Transportasi Perkotaan

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas di wilayah perkotaan telah menjadi tantangan global yang semakin kompleks, terutama di negara berkembang yang mengalami urbanisasi pesat dan pertumbuhan ekonomi yang signifikan. *Traffic congestion poses a persistent and escalating problem for major cities in both developed and developing countries,* dengan *cities in developing Asia* yang mengalami pertumbuhan *breakneck speed* dimana transport *infrastructure is struggling to keep up with demand.* Fenomena ini tidak hanya mempengaruhi mobilitas perkotaan, tetapi juga memberikan dampak ekonomi yang substantial terhadap efisiensi transportasi dan biaya operasional kendaraan.

Indonesia, sebagai salah satu negara berkembang dengan tingkat urbanisasi yang tinggi, menghadapi permasalahan kemacetan yang semakin akut. *Traffic congestion is one of the major barriers to the economic development of developing economies, resulting in severe social and economic impacts.* Kondisi ini diperparah oleh tiga faktor utama: meningkatnya kepemilikan kendaraan bermotor yang menciptakan lonjakan permintaan infrastruktur jalan, keterbatasan dalam pengembangan dan pembangunan sarana prasarana transportasi, serta pengelolaan dan operasional sistem transportasi yang belum optimal. Kompleksitas permasalahan ini menuntut pendekatan analisis yang komprehensif untuk memahami dampak ekonomi yang ditimbulkan.

Kota Gorontalo, sebagai pusat aktivitas ekonomi dan pemerintahan Provinsi Gorontalo, mengalami pertumbuhan penduduk yang signifikan dari 210.782 jiwa pada tahun 2017 menjadi

219.399 jiwa pada tahun 2019 berdasarkan data BPS Provinsi Gorontalo. Pertumbuhan demografis ini berbanding lurus dengan peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor dan intensitas aktivitas perkotaan, yang berkontribusi pada kemacetan lalu lintas, khususnya pada jam sibuk seperti waktu berangkat kerja dan berakhirnya aktivitas perkantoran. Ruas Jalan Jendral Sudirman segmen RRI-UNG menjadi salah satu koridor strategis yang mengalami tekanan lalu lintas tinggi akibat konsentrasi aktivitas komersial dan institusional.

Permasalahan kemacetan di Jalan Jendral Sudirman segmen RRI-UNG tidak dapat dipisahkan dari konsep hambatan samping *(roadside friction)* yang secara fundamental mempengaruhi kinerja operasional jalan. Hambatan samping merujuk pada aktivitas di sepanjang koridor jalan yang mengurangi kapasitas efektif dan mengganggu kelancaran arus lalu lintas. Keberadaan toko, gerobak penjual makanan dan minuman, serta perilaku parkir kendaraan di badan jalan menciptakan hambatan samping yang berdampak langsung pada penurunan kecepatan kendaraan dan kapasitas jalan. Kondisi jalan yang relatif sempit memperburuk dampak hambatan samping, menciptakan bottleneck yang memicu kemacetan dan meningkatkan waktu tempuh perjalanan.

Dampak ekonomi dari hambatan samping dan kemacetan lalu lintas tercermin dalam peningkatan Biaya Operasional Kendaraan (BOK atau *Vehicle Operating Cost* - VOC) yang harus ditanggung oleh pengguna jalan. BOK merupakan indikator ekonomi yang mencakup keseluruhan pengeluaran untuk mengoperasikan kendaraan, meliputi konsumsi bahan bakar, keausan ban, biaya perawatan, depresiasi kendaraan, dan komponen operasional lainnya. Peningkatan waktu tempuh akibat hambatan samping mengakibatkan biaya eksternal yang signifikan, yang pada gilirannya mempengaruhi efisiensi ekonomi transportasi perkotaan secara keseluruhan.

Model *Highway Design and Maintenance Vehicle Operating Cost* (HDM-VOC) yang dikembangkan oleh Bank Dunia pada tahun 1994 telah menjadi standar internasional dalam analisis biaya operasional kendaraan. *The World Bank's Vehicle Operating Costs Model* (HDM-VOC) *is a stand alone program that estimates vehicle operating costs, using the HDM-III relationships, for ten vehicle types as a function of the vehicle characteristics, vehicle utilization, vehicle unit costs, and the road characteristics.* Model ini menyediakan framework komprehensif untuk menganalisis hubungan antara karakteristik jalan, kecepatan kendaraan, dan komponen biaya operasional, sehingga memungkinkan kuantifikasi dampak ekonomi dari hambatan samping secara akurat dan terukur.

Meskipun penelitian tentang kemacetan lalu lintas dan biaya operasional kendaraan telah banyak dilakukan, terdapat gap riset yang signifikan dalam analisis spesifik dampak hambatan samping terhadap BOK di konteks jalan perkotaan Indonesia. Sebagian besar studi terdahulu fokus pada analisis makro kemacetan atau evaluasi kinerja jalan secara umum, namun belum mengeksplorasi secara mendalam hubungan kausal antara hambatan samping spesifik dengan peningkatan biaya operasional kendaraan menggunakan model HDM-VOC. Penelitian ini mengisi gap tersebut dengan menganalisis secara kuantitatif dampak hambatan samping di Jalan Jendral Sudirman segmen RRI-UNG terhadap BOK menggunakan pendekatan yang terstandarisasi internasional.

Urgensi penelitian ini semakin meningkat mengingat proyeksi pertumbuhan perkotaan dan kepemilikan kendaraan di Indonesia yang terus meningkat. Tanpa pemahaman yang komprehensif tentang dampak ekonomi hambatan samping, perencanaan transportasi perkotaan akan kehilangan dasar empiris untuk mengoptimalkan investasi infrastruktur dan kebijakan pengelolaan lalu lintas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan baseline data dan metodologi analisis yang dapat diterapkan pada koridor jalan perkotaan lainnya di Indonesia, sekaligus berkontribusi pada pengembangan strategi mitigasi yang efektif dan efisien.

Novelty penelitian ini terletak pada penerapan model HDM-VOC untuk menganalisis dampak spesifik hambatan samping pada kondisi jalan perkotaan Indonesia, dengan mengintegrasikan data primer berupa survei traffic counting, analisis kecepatan kendaraan, dan inventarisasi hambatan samping yang komprehensif. Pendekatan ini memberikan perspektif baru dalam memahami ekonomi transportasi perkotaan dengan fokus pada dampak mikro hambatan samping terhadap biaya eksternal yang ditanggung pengguna jalan. Hasil penelitian akan menghasilkan model prediksi yang dapat digunakan untuk evaluasi ekonomi berbagai skenario pengelolaan hambatan samping dan optimasi kinerja jalan perkotaan.

Kontribusi penelitian ini tidak hanya terbatas pada aspek akademis, tetapi juga memberikan implikasi praktis bagi pengambil kebijakan dalam merumuskan strategi pengelolaan lalu lintas yang berbasis evidensi ekonomi. Dengan mengkuantifikasi dampak finansial hambatan samping, penelitian ini menyediakan justifikasi ekonomi untuk investasi dalam pengelolaan hambatan samping dan pengembangan infrastruktur transportasi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada ruas jalan Jendral Sudirman dari simpang tiga RRI sampai simpang tiga UNG dengan jarak 400 meter dan lebar jalan rata-rata 6 meter dilaksanakan pada hari senin, rabu, jum'at dan minggu pada pukul 07.00 – 08.00 WITA, 12.00 – 13.00 WITA dan 16.00 – 17.00 WITA. Tujuan dari penempatan hari-hari tersebut yakni untuk melihat karakteristik arus lalu lintas, baik volume maupun pergerakan di waktu yang berbeda.



Sumber : Google Earth, 2023

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan seperangkat alat dan acuan standar untuk memastikan konsistensi dan akurasi data. Sebagai pedoman utama, digunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) serta Pedoman Biaya Operasional Kendaraan (BOK, 2005) sebagai dasar perhitungan kapasitas jalan dan biaya operasional.

Pengumpulan data lapangan dilakukan dengan bantuan formulir survei volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan, yang dilengkapi alat tulis serta tally counter untuk pencatatan dan perhitungan jumlah kendaraan. Untuk mendukung pengukuran fisik digunakan rol meter dan cat semprot sebagai penanda jarak, sementara stopwatch dimanfaatkan untuk mengukur kecepatan kendaraan. Dokumentasi kegiatan penelitian dilakukan menggunakan kamera, sedangkan sepeda motor digunakan sebagai sarana mobilisasi tim survei di sepanjang segmen ruas Jalan Jenderal Sudirman (RRI–UNG).

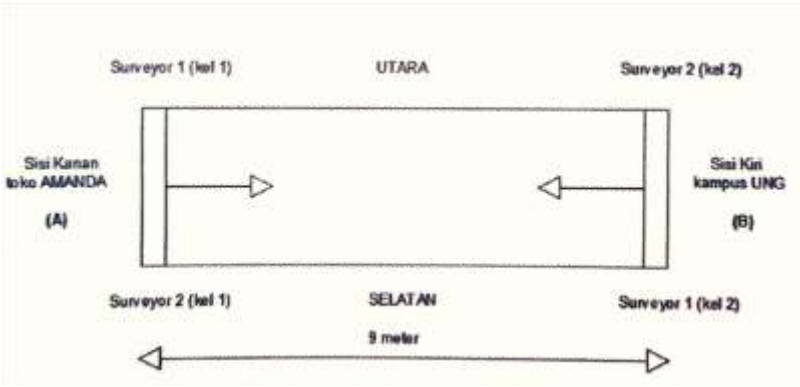
Jenis Penelitian

Proses analisis pada penelitian ini diawali dengan pengumpulan data langsung di lapangan, kemudian data tersebut dianalisis lebih lanjut menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia dan metode HDM-VOC (Highway Design and Maintenance Standard Vehicle Operating Cost).

Pengumpulan Data

Untuk pelaksanaan pengumpulan data proses yang diambil yakni observasi langsung di lapangan dengan metode survei sebagai berikut :

Pertama, Untuk mengambil data arus lalu lintas dibutuhkan 4 orang surveyor dan di bagi kedalam 2 kelompok. Kelompok pertama berada di titik utara-selatan atau sisi kanan (Segmen RRI) dan kelompok ke dua berada dari titik selatan-utara atau sisi kiri (Segmen UNG). Tugas dari surveyor ini yaitu bertanggung jawab terhadap kendaraan yang melintasi sesuai dengan arah masing-masing. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar penempatan surveyor sebagai berikut:



Gambar 2. Penempatan Surveyor

Kedua, kemudian untuk mengukur waktu tempu kendaraan dibutuhkan 2 orang surveyor yakni 1 orang berdiri diluar garis acu dan mulai mencatat waktu tempuh pejalan kaki (dalam interval waktu 15 menit) sampai ke garis acu berikutnya dengan jarak sesuai lebar jalur lalu lintas. Sedangkan 1 orang surveyor lainnya mencatat hasil dari waktu tempuh tersebut.

Metode Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari survei lapangan dianalisis dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) serta model Highway Design and Maintenance Vehicle Operating Cost (HDM-VOC). Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan utama. Pertama, volume lalu lintas dihitung untuk mengetahui intensitas pergerakan kendaraan pada ruas jalan yang diteliti. Kedua, kecepatan lalu lintas dianalisis sebagai indikator utama kinerja jalan. Selanjutnya, dihitung biaya kemacetan yang muncul akibat penurunan kapasitas dan peningkatan waktu tempuh.

Tahap berikutnya adalah perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) yang mencakup konsumsi bahan bakar, keausan ban, biaya perawatan, serta komponen operasional lainnya. Akhirnya, seluruh hasil perhitungan dibandingkan dan divalidasi menggunakan pendekatan HDM-VOC, sehingga diperoleh nilai yang merepresentasikan dampak hambatan samping terhadap efisiensi lalu lintas dan biaya operasional kendaraan.

Konsep Transportasi

Transportasi pada dasarnya adalah proses pemindahan orang maupun barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Morlok (1984) menjelaskan bahwa transportasi yang ideal adalah sistem yang mampu memberikan layanan perjalanan cepat, aman, nyaman, minim hambatan, serta memiliki frekuensi keberangkatan yang memadai. Seiring perkembangan zaman, peran transportasi tidak lagi sekadar memfasilitasi perpindahan, tetapi juga menjadi pendorong utama pertumbuhan wilayah, terutama pada kawasan perkotaan yang sedang berkembang (He, 2025).

Dalam konteks sistem, transportasi dipahami sebagai satu kesatuan yang terstruktur dan terdiri atas berbagai moda, baik darat, laut, udara, maupun pipa. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 49 Tahun 2005, setiap moda memiliki sarana, prasarana, dan perangkat lunak pendukung yang saling berinteraksi untuk menciptakan layanan transportasi yang efektif dan efisien. Pada perkotaan, sistem transportasi tidak hanya memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat, tetapi juga memperluas aksesibilitas, mendorong pertumbuhan ekonomi, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya yang ada (Zucaro & Agostinho, 2025).

Namun, di balik manfaatnya, transportasi juga menimbulkan apa yang disebut biaya sosial (social cost). Biaya ini merujuk pada dampak eksternal yang ditanggung oleh masyarakat luas akibat aktivitas transportasi, misalnya polusi udara, kebisingan, kecelakaan, dan kemacetan (Wahyuni, 2008). Penelitian-penelitian kontemporer menunjukkan bahwa eksternalitas negatif transportasi menjadi salah satu tantangan utama dalam pembangunan sistem mobilitas berkelanjutan, terutama di kota-kota berkembang di Asia (Liu, Shao, & Li, 2025).

Urbanisasi yang pesat memperkuat kebutuhan transportasi di kota-kota Indonesia. Akan tetapi, pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak seimbang dengan kapasitas infrastruktur jalan mengakibatkan munculnya berbagai permasalahan, mulai dari kemacetan hingga meningkatnya biaya operasional kendaraan. Studi terbaru menegaskan bahwa inefisiensi sistem transportasi perkotaan dapat memperbesar beban biaya, baik bagi pengguna langsung maupun masyarakat secara keseluruhan (Dubé & Kopczewska, 2025). Oleh karena itu, kajian mengenai dampak eksternal

transportasi, termasuk keterkaitannya dengan biaya operasional kendaraan, menjadi relevan untuk diteliti lebih mendalam.

Hambatan Samping pada Ruas Jalan Perkotaan

Hambatan samping *(side friction)* merupakan aktivitas di sekitar badan jalan yang berpotensi mengganggu kelancaran arus lalu lintas, seperti pejalan kaki menyeberang, kendaraan berhenti atau parkir di tepi jalan, kendaraan yang keluar-masuk dari akses samping, serta keberadaan kendaraan lambat. Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023), keempat aktivitas tersebut menjadi indikator utama dalam menilai kinerja jalan di kawasan perkotaan.

Dampak hambatan samping diukur melalui sistem bobot, di mana setiap jenis aktivitas memiliki nilai pengaruh berbeda terhadap arus lalu lintas. Misalnya, kendaraan keluar-masuk dari area samping jalan memiliki bobot tinggi karena interaksinya langsung memotong arus utama, sedangkan kendaraan parkir umumnya diberi bobot lebih rendah. Hasil perkalian frekuensi kejadian dengan bobot masing-masing menghasilkan frekuensi berbobot yang digunakan untuk klasifikasi tingkat hambatan mulai dari sangat rendah hingga sangat tinggi.

Penelitian terkini menunjukkan bahwa tingginya tingkat hambatan samping berhubungan erat dengan penurunan kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas, khususnya di kawasan komersial dan padat aktivitas. Palimbong (2025) menemukan bahwa hambatan samping secara signifikan menurunkan *level of service* (LOS) pada ruas jalan perkotaan di Toraja. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Prambudi & Chasanah (2025) dalam studi di Jalan Kaliurang, Yogyakarta, yang menunjukkan bahwa intensitas aktivitas parkir dan pejalan kaki meningkatkan klasifikasi hambatan hingga kategori "tinggi".

Selain itu, Kadarini, Arief, & Mukti (2024) menekankan pentingnya pengendalian hambatan samping melalui penataan zona parkir, pembangunan fasilitas pejalan kaki, serta rekayasa lalu lintas agar kinerja jalan lebih optimal. Secara keseluruhan, hambatan samping bukan sekadar gangguan lalu lintas, melainkan salah satu faktor struktural yang menentukan efisiensi jaringan transportasi perkotaan.

Tabel 1. Hambatan samping untuk jalan perkotaan

Tipe kejadian hambatan Samping	Simbol	Faktor bobot
Pejalan kaki	PED	0,5
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	0,1
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7
Kendaraan lambat	SMV	0,4

(Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalu Lintas

Penghitungan jumlah kendaraan dilakukan pada waktu dengan volume lalu lintas tertinggi, seperti yang di dapat pada hari Senin (Dapat dilihat pada Tabel 4.1) dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil penghitungan menunjukkan volume lalu lintas tertinggi pada ruas Jalan Jenderal Sudirman dalam satuan mobil penumpang (smp) untuk arah timur.

Waktu	ARUS LALU LINTAS	Kendaran Ringan LV	Kendaran Berat HV	Sepeda Motor MC
	PENDEKAT	(Kend/Jam)	(Kend/Jam)	(Kend/Jam)
07.00-08.00	Timur	191	3	322
		286	4	394
		376	4	503
		422	5	611
Total		1275	16	1830

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2023

a. Perhitungan pada waktu pagi (7.00-8.00)

LV × EMP	= 1275 Kend/jam × 1.00	= 1275 smp/jam
HV × EMP	= 16 Kend/jam × 1.2	= 19.2 mp/jam
MC × EMP	= 1830 Kend/jam × 0.25	= 457.5 smp/jam

Jadi total dalam smp didapat: 1275 + 19.2 + 457.5 = 1751,7 smp/jam

Tabel 3. Hasil penghitungan menunjukkan volume lalu lintas tertinggi pada ruas Jalan Jenderal Sudirman dalam satuan mobil penumpang (smp) untuk arah arah Barat.

Waktu	ARUS LALU LINTAS PENDE KAT	Kendaran Ringan LV (Kend/Jam)	Kendaran Berat HV (Kend/Jam)	Sepeda MotorMC (Kend/Jam)
07.00-08.00	Barat	182	2	240
		229	3	309
		346	3	392
		401	2	478
Total		1158	10	1419

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2023

b. Perhitungan pada waktu pagi (7.00-8.00)

LV × EMP	= 1158 Kend/jam × 1.00	= 1158 smp/jam
HV × EMP	= 10 Kend/jam × 1.2	= 12 smp/jam
MC × EMP	= 1419 Kend/jam × 0.25	= 354.75 smp/jam

Jadi total dalam smp didapat: 1158 + 12 + 354.75 = 1515.75 smp/jam

Hambatan Samping

Analisa hambatan samping pada ruas jalan Jenseral Sudirman dapat dilihat pada Tabel 4. dan Tabel 5. yang di ambil pada hari terpadat.

Tabel 4. Tabel Hambatan Samping Pada Hari Senin Pukul 07.00-08.00 Wita

SENIN								
Waktu	Timur							
	PED	F.bobot 0.5	PSV	F.bobot 1	EEV	F.Bobot 0.7	SMV	F.Bobot 0.4
07.00 - 08.00	181	90.5	218	218	133	93.1	92	36.8
	Barat							
07.00 - 08.00	123	61.5	142	142	84	58.8	81	32.4

Sumber : Hasil Pengolahan Data 2023

a. Untuk perhitungan arah Timur pada Hari Senin:

PED × F. bobot	= 181 × 0.5	= 90.5 Daily Factor/jam
PSV × F. bobot	= 218 × 1.0	= 218 Daily Factor/jam
EEV × F. bobot	= 133 × 0.7	= 93.1 Daily Factor/jam
SMV × F. bobot	= 92 × 0.4	= 36.8 Daily Factor/jam.

Jadi total bobot frekuensi hambatan samping pada hari Senin arah timur yaitu :

Total frekwensi = (PED × F.bobot) + (PSV × F.bobot) + (EEV × F.bobot) + (SMV x F.bobot)
= (90.5) + (218) + (93.1) + (36.8)
= 438.4 bobot kejadian

b. Untuk perhitungan arah Barat pada Hari Senin:

PED × F. bobot = 123 × 0.5 = 61.5 Daily Factor/jam

PSV × F. bobot = 142 × 1.0 = 142 Daily Factor/jam

EEV × F. bobot = 84 × 0.7 = 58.8 Daily Factor/jam

SMV × F. bobot = 81 × 0.4 = 32.4 Daily Factor/jam.

Jadi total bobot frekuensi hambatan samping pada hari Senin arah barat yaitu :

Total frekuensi = (PED × F.bobot) + (PSV × F.bobot) + (EEV × F.bobot) + (SMV xF.bobot)
= (61.5) + (142) + (58.8) + (32.4)
= 294.7 bobot kejadian

Total hambatan samping maksimum terjadi pada hari Senin:
= (438.4+294.7) = 733.1 bobot kejadian kelas hambatan samping tinggi (H)

Kecepatan Rata-Rata

Berikut ini adalah kecepatan rata-rata yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.1)

V = L/TT

Dimana :

V = kecepatan rata-rata kendaraan ringan (km/jam)

L = jarak segmen (km)

TT = waktu tempuh rata-rata kendaraan sepanjang segmen jalan (jam)

Dik = panjang segmen 400 meter dikonversikan menjadi 0,4 km dan waktu tempuh rata-rata 7 menit dikonversikan menjadi 0,0117 jam.

V = L/TT = 0,4/0,0117 = 34,18 km/jam

Maka kecepatan rata-rata yang diperoleh adalah 34,18 km/jam

Kecepatan Arus Bebas

Analisis kecepatan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kecepatan arus bebas dan kecepatan rata-rata. Kecepatan arus bebas sendiri dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.2).

1. Kecepatan arus bebas dasar (FV0)

Kecepatan dasar arus bebas untuk kendaraan ringan dapat diketahui berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam tabel Fvo = 44

2. Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar lajur (FVW)

Dengan lebar jalur efektif sebesar 6 meter, dilakukan penyesuaian terhadap kecepatan arus bebas, sehingga diperoleh nilai FVW = -3

3. Faktor penyesuaian kecepatan untuk hambatan samping (FFVSF)

Dengan lebar bahu jalan sebesar 1 meter pada ruas Jalan Jenderal Sudirman, maka diperoleh hasil FFVSF = 0,82

4. Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota (FFVCS)

Data yang diperoleh dari BPS jumlah penduduk di Kota Gorontalo sebanyak 1.202.631 jumlah penduduk 1-3 juta didapat dari tabel FFVCS = 1

FV = (FV0+FVW) x FFVSF x FFVCS
= 44 + -3 + 0.82+ 1
= 42.82 km/jam

Dari hasil perhitungan nilai kecepatan arus bebas adalah 42.82 km/jam

Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas untuk jalur menuju selatan maupun utara dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.3) berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023).

1. Kapasitas Dasar (C0)

Kapasitas dasar yang dihitung didasarkan pada jumlah lajur serta arah jalur lalu lintas di lokasi studi. Ruas Jalan Jendral Sudirman termasuk dalam kategori jalan dua lajur dengan dua arah tanpa pemisah median, CO = 2.900 smp/jam

2. Pengaruh lebar jalur lalu lintas terhadap faktor penyesuaian kapasitas (FCW)
Lebar efektif jalur adalah 6 meter, maka nilai FCW = 0.87
3. Faktor koreksi yang dipengaruhi oleh kondisi pemisahan arah kendaraan (FCSP)
Hanya untuk jalan tak terbagi, maka nilai FCSP = 1.00
4. Pengaruh hambatan samping terhadap nilai penyesuaian kapasitas jalan (FCSF)
Dengan tingkat hambatan samping tinggi (H), maka nilai FCSF = 0.82
5. Penyesuaian kapasitas jalan yang dihitung berdasarkan skala atau ukuran kota (FCCS)
Jadi faktor penyesuaia ukuran kota (FCCS) = 1

C = C0 x FCW x FCSP x FCSF x FCCS
= (2.900 x 0,87x 1,00x 0,82 x 1)
= 2068.86 smp/jam

Derajat Kejenuhan

Berdasarkan hasil survei volume lalu lintas, volume maksimum yang diperoleh digunakan untuk membandingkan antara kapasitas jalan dan volume maksimum tersebut melalui Persamaan (2.4).

DS= Q/C

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan
Q = Volume maximum (smp/jam)
C = Kapasitas (smp/jam)

Perhitungan arah Timur:

Volume Kendaraan = 1751.1 smp/jam Kapasitas
Kapasitas (C) = 2068.86 smp/jam
DS = Q/C = 1751.1/2068.86
= 0.84 smp/jam.

Perhitungan arah Barat:

Volume Kendaraan = 1515.75 smp/jam
Kapasitas (C) = 2068.86smp/jam
DS = Q/C = 1515.75/2068.86
= 0.73 smp/jam.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai Derajat Kejenuhan (DS) pada saat pengamatan melebihi ambang batas maksimum yang direkomendasikan, yaitu lebih dari 0,75–0,8 menurut PKJI 2023. Pada hari Senin pukul 07.00–08.00 WITA, meskipun volume lalu lintas masih tergolong stabil, kecepatan dan pergerakan kendaraan perlu dikendalikan. Pengemudi memiliki keterbatasan dalam memilih kecepatan, dengan nilai DS mencapai 0,84 untuk arah Timur dan 0,73 untuk arah Barat.
Kondisi ini mengakibatkan penurunan kinerja jalan, sehingga diperlukan upaya perbaikan dalam manajemen lalu lintas di ruas jalan tersebut, seperti penambahan marka jalan, penataan sistem parkir, pemasangan rambu lalu lintas, serta penyediaan area khusus untuk aktivitas naik-turun penumpang. Berdasarkan hasil analisis derajat kejenuhan, arus lalu lintas di ruas Jalan Jenderal Sudirman arah Barat dan Timur telah menunjukkan kondisi yang tidak lagi normal.

Tingkat Pelayanan *(Level Of Service)*

Evaluasi tingkat pelayanan dilakukan melalui rasio antara volume kendaraan, yang dinyatakan dalam satuan smp per jam, dengan kapasitas jalan pada ruas tersebut. Berikut ini adalah hasil perhitungannya :

a. Pada kondisi Hari Senin pukul 7.00 – 8.00 WITA arah Timur:

LOS = volume kendaraan / kapasitas ruas jalan
LOS = 1751.1/2068.86
= 0.84, maka nilai LOS adalah D

b. Pada kondisi Hari Senin pukul 7.00 – 8.00 WITA arah Barat:

LOS = volume kendaraan / kapasitas ruas jalan
LOS = 1515.75/2068.86
= 0.73, maka nilai LOS adalah C

Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Seluruh data biaya yang dikumpulkan melalui survei akan dikonversikan menjadi nilai dalam satuan rupiah per kilometer jarak tempuh, berikut dibawah ini adalah biaya operasional kendaraan akibat adanya hambatan samping dan tanpa adanya hambantan samping :

1) Biaya Konsumsi Bahan Bakar (BiBBMi)

Konsumsi bahan bakar utiliti (KBBMi) : 400 m = 0,4 km/liter (0,04 liter/km)

Sehingga, biaya konsumsi bahan bakar utiliti :

BiBBMj = KBBMi x HBBMj / Vr
= 0,04 km/liter x Rp 10.000 / 34,18
BiBBMj = Rp 11.702 /km

Biaya konsumsi bahan bakar utiliti tanpa adanya hambatan samping :

BiBBMj = KBBMi x HBBMj
= 0,04 km/liter x Rp 10.000
BiBBMj = Rp 400 /km

2) Biaya Konsumsi Oli (Boi)

Oli hilang akibat kontaminasi (OHKi)

OHKi = KPOi / JPOi
= 3,5/2000
= 0,001 liter/km

Konsumsi oli utiliti (Koi)

Koi = OHKi + OHOi x KBBMi
= 0,001 + (0,0000028 x 0,04)
Koi = 0,001 liter/km

Sehingga, biaya konsumsi oli utiliti :

Boi = Koi x Hoj
= 0,001 liter/km x Rp 120.000 /km
Boi = Rp 120 /km

Biaya konsumsi oli utiliti tanpa adanya hambatan samping :

Konsumsi oli utiliti (Koi)

Koi = OHKi + OHOi x KBBMi
= 0,001 + (0,0000028 x 0,04)
Koi = 0,001 liter/km

Sehingga, biaya konsumsi oli utiliti :

Boi = Koi x Hoj
= 0,001 liter/km x Rp 120.000 /km
Boi = Rp 120 /km

3) Biaya Konsumsi Suku Cadang (BPi)

Konatan (Φ) = -0,69
Koefisien parameter y1 = 0,42
Koefisien parameter y2 = 0,10
Kekerasan jalan (IRI) = 4,0 m/km

Nilai relatif suku cadang (Pi)

Pi = (Φ + y1 x IRI) (KJTi/100000)y2
= (-0,69 + 0,42 x 4,0) (400/100000)0,10
= 0,99 x 0,72
Pi = 0,71

Biaya konsumsi suku cadang :

BPi = Pi x HKBi/1000000
= 0,71 x Rp 167.900.000/1000000
BPi = Rp 119,2 /km

Biaya konsumsi suku cadang utiliti tanpa adanya hambatan samping :

BPi = Pi x HKBi/1000000
= 0,71 x Rp 167.900.000/1000000

BPi = Rp 119,2 /km

4) Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan/Mekanik

Konstanta a0 = 77,14

Konstanta a1 = 0,547

Jumlah jam pemeliharaan kendaraan (JPi)

JPi = a0 x Pia1

= 77,14 x (0,71)0,547

JPi = 63,96 jam/1000 km

Biaya upah tenaga mekanik :

BUi = JPi x UPT/1000

= 63,96 x Rp 6.180/1000

Bui = Rp 395,2 /km

Biaya upah tenaga mekanik tanpa adanya hambatan samping :

BUi = JPi x UPT/1000

= 63,96 x Rp 6.180/1000

Bui = Rp 395,2 /km

5) Biaya Konsumsi Ban (BBi)

Konstanta x = 0,01905

Koefisien 1 = 0,01489

Koefisien 2 = -

Koefisien 3 = -

Konsumsi Ban (KBi)

KBi = x + (1 x IRI) + (2 x TTR) + (3 x DTR)

= 0,01905 + (0,01489 x 4,0) + (0 x 5) + (0 x 15)

KBi = 0,078 /1000 km

Biaya konsumsi ban :

BBi = KBi x HBj / 1000

= 0,078 x Rp 550.000 / 1000

BBi = Rp 42,9 /km

Biaya konsumsi ban tanpa adanya hambatan samping:

BBi = KBi x HBj / 1000

= 0,078 x Rp 550.000 / 1000

BBi = Rp 42,9 /km

Biaya Tidak Tetap Besaran Biaya Operasional Kendaraan (BTT)

Berikut merupakan perhitungan biaya tidak tetap akibat hambatan samping, yang diperoleh dari penjumlahan komponen-komponen biaya operasional kendaraan :

BTT = BiBBMj + Boi + BPi + Bui + BBi

= Rp 11.702 + Rp 120 + Rp 119,2 + Rp 395,2 + Rp 42,9

BTT = Rp 12.378,3 /km

Perhitungan Operasional Kendaraan :

BOK = BTT x KJTi (kumulati jarak tempuh)

= Rp 12.378,3 x 0,4

BOK = Rp 4.951,72 /hari

Dan berikut ini adalah biaya tidak tetap tanpa adanya hambatan samping yang dihitung dengan mengakumulasi berbagai komponen biaya operasional kendaraan sebagaimana rincian berikut:

BTT = BiBBMj + Boi + BPi + Bui + BBi

= Rp 400 + Rp 120 + Rp 119,2 + Rp 395,2 + Rp 42,9

BTT = Rp 1.077,3 /km

Perhitungan Operasional Kendaraan :

BOK = BTT x KJTi (kumulati jarak tempuh)

= Rp 1.077,3 x 0,4

BOK = Rp 430 /hari

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis serta pembahasan yang telah dilaksanakan, maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Pertama, Hambatan samping pada ruas Jalan Jenderal Sudirman segmen RRI–UNG berada pada kategori tinggi dengan nilai 733,1 bobot kejadian. Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya kinerja lalu lintas, yang ditunjukkan dengan derajat kejenuhan sebesar 0,84 pada arah Timur (tingkat pelayanan D) dan 0,73 pada arah Barat (tingkat pelayanan C).

Kedua, Keberadaan hambatan samping mengakibatkan kapasitas efektif jalan menurun hingga 2.068,86 smp/jam dengan kecepatan arus bebas rata-rata sebesar 42,82 km/jam. Hal ini menandakan bahwa kapasitas jalan telah mencapai kondisi jenuh dan berpotensi menimbulkan kemacetan.

Ketiga, Hambatan samping memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan biaya operasional kendaraan (BOK). Untuk kendaraan tipe utilitas, BOK akibat adanya hambatan samping mencapai Rp 12.378,3/km atau sekitar Rp 4.951,72/hari, sedangkan tanpa hambatan samping hanya sebesar Rp 1.077,3/km atau Rp 430/hari.

Keempat, Dengan demikian, hambatan samping terbukti memengaruhi kecepatan kendaraan, menurunkan kapasitas jalan, serta meningkatkan biaya operasional kendaraan. Hal ini sejalan dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian, yakni menganalisis dampak hambatan samping terhadap kinerja lalu lintas serta besarnya biaya operasional kendaraan pada ruas Jalan Jenderal Sudirman segmen RRI–UNG.

REFERENSI

Archondo-Callao, R., & Faiz, A. (1994). Estimating vehicle operating costs. World Bank Technical Paper No. 234. Washington, DC: The World Bank.

Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo. (2018). Provinsi Gorontalo dalam angka 2018. BPS Provinsi Gorontalo.

Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo. (2020). Provinsi Gorontalo dalam angka 2020. BPS Provinsi Gorontalo.

Bennett, C. R., & Pedersen, L. (1987). HDM-III: Vehicle operating cost models. World Bank. http://lpcb.org/index.php/document-library/hdm-4/general-2/1987-world-bank-hdm-iii-vehicle-operating-cost-models

Bezabih, A. T., & Mergia, B. A. (2024). Measuring the level of urban traffic congestion for sustainable transportation in Addis Ababa, Ethiopia, the cases of selected intersections. Frontiers in Sustainable Cities, 6, 1366932. https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1366932

Chelladurai, P., & George, L. (2024). Automated traffic law enforcement system: A feasibility study for the congested cities of developing countries. International Journal of Innovative Technology and Interdisciplinary Sciences, 3(1), 384-395. https://doi.org/10.15157/IJITIS.2020.3.1.384-395

Chowdhury, S., Hadas, Y., Gonzalez, V. A., & Schot, B. (2018). Public transport users' and policy makers' perceptions of integrated public transport systems. Transport Policy, 61, 75-83.

Directorate General of Highways. (2005). Pedoman Biaya Operasional Kendaraan (BOK). Kementerian PUPR.

Directorate General of Highways. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Kementerian PUPR.

Fitri, R., & Rahayu, T. (2022). Impact of roadside activities on road capacity and vehicle operating costs in urban areas. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1082(1), 012045. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1082/1/012045

INRIX. (2024). Global traffic scorecard 2024. INRIX Research. https://inrix.com/scorecard/

Kadarini, S. N., Arief, E. P., & Mukti, E. T. (2024). Analysis of the level of service index on Jalan Khatulistiwa in Pontianak. Jurnal Teknik Sipil Universitas Tanjungpura. https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtsuntan/article/view/88872

Karim, M. R., Saifuzzaman, M., Hoque, M. S., & Hasan, M. K. (2022). Insights into the socio-economic impacts of traffic congestion in the port and industrial areas of Chittagong city,

Bangladesh. Case Studies on Transport Policy, 10(3), 1684-1694. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.06.013
Kiggundu, A. T. (2009). The challenge of traffic congestion in developing countries. Institute of Transportation Engineers Annual Meeting and Exhibit.
Nawaz, I., Almoshaogeh, M., Ahmed, T., Moeinaddini, M., Jamal, A., & Alharbi, F. (2024). An empirical framework to quantify the individual traffic congestion cost for private motorized vehicle users. SAGE Open, 14(2). https://doi.org/10.1177/21582440241249801
Palimbong, M. (2025). Analysis of the effect of side friction on urban road performance (Jl. Landorundun, Rantepao, Toraja). Paulus Civil Engineering Journal. http://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcej/article/view/966
Parajuli, P. M., Paudel, S., & Shrestha, P. P. (2020). The state of congestion in the developing world; The case of Gaborone, Botswana. Transportation Research Procedia, 45, 434-449. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.039
Prambudi, G. C., & Chasanah, F. (2025). Analisis pengaruh hambatan samping terhadap kinerja ruas Jalan Kaliurang km 6,3–km 6,9. Universitas Islam Indonesia Repository. https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/57392
Ramadhanty, D. A. (2025). The analysis of on-street parking influence on road performance and vehicle operational costs on Jl. Affandi Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia Repository. https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/55355
Su, S., Wang, L., & Lv, Z. (2020). Research on traffic congestion based on system dynamics: The case of Chongqing, China. Complexity, 2020, 6123896. https://doi.org/10.1155/2020/6123896
Sulistio, H., & Puspitasari, D. (2021). Estimating vehicle operating costs using HDM-VOC in Indonesian urban roads. Journal of Infrastructure and Facility Asset Management, 3(2), 45–55. https://doi.org/10.12962/jifam.v3i2.12345
The National Academies Press. (2020). Estimating the effects of pavement condition on vehicle operating costs. Transportation Research Board Special Report 328. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/22808
Wismadi, A., Sutomo, H., & Nindita, K. (2014). Calibrating road user cost model in HDM-4 for conditions prevailing in Indonesia. Procedia Engineering, 95, 228-234.
World Bank. (1987). Highway design and maintenance standards model: Vehicle operating cost study. World Bank Technical Paper.
World Bank. (1994). Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-VOC). Washington DC: World Bank.
World Bank. (1994). The World Bank's vehicle operating costs model (HDM-VOC). Infrastructure and Urban Development Department. World Bank.
World Bank. (2020). HDM-4 road use costs model documentation, version 1.10. World Bank Documents & Reports. https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/620891468337297899/hdm-4-road-use-costs-model-documentation-version-1-10
World Bank. (2024). Highway development and management model version 4.2 – Progress in the upgrade to ensure the centrality of resilience and climate change in road management. World Bank Transport Brief. https://www.worldbank.org/en/topic/transport/brief/highway-development-and-management-model
Zhan, C., Chen, A., & Wilmot, C. G. (2016). A modified hierarchical approach for calibrating vehicle operating cost models in HDM-4. Procedia Engineering, 137, 33-42.
Zhou, G., Gan, A., & Shen, L. D. (2007). Optimization of adaptive transit signal priority using parallel genetic algorithm. Journal of Advanced Transportation, 41(2), 173-190.