



KINERJA LALU LINTAS DAN ANALISIS KEMACETAN DI JALAN GAJAH MADA, BATAM

ARRAS DHIEEN ISLAMI¹, YUSRA AULIA SARI^{2*}, JOEWONO PRASTIJO³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Batam, Kepulauan Riau

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Batam, Kepulauan Riau

³Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam, Batam, Kepulauan Riau

*Corresponding Author: yusra@uib.ac.id

Naskah diterima: 26 Januari 2026. Disetujui: 4 Juli 2026. Diterbitkan: 31 Juli 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas dan kondisi kemacetan di sepanjang Jalan Gajah Mada, Batam, dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Raya Indonesia (PKJI 2023) sebagai acuan utama. Jalan Gajah Mada adalah koridor perkotaan utama di Batam yang ditandai dengan geometri jalan yang sempit dan beberapa persimpangan yang meningkatkan kemacetan lalu lintas, terutama pada jam-jam sibuk. Data primer dikumpulkan melalui survei lapangan dengan mencatat volume lalu lintas, klasifikasi kendaraan, dan geometri jalan. Kendaraan dikategorikan menjadi sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan kendaraan nonbermotor (NMV), dengan volume trafik dikonversi menjadi Unit Mobil Penumpang (PCU) berdasarkan faktor kesetaraan dalam PKJI 2023. Analisis mengungkapkan bahwa jalan tersebut memiliki total kapasitas sebesar 2.971,60 PCU/jam, dengan volume lalu lintas pada jam sibuk sebesar 2.068 PCU/jam. Tingkat saturasi (DS) sebesar 0,70 menunjukkan Level of Service (LOS) C, yang menunjukkan arus lalu lintas stabil, meskipun kecepatan semakin dipengaruhi oleh volume lalu lintas. Kemacetan ditemukan terutama disebabkan oleh keterbatasan jalan dan arus masuk dari persimpangan samping daripada parkir ilegal. Strategi yang direkomendasikan termasuk mengoptimalkan waktu sinyal, merancang ulang persimpangan, dan menawarkan rute alternatif. Peningkatan fasilitas transportasi umum juga disarankan untuk mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi.

Kata kunci : tingkat pelayanan, kemacetan lalu lintas, derajat saturasi, PKJI 2023, jam sibuk

1. PENDAHULUAN

Urbanisasi, pertumbuhan penduduk, dan meningkatnya jumlah kendaraan telah menjadi hasil dari lalu lintas global yang padat dalam beberapa dekade terakhir (Tettamanti T, 2010). Infrastruktur yang tidak sebanding dengan lonjakan jumlah pengguna jalan akan mengakibatkan kemacetan di kota-kota besar. Peningkatan mobilitas penduduk (Armah et al., 2010), proporsi spesifik berbagai moda transportasi (Q. Wang & Sun, 2019), serta manajemen transportasi yang tidak memadai semakin memperburuk masalah ini. Akibatnya, waktu tempuh menjadi lebih lama (Metz, 2018), tingkat polusi udara meningkat,

dan produktivitas menurun. Jika pengelolaan lalu lintas tidak memadai, masalah lalu lintas ini akan berdampak lebih luas pada lingkungan, ekonomi, dan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan (Q. Wang & Sun, 2019).

Kemacetan lalu lintas tetap menjadi masalah yang signifikan di Indonesia, terutama di daerah perkotaan di mana pertumbuhan tidak diimbangi dengan pembangunan infrastruktur yang memadai (Berhanu et al., 2023). Kemacetan mencakup dua klasifikasi, seperti kemacetan berulang dan tidak berulang (Kumar & Raubal, 2021), (Chow et al., 2014). Kemacetan berulang terjadi pada jam sibuk akibat jumlah kendaraan yang berlebihan. Sementara itu, kemacetan yang tidak berulang dapat terjadi ketika cuaca, zona kerja, insiden, dan peristiwa khusus mengganggu arus lalu lintas yang normal (Afrin & Yodo, 2020a). Daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi umumnya mengalami kemacetan lalu lintas yang signifikan selama jam sibuk, terutama karena sistem transportasi yang masih berorientasi pada penggunaan jalan dan kendaraan pribadi (Susilo & Imanuel, 2018). Pencegahan kemacetan yang berulang maupun tidak berulang secara efektif sangat penting untuk meningkatkan kelancaran transportasi di kota.

Batam, sebagai salah satu kota kepulauan utama di Indonesia dan pusat pertumbuhan ekonomi dan industri, merupakan contoh yang jelas tentang bagaimana pesatnya pembangunan perkotaan dan industri dapat membebani infrastruktur transportasi (Fattah et al., 2022). Analisis kinerja jalan di Batam menunjukkan bahwa peningkatan volume lalu lintas berdampak signifikan terhadap tingkat pelayanan, sehingga menekankan pentingnya upaya manajemen lalu lintas di kota (Ramadani & Sari, 2023). Penyebab kemacetan di kawasan industri antara lain antrean di persimpangan akibat lampu lalu lintas yang tidak optimal, kendaraan berat yang tidak berada di jalur yang merusak jalan dan menghalangi lalu lintas, serta angkutan umum yang berhenti sembarangan karena kurangnya perhatian terhadap infrastruktur yang menunjang kebutuhan lalu lintas yang terus melonjak (Karimi et al., 2022; Andika et al., 2022). Selain itu, kondisi drainase jalan yang buruk turut memperparah kerusakan jalan dan kemacetan di beberapa wilayah Batam, seperti Nagoya dan Batam Kota, akibat genangan air yang mengganggu arus lalu lintas (Jonathan et al., 2025). Masalah ini tidak hanya mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan, tetapi juga menghambat ekspektasi waktu tempuh karena dibutuhkan lebih banyak waktu untuk bepergian.

Di daerah yang berkembang pesat seperti Batam, transportasi memainkan peran penting dalam mendukung pembangunan dan kegiatan industri (Attah et al., 2024). Kondisi transportasi yang stabil di daerah tersebut tidak hanya mencerminkan manajemen lalu lintas yang efektif, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan mobilitas penduduk dan mempertahankan pertumbuhan ekonomi (S. Wang et al., 2021; Mahmud et al., 2012). Secara keseluruhan, faktor utama yang memengaruhi kemacetan jalan antara lain insiden, arus lalu lintas, dan kondisi jalan. Selain kurangnya kesadaran pengguna jalan terhadap peraturan rambu lalu lintas, hal ini juga memperburuk kondisi kemacetan (Zhang et al., 2023).

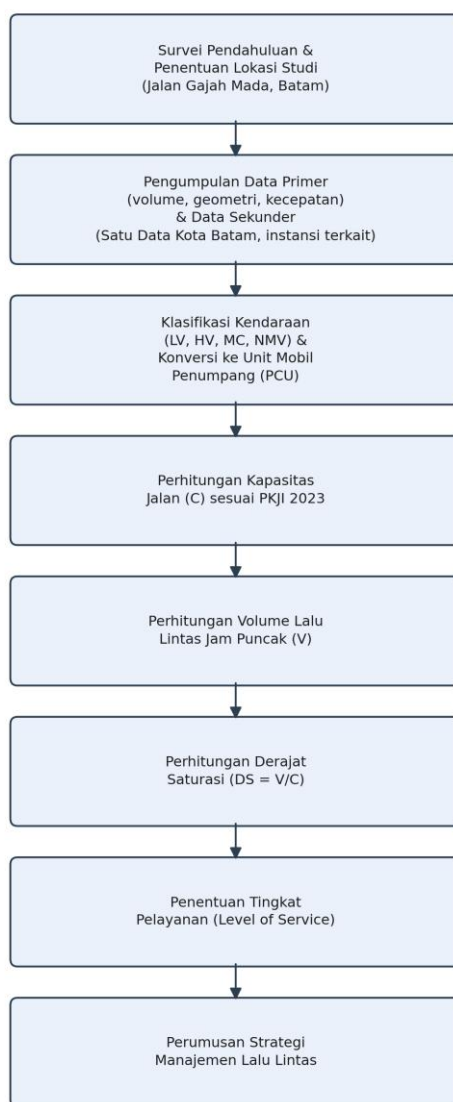
Para peneliti memfokuskan upaya untuk mengurangi kemacetan, termasuk menganalisis sistem transportasi yang ada di kawasan ini dan membangun dan mengatur sistem kontrol lalu lintas agar lebih efisien, yang dapat membuat pengambilan keputusan lebih mudah untuk langkah-langkah mitigasi multidisiplin (Droj et al., 2022; Afrin & Yodo, 2020b; Yodo et al., 2017). Berdasarkan tujuan penulisan makalah ini, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi titik-titik kemacetan. Selain itu, solusi yang diusulkan dalam penelitian ini mencakup berbagai strategi manajemen lalu lintas yang dapat diterapkan untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi pergerakan di area penelitian.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian

Studi ini menggunakan pendekatan penelitian deskriptif untuk memberikan gambaran komprehensif tentang kondisi lalu lintas pada jam sibuk serta mengembangkan strategi manajemen lalu lintas yang efektif guna mengurangi kemacetan. Penelitian dilakukan sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 sebagai pedoman teknis utama, sehingga proses pengumpulan dan analisis data memenuhi standar nasional. Studi ini menerapkan metode yang melibatkan pengumpulan, kompilasi, dan analisis data terkait lalu lintas primer dan sekunder untuk menghasilkan hasil yang akurat dan sehat secara teknis.

Tahapan penelitian secara umum mengikuti alur survei lokasi, pengumpulan data primer dan sekunder, klasifikasi serta konversi kendaraan ke PCU, perhitungan kapasitas dan volume jalan, penentuan derajat saturasi dan tingkat pelayanan, hingga perumusan strategi manajemen lalu lintas, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

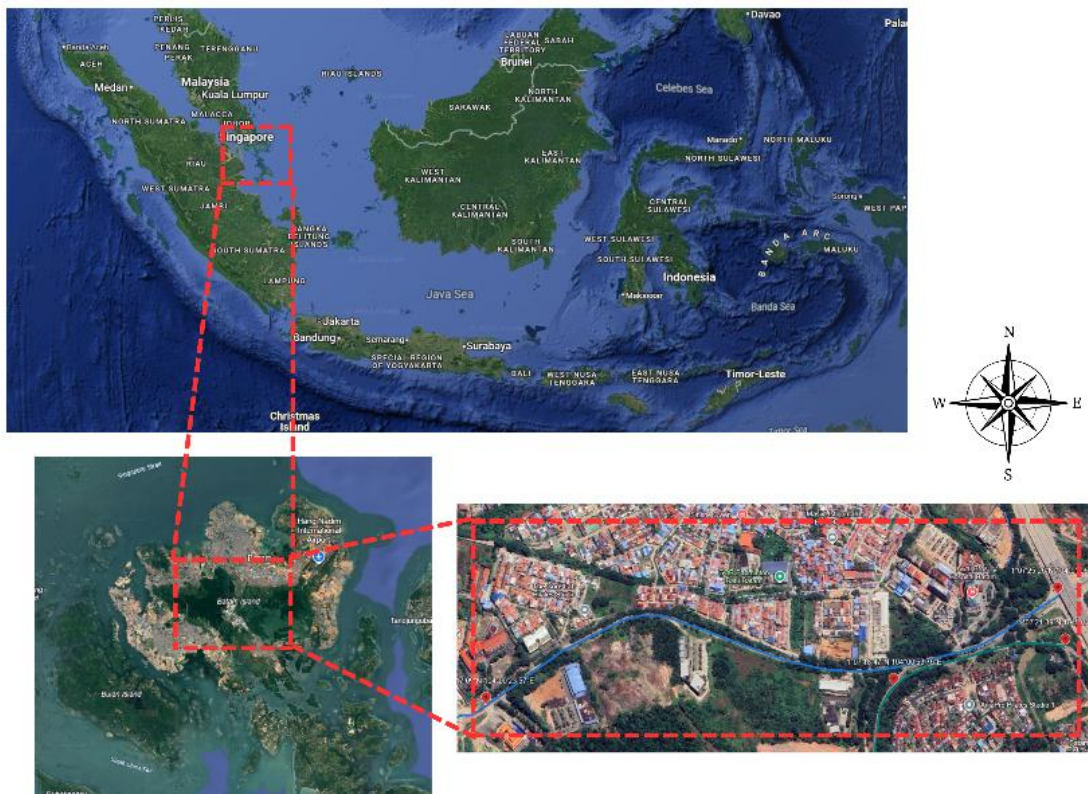


Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

2.2. Sumber Data

Data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Pengamatan lapangan dilakukan secara sistematis selama jam sibuk, khususnya dari pukul 07:00 hingga 09:00 pagi dan 16:00 hingga 18:00 sore, dengan mencatat titik awal dan akhir perjalanan yang dipilih, waktu keberangkatan dan kedatangan, serta kondisi lalu lintas yang berlaku sepanjang rute. Pengamatan ini antara lain mengukur waktu tempuh dan kecepatan kendaraan, mencatat jumlah kendaraan, serta mengukur elemen geometris jalan seperti lebar jalan, jumlah jalur, dan jenis persimpangan. Selain itu, mereka melibatkan identifikasi karakteristik fungsional daerah sekitarnya, termasuk zona komersial, perumahan, dan zona pendidikan. Pengamatan volume kendaraan diklasifikasikan menjadi tiga kategori: MC (Sepeda Motor), PC (Mobil Penumpang), dan LV (Kendaraan Ringan atau Truk Kecil). Pengukuran elemen geometris jalan dilakukan di Jalan Gajah Mada pada malam hari untuk meminimalkan gangguan lalu lintas dan memastikan akurasi, dengan menggunakan roll meter untuk mencatat dimensi secara akurat.

Lokasi survei terletak di sepanjang Jalan Gajah Mada di Kota Batam, yang dikenal sebagai salah satu koridor utama dengan volume lalu lintas tinggi pada jam-jam sibuk. Data sekunder diperoleh dari Satu Data Kota Batam dan lembaga terkait. Kumpulan data ini memberikan informasi kontekstual yang penting untuk memahami pola lalu lintas serta mendukung proses analisis teknis. Titik survei yang tepat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Survei di Jalan Gajah Mada, Kota Batam

Jalan Gajah Mada merupakan lokasi survei dalam penelitian ini sekaligus salah satu jalan arteri utama di Kota Batam yang dikenal memiliki volume lalu lintas tinggi, terutama pada jam-jam sibuk. Secara geometrik, jalan ini umumnya terdiri dari tiga lajur satu arah dengan

lebar lajur sekitar 3,5 meter serta dilengkapi median sebagai pemisah arah lalu lintas. Pada beberapa segmen, khususnya setelah dilakukan peningkatan kapasitas, jalan berkembang menjadi 4 lajur (2×2). Namun demikian, terdapat variasi kondisi geometrik seperti penyempitan jalan dan keberadaan persimpangan yang cukup padat, yang berpotensi menimbulkan hambatan samping dan kemacetan. Data sekunder diperoleh dari Satu Data Kota Batam dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Batam, serta dilengkapi dengan data dari instansi terkait, seperti Dinas Perhubungan Kota Batam, melalui publikasi dan dokumen yang tersedia. Kumpulan data ini memberikan informasi kontekstual yang penting untuk memahami pola lalu lintas serta mendukung proses analisis teknis. Titik survei yang tepat ditunjukkan pada Gambar 2.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati titik atau penampang tertentu di jalan dalam jangka waktu tertentu. Dalam penelitian ini, analisis berfokus pada Jalan Gajah Mada, dimana data volume lalu lintas yang dikumpulkan digunakan untuk menghitung tingkat kejenuhan.

Data survei diklasifikasikan ke dalam kategori berikut:

- a. Kendaraan Ringan (LV): Kendaraan bermotor roda empat, seperti mobil penumpang, dicatat menggunakan penghitungan penampang.
- b. Kendaraan Berat (HV): Kendaraan bermotor dengan lebih dari empat roda, termasuk bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar, dan kombinasi yang sesuai.
- c. Sepeda motor (MC): Kendaraan bermotor roda dua. Kendaraan nonbermotor (seperti sepeda, sepeda roda tiga, dan kereta dorong) serta pejalan kaki dikecualikan dari klasifikasi ini dan dianggap sebagai penghalang samping.
- d. Kendaraan tidak bermotor (NMV): seperti sepeda, sepeda roda tiga, dan kereta bayi. Dalam penelitian ini, mereka dikecualikan dari perhitungan volume lalu lintas dan dianggap sebagai penghalang samping.

Untuk menyatukan berbagai jenis kendaraan yang beroperasi di segmen jalan menjadi satu jenis referensi, yaitu mobil penumpang, digunakan faktor koreksi yang disebut Unit Mobil Penumpang (PCU). Nilai faktor koreksi ini untuk kelompok kendaraan bermotor yang berbeda mengacu pada PKJI 2023.

2.4. Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis dengan prosedur PKJI 2023, diawali dengan perhitungan derajat saturasi (V/C ratio) dengan menggunakan persamaan:

$$DS = \frac{V}{C} \quad (1)$$

Di mana DS adalah tingkat saturasi, V adalah volume lalu lintas (pcu/jam), dan C adalah kapasitas jalan (pcu/jam). Kapasitas jalan (C) dihitung menggunakan persamaan umum PKJI 2023:

$$C = C_0 \times FCLJ \times FCPA \times FCHS \times FCUK \quad (2)$$

Di mana C_0 adalah kapasitas dasar (pcu/jam), FCLJ adalah faktor penyesuaian lebar jalur, FCPA adalah faktor penyesuaian pemisahan arah, FCHS adalah faktor penyesuaian gesekan samping dan jarak trotoar, serta FCUK adalah faktor penyesuaian ukuran kota. Berdasarkan nilai DS, Level of Service (LOS) ditentukan sesuai dengan kriteria PKJI 2023. Level of Service (LoS) menurut PKJI 2023 ditentukan berdasarkan Tingkat Saturasi (DS), yaitu rasio V/C . LOS A didefinisikan sebagai $DS \leq 0,20$, yang menunjukkan kondisi lalu lintas yang mengalir bebas dengan kecepatan tinggi dan penundaan minimal. LOS B terjadi ketika $0,20 < DS \leq 0,44$, yang mewakili aliran stabil di mana kecepatan sedikit dipengaruhi oleh volume lalu lintas. LOS C didefinisikan sebagai $0,45 < DS \leq 0,74$, di mana lalu lintas tetap stabil, tetapi kecepatan dan kemampuan manuver kendaraan semakin dipengaruhi oleh volume lalu lintas. LOS D berada dalam kisaran $0,75 < DS \leq 0,84$, mencerminkan kondisi yang mendekati aliran tidak stabil, di mana pengemudi masih mempertahankan kendali tetapi memiliki kebebasan bergerak yang terbatas. LOS E ditandai dengan $0,85 < DS \leq 1,00$, di mana arus lalu lintas menjadi tidak stabil, kecepatan rendah, dan volume lalu lintas mendekati kapasitas maksimum jalan. Terakhir, LOS F terjadi ketika $DS \geq 1,00$, menunjukkan aliran paksa atau breakdown, di mana kecepatan sangat rendah, permintaan melebihi kapasitas, dan antrean kendaraan yang panjang terbentuk.

Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kemacetan dan menjadi dasar pengembangan strategi manajemen lalu lintas alternatif, seperti konfigurasi ulang arus lalu lintas, pengalihan rute, penambahan rambu, penyesuaian waktu sinyal, serta pengaturan parkir dan aktivitas di pinggir jalan.

Tabel 1. Faktor Penyesuaian Kapasitas Jalan Berdasarkan PKJI 2023

Komponen	Deskripsi	Nilai
Kapasitas Dasar (C_0)	2/1	3400
Faktor Penyesuaian Lebar Jalan (FCLJ)	3 m	0.91
Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCPA)	50-50	1
Gesekan Samping dan Faktor Penyesuaian Trotoar (FCHS)	1 m	0.95
Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCUK)	1.294.548	1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan mengacu pada kemampuan ruas jalan untuk mengakomodasi arus atau volume lalu lintas. Kapasitas jalan dari Jl. Gajah Mada ke Jl. Gajah Mada:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Gajah Mada

CO	FCLJ	FCPA	FCHS	FCUK	C (PCU/hour)
3400	0.92	1	0.95	1	2971.60

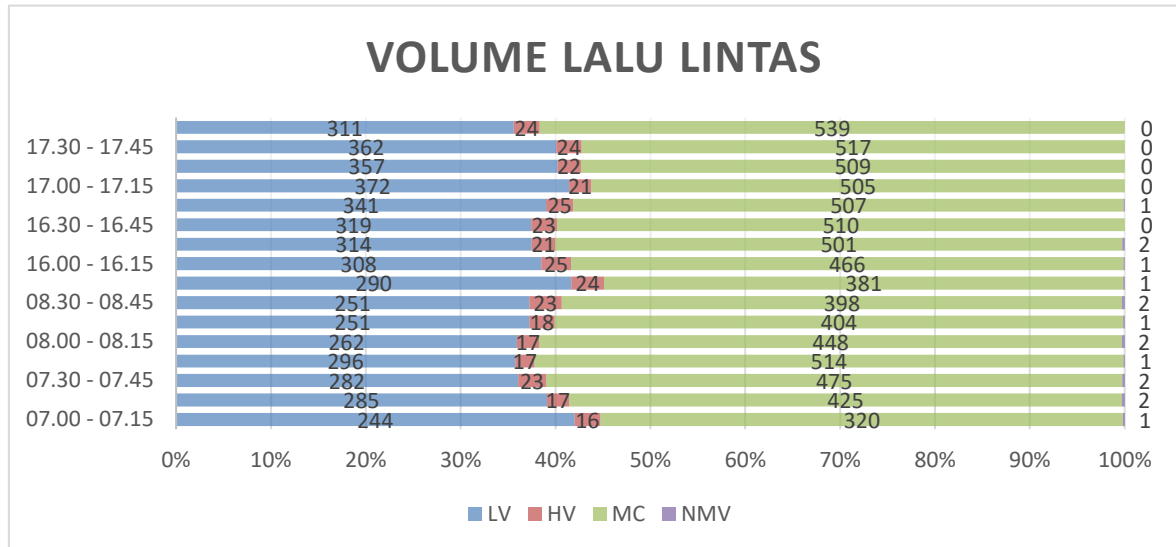
Berdasarkan perhitungan di atas, total kapasitas jalan menuju JL. Gajah Mada adalah 2971,60 PCU/jam. Nilai ini menandakan bahwa jalan menuju Jl. Gajah Mada efektif berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Raya Indonesia (PKJI) 2023.

Standar nilai efektif yang dimaksud mengacu pada ambang batas derajat saturasi (DS) maksimum sebesar 0,85 sebagaimana ditetapkan dalam PKJI 2023 (Peraturan Menteri PUPR No. 5 Tahun 2023) sebagai batas kinerja ruas jalan yang masih dapat diterima. Kapasitas ruas Jalan Gajah Mada sebesar 2.971,60 PCU/jam dinyatakan efektif karena

mampu mengakomodasi volume lalu lintas jam sibuk sebesar 2.068 PCU/jam, menghasilkan DS sebesar 0,70, yang masih berada di bawah ambang batas tersebut.

3.2 Volume Lalu Lintas

Volume arus lalu lintas mengacu pada jumlah kendaraan yang melewati jalan yang diteliti, di mana data yang disertakan adalah volume lalu lintas, yang dihitung setiap jam. Volume arus lalu lintas dihitung berdasarkan arus lalu lintas di wilayah Jl. Gajah Mada. Berikut data jumlah kendaraan yang melewati Jl. Gajah Mada dipindahkan ke daerah lain, yang diidentifikasi saat survei.



Gambar 3. Volume Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survei, jenis kendaraan dengan volume tertinggi adalah sepeda motor (MC), dengan total 7.419 kendaraan yang tercatat selama masa observasi. Hal ini menunjukkan bahwa sepeda motor merupakan moda transportasi yang paling dominan digunakan oleh pengguna jalan di daerah tersebut. Di posisi kedua adalah kendaraan ringan (LV), yang meliputi mobil dan pikap, dengan total 4.845 kendaraan. Meski tidak sebanyak sepeda motor, kendaraan ringan tetap berkontribusi signifikan terhadap arus lalu lintas dan kemacetan di jalan. Selanjutnya, kendaraan berat (HV) menempati urutan ketiga dengan total 340 kendaraan. Meskipun volumenya relatif kecil, kendaraan berat seperti truk dan bus memiliki dampak yang cukup besar pada kapasitas dan kondisi jalan karena ukurannya dan muatannya yang besar. Terakhir, kendaraan non-motorized (NMV), seperti sepeda, pedicab, dan gerobak dorong, tercatat sebanyak 16 unit. Jumlahnya sangat kecil dan tidak termasuk dalam perhitungan volume lalu lintas utama, tetapi masih tercatat sebagai penghalang samping yang dapat memengaruhi kelancaran arus kendaraan bermotor.

Menurut PKJI 2023, faktor koreksi kendaraan adalah LV = 1, HV = 1,3, MC = 0,5, dan NMV = 0.

Komposisi lalu lintas memengaruhi hubungan kecepatan aliran jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam kendaraan/jam, yaitu tergantung pada rasio sepeda motor atau kendaraan berat terhadap arus lalu lintas. Namun, jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (PCU), maka kecepatan dan kapasitas kendaraan ringan (PCU/jam) tidak dipengaruhi oleh komposisi arus lalu lintas.

Dalam manual, nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang per unit (PCU). Semua nilai arus lalu lintas, (per arah dan total) diubah menjadi unit mobil penumpang (PCU) menggunakan kesetaraan mobil penumpang yang diturunkan secara empiris untuk jenis kendaraan berikut:

- a. Kendaraan ringan (LV), termasuk mobil penumpang, minibus, pick-up, truk kecil, dan jip. Secara umum, semua kendaraan roda 4 termasuk truk kecil.
- b. Sepeda motor (MC) adalah kendaraan bermotor roda dua.
- c. Efek kendaraan nonbermotor termasuk sebagai peristiwa terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping. Ekuivalen mobil penumpang (EMP) untuk setiap jenis kendaraan tergantung pada jenis jalan dan total arus lalu lintas yang dinyatakan dalam kendaraan/jam.
- d. Kesetaraan mobil penumpang merupakan faktor yang menunjukkan perbedaan jenis kendaraan dibandingkan dengan kendaraan ringan dalam hal pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan dengan sisi yang sama, $EMP = 1,0$). Unit Mobil Penumpang (PCU) adalah unit arus lalu lintas di mana arus berbagai jenis kendaraan diubah menjadi lalu lintas kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) menggunakan setara mobil penumpang (EMP). Mereka dapat dihitung berdasarkan data yang diperoleh, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Volume Lalu Lintas pada Unit Mobil Penumpang (PCU)

Jenis Kendaraan	Faktor Koreksi	Volume (smp/jam)	Total
Kendaraan Ringan	1	4845	4845
Kendaraan Berat	1.3	340	442
Sepeda motor	0.5	7419	3709.5
Kendaraan Non-Bermotor	0	16	0
Qtot (smp/jam)			8996.5

Data berikut diperoleh dari kendaraan yang melintas di Jalan Gajah Mada. Berdasarkan Tabel 3, hasil survei menunjukkan volume lalu lintas sebesar 8.996,5 PCU/jam. Nilai Qtot sebesar 8.996,5 smp/jam pada Tabel 3 merupakan hasil konversi seluruh volume kendaraan yang tercatat selama periode observasi (07.00-09.00 dan 16.00-18.00) ke dalam satuan mobil penumpang (smp), dan digunakan untuk mengetahui komposisi serta kontribusi masing-masing jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas total. Nilai ini berbeda dengan volume jam puncak (V) sebesar 2.068 PCU/jam pada Tabel 4, yang merupakan volume tertinggi dalam satu jam pengamatan dan menjadi dasar perhitungan derajat saturasi ($DS = V/C$). PKJI 2023 tidak menetapkan batasan mutlak terhadap nilai Q itu sendiri; nilai Q dievaluasi secara relatif terhadap kapasitas jalan (C) melalui rasio DS , dengan batas kinerjanya ditetapkan sebesar maksimum 0,85 sebagaimana dijelaskan pada bagian Tingkat Saturasi

3.3 Tingkat Saturasi

Analisis tingkat saturasi digunakan untuk menentukan tingkat saturasi pada suatu ruas jalan. Secara teoritis, tingkat saturasi berkisar antara 0 hingga 1, artinya, nilai yang mendekati 1 menunjukkan kondisi jalan mendekati saturasi. Derajat kejenuhan jalan dari Jl. Gajah Mada. Berdasarkan hasil analisis, kapasitas ruas Jalan Gajah Mada adalah 2.971,60 PCU/jam, sedangkan volume lalu lintas pada jam sibuk mencapai 2.068 PCU/jam. Nilai

derajat saturasi (DS) yang diperoleh sebesar 0,70, yang sesuai dengan kriteria Level of Service (LOS) C menurut PKJI 2023.

Tabel 4. Derajat Saturasi (DS) di Jalan Gajah Mada

Komponen	Nilai
Volume (V)	2,068
Kapasitas (C)	2971.60
DS	0.70

Dari analisis perhitungan di Tabel 4, derajat saturasi adalah 0,70. Nilai ini masih berada pada ambang batas maksimum yang ditetapkan dalam PKJI 2023. Berdasarkan sistem klasifikasi dalam PKJI 2023, hal ini sesuai dengan Level of Service (LOS C), yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas di Jalan Gajah Mada tetap stabil dan dapat diterima, meskipun interaksi kendaraan sudah mulai memengaruhi kecepatan.

Ambang batas maksimum yang dimaksud adalah $DS \leq 0,85$, sesuai dengan batas kinerja ruas jalan yang ditetapkan dalam PKJI 2023 (Peraturan Menteri PUPR No. 5 Tahun 2023). Nilai DS Jalan Gajah Mada sebesar 0,70 berada di bawah ambang batas tersebut, sehingga kondisi lalu lintas masih dikategorikan stabil dan dapat diterima meskipun mulai menunjukkan gejala kepadatan.

3.4 Tingkat Layanan/ Level of Service (LOS)

Level of Service (LoS) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas. Bahwa volume dan kecepatan jalan merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat layanan, sebagaimana tercermin dalam rumus perhitungan tingkat layanan.

Tabel 4. Kriteria Tingkat Pelayanan (LOS) Menurut PKJI 2023

Tingkat Layanan (LoS)	Rasio (V/C)	Karakteristik
C	$0.45 < DS \leq 0.74$	Arus stabil, tetapi kecepatan mulai dipengaruhi oleh lalu lintas.

Level of Service (LoS) yang diperoleh dalam penelitian ini berada pada level C. Acuan ini didasarkan pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023). Pada tingkat ini, kondisi lalu lintas ditandai dengan arus yang stabil, tetapi volume lalu lintas secara signifikan memengaruhi kecepatan kendaraan. Pengemudi masih memiliki kendali atas perilaku mengemudi mereka. Namun, kebebasan mereka dalam memilih kecepatan terbatas karena meningkatnya kepadatan lalu lintas. Hal ini menandakan bahwa meskipun jalan masih beroperasi dalam kondisi stabil, kemacetan mulai muncul dan dapat memengaruhi kenyamanan perjalanan.

Hasil analisis pada Jalan Gajah Mada dengan DS 0,70 dan LOS C menunjukkan pola yang konsisten dengan studi kinerja ruas jalan lain di Kota Batam. Pada Jalan Yos Sudarso, misalnya, Ramadani dan Sari (2023) melaporkan volume lalu lintas sebesar 3.599,4 PCU/jam dengan kapasitas 6.468 PCU/jam, menghasilkan DS sebesar 0,56 dan LOS C, sehingga kondisi arus lalu lintas pada ruas tersebut masih tergolong nyaman. Dibandingkan dengan Jalan Yos Sudarso, Jalan Gajah Mada memiliki DS yang lebih tinggi meskipun berada pada kategori LOS yang sama, yang mengindikasikan bahwa tekanan volume lalu lintas terhadap kapasitas jalan di Jalan Gajah Mada relatif lebih besar. Kondisi ini sejalan dengan temuan Karimi et al. (2022) yang menekankan bahwa keterbatasan lebar jalur dan

konflik pergerakan di persimpangan merupakan faktor dominan penyebab penurunan kinerja ruas jalan perkotaan, sebagaimana juga diamati dalam penelitian ini melalui pengaruh persimpangan samping terhadap arus lalu lintas utama. Selain itu, hasil ini turut menguatkan temuan Susilo dan Imanuel (2018) mengenai pentingnya rekayasa lalu lintas, seperti pengaturan sistem satu arah dan optimasi persimpangan, sebagai strategi mitigasi kemacetan pada koridor jalan dengan hambatan samping yang tinggi.

3.5 Optimasi Strategi dan Manajemen Lalu Lintas

Lebar jalur yang terbatas dan manuver belok kanan terbukti menjadi faktor utama penyebab kemacetan lalu lintas. Berdasarkan pengamatan lalu lintas di Jalan Gajah Mada, permasalahan utama yang diidentifikasi adalah lebar jalan yang terbatas, adanya beberapa persimpangan, dan penambahan arus kendaraan dari jalan penghubung, yang semuanya berkontribusi terhadap kemacetan pada jam-jam sibuk. Untuk mengatasi tantangan tersebut, beberapa strategi dapat diusulkan. Pertama, mengoptimalkan arus lalu lintas di persimpangan sangat penting, yang dapat dicapai melalui penyesuaian waktu sinyal lalu lintas, penempatan petugas lalu lintas selama jam sibuk, serta penerapan aturan prioritas yang jelas bagi kendaraan yang masuk dari jalan samping. Kedua, langkah-langkah rekayasa lalu lintas, seperti menyediakan jalur belok khusus di titik-titik kritis, diperlukan untuk mencegah kendaraan yang berbelok mengganggu arus lalu lintas utama. Ketiga, pemasangan rambu lalu lintas dan marka jalan yang jelas diperlukan untuk memandu pengemudi dan meminimalkan perlambatan yang tidak perlu di persimpangan. Keempat, koordinasi dengan layanan transportasi umum penting untuk mencegah pemberhentian mendadak yang semakin membatasi ruang jalan yang sudah terbatas. Terakhir, meningkatkan kesadaran pengemudi akan kepatuhan terhadap peraturan lalu lintas dan disiplin di persimpangan sangat penting untuk menjaga kelancaran arus lalu lintas. Sebagai alternatif jangka menengah, penerapan desain bundaran (roundabout) pada titik-titik persimpangan kritis juga dapat dipertimbangkan, mengingat desain ini terbukti mampu meningkatkan keselamatan dan efisiensi arus lalu lintas di persimpangan perkotaan (Sari et al., 2025). Dengan langkah-langkah ini, kondisi lalu lintas di Jalan Gajah Mada diharapkan menjadi lebih efisien meskipun kapasitas jalannya terbatas

4 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis Jalan Gajah Mada menggunakan PKJI 2023, jalan tersebut memiliki kapasitas 2.971,60 PCU/jam dengan volume lalu lintas pada jam sibuk sebesar 2.068 PCU/jam. Nilai derajat saturasi (DS) sebesar 0,70 menunjukkan Level of Service (LOS) C. Ini menunjukkan arus lalu lintas yang stabil, tetapi kecepatan semakin dipengaruhi oleh kemacetan. Masalah utama yang diidentifikasi termasuk lebar jalan yang sempit dan arus kendaraan tambahan dari beberapa persimpangan, yang mengurangi kinerja jalan pada jam-jam sibuk. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa meskipun jalan masih beroperasi sesuai standar layanan yang dapat diterima, strategi manajemen kemacetan harus segera diterapkan. Solusi yang direkomendasikan mencakup pengoptimalan desain persimpangan, penyesuaian waktu sinyal, penyediaan rute alternatif, serta peningkatan pilihan transportasi umum. Pelaksanaan langkah-langkah tersebut diharapkan dapat meningkatkan arus lalu lintas, mengurangi penundaan, serta menjaga keberlanjutan mobilitas perkotaan di Batam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didukung oleh hibah penelitian dari Universitas Internasional Batam, Indonesia. Penulis menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrin, T., & Yodo, N. (2020a). A survey of road traffic congestion measures towards a sustainable and resilient transportation system. *Sustainability*.
- Afrin, T., & Yodo, N. (2020b). A survey of road traffic congestion measures towards a sustainable and resilient transportation system. *Sustainability*.
- Andika, I., Rifai, A. I., Isradi, M., & Prasetijo, J. (2022). A Traffic Management System for Minimization of Intersection Traffic Congestion: Case Bengkong Junction, Batam. *IJEED International Journal Of Entrepreneurship And Business Development*.
- Armah, F. A.; Yawson, D. O., & Pappoe, A. A. (2010). A systems dynamics approach to explore traffic congestion and air pollution link in the city of Accra, Ghana. *Sustainability*, 252–265.
- Attah, R. U., Garba, B. M. P., Gil-Ozoudeh, I., & Iwuanyanwu, O. (2024). Advanced financial modeling and innovative financial products for urban development: strategies for economic growth. *Int J Eng Res Dev*, 1362–1373.
- Berhanu, Y., Alemayehu, E., & Schröder, D. (2023). Examining Car Accident Prediction Techniques and Road Traffic Congestion: A Comparative Analysis of Road Safety and Prevention of World Challenges in Low-Income and High-Income Countries. *Journal of Advance Transportation*.
- Chow, A. H., Santacreu, A., Tsapakis, I., Tanasaranond, G., & Cheng, T. (2014). Empirical assessment of urban traffic congestion. *Journal of Advanced Transportation*, 48(8), 1000–1016.
- Droj, G., Droj, L., & Badea, A. C. (2022). GIS-based survey over the public transport strategy: An instrument for economic and sustainable urban traffic planning. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 16.
- Fattah, M. A., Morshed, S. R., & Kafy, A. A. (2022). Insights into the socio-economic impacts of traffic congestion in the port and industrial areas of Chittagong city, Bangladesh. *Transportation Engineering*.
- Jonathan, Sari, Y. A., & Rifai, A. I. (2025). Effects of Poor Drainage Towards Road Functionality. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 6(2), 270–279.
- Karimi, H., Ghadirifaraz, B., Shetab Boushehri, S. N., Hosseininassab, S. M., & Rafiei, N. (2022). Reducing traffic congestion and increasing sustainability in special urban areas through one-way traffic reconfiguration. *Transportation*, 37–60.
- Kumar, N., & Raubal, M. (2021). Applications of deep learning in congestion detection, prediction and alleviation: A survey. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*.
- Mahmud, K., Gope, K., & Chowdhury, S. M. R. (2012). Possible causes & solutions of traffic jam and their impact on the economy of Dhaka City. *J. Mgmt. & Sustainability*.
- Metz, D. (2018). Tackling urban traffic congestion: The experience of London, Stockholm and Singapore. *Case Studies on Transport Policy*, 494–498.
- Ramadani, K. G., & Sari, Y. A. (2023). The Road Performances Analysis in Jalan Yos Sudarso, Batam-Indonesia. *LEADER: Civil Engineering and Architecture Journal*, 203–210.
- Sari, Y. A., Indrawan, R. S., Rifai, A. I., Mohd Lazi, M. K. A., & Indrastuti. (2025). Roundabouts in Urban Mobility: A Bibliometric Review of Design and Performance. *International Journal of Transport Development and Integration*, 9(1), 27–37.

- Susilo, B. H., & Imanuel, I. (2018). Analisis Lalu Lintas Penerapan Sistem Satu Arah di Kawasan Dukuh Atas, Jakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 105–114.
- Tettamanti T. (2010). Distributed traffic control system based on model predictive control. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 3–9.
- Wang, Q., & Sun, H. (2019). Traffic structure optimization in historic districts based on green transportation and sustainable development concept. *Advances in Civil Engineering*.
- Wang, S., Stern, R., & Levin, M. W. (2021). Optimal control of autonomous vehicles for traffic smoothing. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 3842–3852.
- Yodo, N., Wang, P., & Rafi, M. (2017). Enabling resilience of complex engineered systems using control theory. *IEEE Transactions on Reliability*, 53-65A.
- Zhang, Y., Wang, C., Yu, R., Wang, L., Quan, W., Gao, Y., & Li, P. (2023). The advance dataset and its application in typical congestion scenarios of traffic jam pilot systems. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 3312–3323.