



# ANALISIS PENGARUH PELEBARAN JALAN TERHADAP VOLUME LALU LINTAS DI KOTA BATAM: STUDI KASUS JALAN SUDIRMAN

Fetru Gemah Putra<sup>1</sup>, Yusra Aulia Sari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam

fetruptra@email.com

Naskah diterima : 04 September 2023. Disetujui: 20 September 2023. Diterbitkan : 30 September 2023

## ABSTRAK

Masalah utama yang paling umum dihadapi oleh kota-kota metropolitan saat ini adalah kemacetan lalu lintas. Faktor-faktor seperti urbanisasi dan jumlah kendaraan yang tinggi di jalan raya telah menyebabkan masalah ini semakin memburuk dari waktu ke waktu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana perubahan kapasitas jalan di Kota Batam dapat mempengaruhi lalu lintas di jalan Jenderal Sudirman. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan survei langsung di lokasi. Hasil survei menunjukkan bahwa jalan Jenderal Sudirman memiliki tingkat pelayanan jalan yang memadai.

**Kata kunci** : Pelebaran Jalan, Volume Lalu Lintas, Kepuasan Masyarakat.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemacetan lalu lintas telah menjadi masalah utama yang paling banyak dihadapi kota metropolitan [3]. Hal ini dikarenakan urbanisasi dan penggunaan kendaraan jalan raya yang tinggi, masalah kemacetan lalu lintas semakin meningkat secara bertahap. Beberapa perusahaan swasta berperan penting dalam menciptakan kemacetan di kota-kota besar, karena mereka menyediakan layanan kendaraan roda dua dan empat yang mudah diakses. Kemacetan lalu lintas di daerah perkotaan atau non-perkotaan berdampak pada pemborosan waktu dan energi, meningkatkan polusi dan stres, menurunkan produktivitas, dan meningkatkan biaya bagi masyarakat dan negara untuk membiayai pengeluaran. Masalah kemacetan lalu lintas merupakan tantangan

yang dihadapi oleh kota metropolitan, kota menengah, dan kota kecil.

Kemacetan juga terjadi di beberapa daerah di Indonesia. Kota-kota besar sering menghadapi masalah kemacetan, terutama di daerah yang kurang memiliki sistem transportasi publik yang baik atau memadai. Selain itu, masalah kemacetan juga bisa terjadi akibat ketidakseimbangan antara kebutuhan jalan dengan tingkat kepadatan penduduk. Contohnya, situasi di Jakarta [5]. Masalah kemacetan merupakan salah satu tantangan yang dihadapi oleh masyarakat Jakarta, di mana kemacetan terjadi sepanjang hari mulai dari pukul 6 pagi hingga pukul 9 malam pada hari kerja. [6] Dengan kondisi Jakarta sebagai ibukota yang dimana menyebabkan banyaknya orang merantau kesana, dengan padatnya penduduk seiring jalannya waktu membuat peningkatan terhadap volume lalu

lintas. Selain faktor-faktor tersebut, kemacetan di Kota Jakarta juga disebabkan oleh tingginya penggunaan kendaraan pribadi di jalan raya, kurangnya ketersediaan transportasi umum yang memadai bagi masyarakat, serta kondisi infrastruktur jalan yang buruk.

Kemacetan adalah situasi di mana terjadi akumulasi kendaraan yang berlebihan di jalan. Penumpukan ini terjadi karena jumlah kendaraan yang melampaui kapasitas infrastruktur dan fasilitas lalu lintas yang ada [5]. Kota Batam merupakan salah satu kota yang mengalami masalah kemacetan yang signifikan. Untuk mengatasi masalah tersebut, saat ini banyak dilakukan perombakan atau pelebaran akses jalan raya di berbagai bagian kota Batam. Tujuan dari perombakan ini adalah untuk mengurangi tingkat kemacetan yang dapat menghambat kelancaran kegiatan di Batam. [14]. Contohnya pada jalan jendral Sudirman terjadi peningkatan volume lalu lintas pada saat jam sibuk Ketika berangkat dan pulang kerja. Penyebab lain dari meningkatnya volume lalu lintas, ialah sempitnya ruas jalan yang dilalui masyarakat yang dimana menyebabkan kepadatan lalu lintas.

Seiring meningkatnya jumlah kendaraan yang melintas di jalan-jalan utama perkotaan, dibutuhkan peningkatan kapasitas pada ruas jalan tersebut. Salah satu cara yang umum dilakukan adalah dengan melakukan pelebaran ruas jalan ke arah dua sisi. [5]. Oleh karena itu kita harus memanfaatkan lahan kosong untuk melakukan pelebaran jalan. Kegiatan pelebaran jalan dilakukan untuk menambah ruas jalan dari 2 hingga 4 di setiap sisi jalan. Kegiatan infrastruktur ini dilakukan untuk mengurangi angka peningkatan pada volume lalu lintas, dan agar dapat membuat keamanan dan kenyamanan bagi para pengguna jalan raya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dampak dari perubahan kapasitas ruas jalan di Kota Batam terhadap lalu lintas di jalan Jenderal Sudirman. Penelitian ini dapat mengetahui kepadatan volume lalu lintas pada saat sebelum dan sesudah dilaksanakannya kegiatan pelebaran jalan. Agar pembaca dapat mengetahui informasi terkait perubahan jalan yang mereka lalu setiap harinya. Dan

Mengetahui informasi terkait penyebab terjadinya kepadatan volume lalu lintas.

## **1.2. Tinjauan Pustaka**

Jumlah migran yang berdatangan ke Batam membuat kawasan sekitar Jalan Jenderal Sudirman telah menyebabkan perubahan pemanfaatan lahan di daerah tersebut. Pemanfaatan lahan dan sistem transportasi pada lingkungan perkotaan saling mempengaruhi satu sama lainnya. Perkembangan pada salah satu aspek akan menyebabkan perkembangan pada aspek lainnya [15]. Kini, kawasan tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan para migran dan masyarakat lokal. Pemanfaatan lahan dengan volume pergerakan weekdays dan weekends menunjukkan hasil bahwa kedua hal tersebut memiliki hubungan yang kuat dengan korelasi positif [15].

Drainase memiliki peranan yang sangat penting dalam perencanaan infrastruktur suatu wilayah. Namun, saat ini sistem drainase konvensional yang telah ada masih belum mampu mengatasi dengan optimal besarnya genangan yang terjadi. [7] Genangan air merupakan masalah yang terjadi setiap tahunnya, terutama saat musim hujan tiba di daerah perkotaan. Salah satunya Simpang Bersinyal disalah satu daerah jalan sman, dan beberapa daerah Batam lainnya. Perlu dipikirkan terkait drainase sebagai factor pertimbangan dalam pelebaran jalan karena berperan penting ketika hujan.

Jalan adalah infrastruktur yang sangat penting bagi penggunaannya agar kenyamanan dalam berkendara dapat dirasakan. Perkembangan jalan juga memberikan kemudahan dalam transportasi serta memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kelancaran lalu lintas. Maka perlu keahlian dalam memilih dan mengolah bahan pada infrastruktur jalan, agar tidak terjadi kejadian yang tidak diinginkan. Peningkatan volume lalu lintas pada suatu ruas jalan dapat menjadi penyebab kerusakan pada konstruksi jalan. Selain itu, pemadatan yang tidak memadai pada lapisan tanah dasar juga dapat menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengamatan kondisi tingkat pelayanan suatu jalan guna

mengevaluasi tingkat kerusakan yang terjadi. Hal ini akan membantu dalam menentukan langkah penanganan dan perawatan yang tepat untuk [5].

Banyaknya migran dan wisatawan datang ke Batam membuat penggunaan transportasi umum meningkat. Dengan banyaknya transportasi umum perlu dibuatkannya jalur khusus yaitu Bus Way. Dengan terlaksanakannya jalur ini membuat jalan tidak macet dikarenakan transportasi tidak menggunakan ruas jalan kendaraan lain. Dengan Masyarakat menggunakan transportasi umum dapat mengurangi dampak kepadatan pada volume lalu lintas. Contoh Transportasi umum yang dapat digunakan di Batam adalah TransBatam. TransBatam sudah memiliki titik halte di penjuru Kota Batam.

### **1.2.1 Dampak pelebaran jalan guna mengurangi peningkatan volume lalu lintas**

Kemacetan terjadi Ketika volume kendaraan melebihi kapasitas jalan, yang mengakibatkan situasi atau kondisi dimana lalu lintas tersendat atau bahkan berhenti. Dalam rangka mengatasi masalah tersebut, pemerintah daerah melakukan pelebaran jalan guna meningkatkan kapasitas dan tingkat pelayanan jalan tersebut.[9]. Dengan melakukan pelebaran jalan masyarakat dapat menuju ke destinasi masing-masing dengan nyaman dan tepat waktu.

Dengan kondisi jalan yang sempit dan belum dilakukan pelebaran dapat menyebabkan kemacetan. Dalam situasi kemacetan, pengendara cenderung kehilangan kesabaran dan kurang disiplin, yang pada akhirnya malah memperburuk kondisi kemacetan. Jam-jam rawan terjadinya kemacetan meliputi saat jam berangkat sekolah, berangkat kerja, jam pulang kerja, akhir pekan, dan hari libur [11]. Dengan kondisi kepadatan pada lalu lintas membuat banyak kecelakaan. Dalam kejadian kecelakaan, selalu terdapat unsur ketidaksengajaan dan kejadian yang tidak terduga, yang dapat menyebabkan perasaan terkejut dan trauma bagi mereka yang mengalami kecelakaan tersebut [16].

Kerusakan jalan yang terjadi di sejumlah ruas jalan mengakibatkan dampak yang signifikan, terutama bagi para pengguna jalan. Dampak tersebut meliputi waktu tempuh yang lebih lama, kemacetan, kecelakaan, dan masalah lainnya. [8]. Terdapat korelasi antara kerusakan permukaan jalan dan kecepatan kendaraan. Semakin parah kerusakan permukaan jalan, kecepatan kendaraan akan semakin terbatas. Sebaliknya, jika permukaan jalan dalam kondisi baik, kendaraan dapat melaju dengan kecepatan yang lebih tinggi. [10]. Penting untuk memperhatikan hal ini guna mencegah penurunan kualitas jalan akibat kerusakan pada permukaannya. [8]. Oleh karena itu perlunya pembangunan infrastruktur untuk mengurangi kerusakan jalan yang diakibatkan dari kemacetan

Kemacetan lalu lintas berdampak pada sektor ekonomi dan sosial, terutama bagi para pengguna jalan. Kendaraan memiliki peran penting dalam memfasilitasi mobilitas orang dan barang [13]. Dari Perspektif ekonomi, Kepadatan lalu lintas disebabkan oleh tingginya jumlah orang yang menggunakan mobil dan kendaraan berat, yang pada akhirnya membutuhkan kondisi ekonomi yang baik untuk memiliki kendaraan tersebut. Dan kemacetan dapat mengakibatkan biaya tambahan untuk pembelian bahan bakar kendaraan dan biaya perawatan kendaraan yang lebih tinggi [13].

### **1.2.2 Pengaruh pelebaran jalan terhadap kepuasan masyarakat**

Infrastruktur merujuk pada sarana fisik yang dibangun atau diperlukan oleh pemerintah untuk memenuhi fungsi-fungsi pemerintahan, seperti penyediaan air, tenaga listrik, sistem pembuangan limbah, transportasi, dan layanan serupa. Tujuannya adalah untuk memfasilitasi pencapaian tujuan sosial dan ekonomi [12]. Pembangunan infrastruktur dalam bidang transportasi juga dapat dilakukan, salah satunya dengan adanya pelebaran jalan. Hal ini dilakukan tentunya dengan memperhatikan manfaatnya.

Pembangunan infrastruktur tentunya harus memerhatikan kepuasan penggunaannya. Kepuasan merupakan salah satu aspek penting yang sering tidak dipedulikan dalam pelaksanaan penyelenggaraan pelayanan jalan [2]. Kinerja sebuah jalan dapat diukur dari puas atau tidaknya pengguna jalan tersebut. Dengan Pembangunan yang berjalan lancar akan membuat pengguna merasa aman dan nyaman. Pengguna jalan akan mencapai destinasi masing-masing dengan tepat waktu.

Pembangunan infrastruktur sering kali mengganggu pengguna jalan. Hal inilah yang menyebabkan infrastruktur menjadi penyebab Kemacetan, pembangunan infrastruktur seperti pelebaran jalan dan jembatan, serta pembuatan gorong-gorong, dapat menyebabkan berkurangnya jumlah atau lebar jalan [17]. Dampak proses pelebaran jalan tersebut dapat berujung pada ketidakpuasan pengguna jalan. Dengan ketidakpuasan pengguna jalan akan melakukan demo kepada pemerintah.

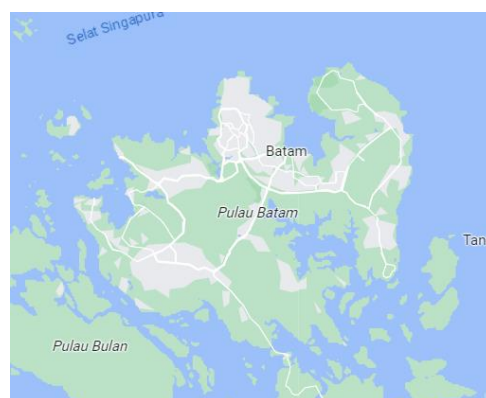
Dalam proses pelebaran jalan, sering kali timbul dampak negatif dikarenakan berkurangnya lebar jalan. Namun, suatu pembangunan tentu mempertimbangkan efektif dan tidaknya pembangunan tersebut. Jika hal tersebut dilakukan dengan benar, tentu saja akan menjadi solusi untuk sebuah permasalahan. Pelebaran jalan dilakukan dengan tujuan menambah lebar atau jumlah jalan, dengan harapan dapat berpengaruh untuk kepuasan masyarakat. Dengan kepuasan yang didapat masyarakat akan membuat kententraman pada lalu lintas.

## 2. METODE PENELITIAN

Data adalah salah satu kekuatan utama dalam mengembangkan penelitian dan pemodelan ilmiah [7]. Penelitian dilakukan di ruas Jalan Sudirman, mulai dari lampu merah sampai sebelum flyover yang memiliki panjang 2.94 km.



**Gambar 1. Jalan Jendral Sudirman**



**Gambar 2. Pulau Batam**

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah survey lokasi, dilakukan dengan cara melihat langsung lokasi yang akan diteliti. Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan volume kendaraan pada saat jam sibuk. Metode yang akan digunakan adalah metode kuantitatif. Namun, kumpulan data yang sangat besar hanyalah sebuah informasi tanpa makna jika tidak ditafsirkan secara akurat dan diterjemahkan ke dalam prediksi yang akurat. Oleh karena itu, pengumpulan data dalam big data diperlukan untuk menghasilkan pola yang baik dan berkelanjutan [7]. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data utama meliputi informasi tentang kondisi lokasi, dimensi jalan, serta jumlah dan kecepatan kendaraan. Di sisi lain, data tambahan yang diperlukan meliputi peta lokasi, data populasi penduduk, dan penggunaan lahan di area yang menjadi fokus penelitian, yaitu analisis pengaruh pelebaran Jalan Sudirman, Batam Kota, Kepulauan Riau, Indonesia.

Pengumpulan data dilakukan pada ruas jalan Sudirman. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah metode survey dan pengamatan lokasi secara langsung.



**Gambar 3. Survey Lokasi**

Berikut adalah data Jalan Sudirman:  
 Tipe jalan = 4 lajur 2 arah  
 Lebar jalan = 3 meter  
 Lebar bahu jalan = 1 meter  
 Total populasi = 1,196 juta jiwa

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian ini dikumpulkan melalui survei di Jalan Sudirman pada rentang waktu antara pukul 17.00 hingga 18.00. Menurut penelitian sebelumnya oleh [1], untuk menghitung volume arus lalu lintas, kendaraan diklasifikasikan sebagai Kendaraan Ringan (LV) dengan bobot 1,0, Kendaraan Berat (HV) dengan bobot 1,2, dan Kendaraan Bermotor (MC) dengan bobot 0,25. Setelah melakukan survei, ditemukan bahwa volume kendaraan mencapai 6400 pcu/jam. Setelah melakukan penelitian ini, penulis berhasil menentukan kapasitas jalan tersebut. Dalam menentukan kapasitas jalan, penulis menggunakan panduan IHCM 1997 yang mengandung rumus sebagai berikut.

$$C = C_o \times FCW \times FCSP \times FCSF \times FCSS \quad (1)$$

Berdasarkan tabel IHCM, nilai Kapasitas Dasar ( $C_o$ ) di Jalan Sudirman ditemukan sebesar 1650. Tabel IHCM juga menyajikan informasi mengenai Kapasitas Esensial jalan perkotaan, yang dapat ditemukan pada Tabel 1. Jalan Sudirman memiliki tipe jalan empat lajur terbagi atau jalan satu arah.

Tabel 1. Kapasitas Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (pcu/h)	Informasi
Split empat-jalur atau satu arah jalan	1650	Per lajur
Empat-jalur tidak terbagi	1500	Per lajur
Dua-kalur tidak terbagi	2900	Total dua

Source: IHCM 1997

Dari Tabel 2, didapatkan nilai penyesuaian kapasitas ( $FC_w$ ) sebesar 1,00 untuk lebar lajur Jalan Sudirman yang diukur sebesar 3,5 meter.

Tabel 2. Faktor Penyesuaian Kapasitas

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif	$FC_w$
Pembagian empat lajur atau jalan satu arah	Per jalur 3.00	0.92
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.04
	4.00	1.08
Empat lajur tidak terbagi	Per jalur 3.00	0.91
	3.25	0.95
	3.50	1.00
	3.75	1.05
	4.00	1.09
Dua jalur tidak terbagi	Dua-arah total 5	0.56
	6	0.87
	7	1.00
	8	1.14
	9	1.25
	10	1.29
11	1.34	

Source: IHCM 1997

Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa untuk tipe jalan empat lajur Sudirman dengan pembagian 50% - 50%, nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas (FCsp) adalah 1,00.

Tabel 3. Tabel nilai penyesuaian kapasitas (FCsp) untuk tipe jalan

%-% SP	arah	Faktor penyesuaian kapasitas (FCsp)					
		50-50	60-40	70-30	80-20	90-10	100-0
FCsp Dua	Jalur 2/2	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
	Jalur 4/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

Source: IHCM 1997

Dari Tabel 4, nilai Penyesuaian Kapasitas (FCsf) untuk lokasi Jalan Sudirman, yang memiliki hambatan samping sebesar 0,97 dan lebar badan jalan sebesar 1,0, dapat ditemukan. Lokasi Jalan Sudirman terletak di daerah pemukiman yang memiliki sedikit aktivitas, sehingga hambatan samping sebesar 0,97 diterapkan.

Tabel 4. Tabel nilai penyesuaian kapasitas (FCsf) untuk gangguan di tepi jalan

Jenis Jalan	Kelas gangguan pinggir jalan	Faktor penyesuaian untuk gangguan di tepi jalan dan lebar bahu jalan <i>FCSF</i>			
		Lebar Trotoar WS			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2 m
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD or satu arah Jalan	VL	0,93	0,96	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,84

Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik), dengan jumlah penduduk sebesar 1,196 juta jiwa pada tahun 2020, diperoleh nilai penyesuaian kapasitas kota (FCcs) sebesar 1,00. Informasi ini dapat ditemukan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel nilai penyesuaian kapasitas untuk kelompok kota (FCcs)

Ukuran Kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota <i>FCCS</i>
<0.1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
>3.0	1,04

Source: IHCM 1997

Dengan mempertimbangkan data yang telah diperoleh, kita dapat menghitung nilai kapasitas jalan pada ruas Jalan Sudirman menggunakan panduan IHCM 1997 dengan rumus sebagai berikut:

$$C = 4 \times Co \times FCW \times FCSP \times FCSF \times FCCS \quad (2)$$

$$C = 4 \times 1650 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,97 \times 1,00$$

$$C = 6400 \text{ pcu/jam}$$

Sebagai hasil perhitungan, nilai kapasitas Jalan Sudirman adalah 6400 pcu/jam. Derajat kejenuhan (DS) adalah ukuran yang menggambarkan rasio antara arus lalu lintas aktual dengan kapasitas pada suatu ruas jalan. Konsep ini digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja persimpangan dan ruas jalan.

$$D = \frac{q}{c} \quad (3)$$

$$D = \frac{7.243,8}{6400}$$

$$D = 1,131$$

Dalam kerangka IHCM 1997 dengan pendekatan US-HCM, tingkat pelayanan jalan dinilai berdasarkan nilai derajat kejenuhan. Misalnya, pada Jalan Sudirman yang memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 1,131 diperkirakan terdapat arus lalu lintas yang stabil dengan kecepatan kendaraan yang dipengaruhi

oleh volume kendaraan. Oleh karena itu, saat terjadi perubahan arus lalu lintas, kecepatan kendaraan akan mengalami perubahan.

$$V = \frac{s}{T} \quad (4)$$

$$V = \frac{2,94m}{18,14s}$$

$$V = 58,32 \text{ km/jam}$$

Dalam upaya pembangunan jalan di Batam, rekayasa lalu lintas memiliki tujuan untuk menciptakan kondisi lalu lintas yang lancar dan aman seoptimal mungkin. Dalam analisis ini, dilakukan untuk mengevaluasi volume dan kecepatan kendaraan sebelum dilakukannya pelebaran jalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebelum pelebaran dilakukan, kecepatan rata-rata kendaraan adalah 58,32 km/jam. Selain itu, analisis ini juga mengungkapkan kapasitas ruas jalan Sudirman sebesar 6400 pcu/jam.

#### 4. KESIMPULAN

Dari data yang dikumpulkan, dapat disimpulkan bahwa Indonesia memiliki populasi penduduk sekitar 275 juta orang. Jalan Sudirman di Batam adalah salah satu jalan utama yang digunakan oleh masyarakat setempat untuk beraktivitas sehari-hari. Jalan ini memiliki tingkat mobilitas yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pelebaran ruas jalan dapat mengurangi kepadatan lalu lintas dan memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan. Dengan hasil olah data yang didapat dari survei didapat kecepatan kendaraan rata-rata saat arus lalu lintas sebesar 58,32 km/jam dan kapasitas dasar jalan sebesar 6.400 pcu/jam. Hal ini mengindikasikan bahwa jalan Sudirman memberikan tingkat pelayanan jalan yang memadai.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh civitas akademika yang berada di Universitas Internasional Batam atas segala bantuan yang telah di berikan.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. I. L. E. & T. J. A. Titirlolobi, "Analisa Kinerja Ruas Jalan Hasanuddin Kota Manado," *Jurnal Sipil Statik*, 4(7), 2016.
- [2] A. D. W. G. P. Syah Gemma Putra, "6 Tingkat Kepuasan Pengguna Jalan Tol Pekanbaru - Dumai," *Planning for Urban Region and Environment V*, vol. 11, no. 4, p. 241-248, 2022.
- [3] K. K. D. Manoj Kumar, "Study on road traffic congestion: a review".
- [4] S. P. M. S. A. Saiful Haq, "Analisis Kerusakan Jalan Dan Estimasi Biaya Pekerjaan Pada Ruas Jalan Prancis Sta 0+000 – 2+200 Jalan Raya Prancis Kota Tangerang.," *Structure Jurnal Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 65-71, 2020.
- [5] N. Puspasari, "Pengaruh Pelebaran Ruas Jalanterhadap Perubahan Kapasitas Jalan dan Lingkungan," *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 1, no. 2, pp. 25-34, 2016.
- [6] Ratnaningtyas, H., Asmaniaty, F., Desafitri, L., & Bilqis, R., "Berwisata ke Kota Jakarta dengan Kemacetannya.," *Jurnal Manajemen Perhotelan Dan Pariwisata*, vol. 4, no. 2, pp. 58-66, 2021.
- [7] U. A. S. Aulia Sultonulazkar, "Analisis Sistem Drainase Jalan Raya Porong Berbasis Zero Run-Off di Kabupaten Sidoarjo," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 2, pp. 40-52, 2022.
- [8] Wirnanda, I., Anggraini, R., & Isya, M., " Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dan Pengaruhnya Terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus: Jalan Blang Bintang Lama Dan Jalan Teungku Hasan

- Dibakoi),” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 3, pp. 617-626, 2018.
- [9] Wulandari, F., Puspasari, N., & Handayani, N, “Analisis Kinerja dan Pengaruh Pelebaran Jalan serta Pembuatan Median Jalan (Studi Kasus Jalan Temanggung Tilung Kota Palangkaraya),” *Media Ilmiah Teknik Sipi*, vol. 7, pp. 51-60, 2018.
- [10] Yusra, *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, vol. 1.
- [11] T. & F. L. Kusprinitis, “Analisis Yuridis Terhadap Pelanggaran Lalu Lintas Yang Menimbulkan Kecelakaan Berakibat Kematian (Studi Penelitian Polresta Barelang Kota Batam),” *Jurnal Zona Keadilan*, vol. 11, no. 1, pp. 55-69, 2021.
- [12] V. M. Ompusunggu, “ Dampak Pembangunan Infrastruktur Jalan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Masyarakat Di Desa Semangat Gunung, Kabupaten Karo, Sumatera Utara.,” *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699, 2019.
- [13] Basori, “Kemacetan Lalu Lintas Di Jalan Raya Bogor-Jakarta,” *Jurnal Riset Ekonomi Pembangunan*, vol. 2, no. 2, pp. 185-196, 2017.
- [14] M. A. A. & S. A. Aswad, “ Analisis Kemacetan Jalan Pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Laksamana Bintan-Batam),” *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2023.
- [15] W. A. H. M. Okti Anggraeni, “Hubungan pemanfaatan lahan dengan volume pergerakan di Jalan Margonda Raya, Kota Depok,” *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, 2020.
- [16] H. Aditriansyah, “Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Batu Ampar Kota Batam Dengan Metode Accident Rate (Analysis of Traffic Accidents At Batu Ampar, Batam With Accident Rate Method),” Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [17] Tanzina, A., dan Nita, Y., “A Survey of Road Traffic Congestion Measures Towards a Sustainable and Resilient Transportation System,” *Sustainability*, MDPI, Vol 12 (11), pp 1 – 23, June, 2020.