

PERBANDINGAN KATEGORI TINGKAT PELAYANAN JALAN RAYA PASAR MINGGU MENGGUNAKAN *SOFTWARE* KAJI DAN PTV VISSIM

Syaima Radestya¹, Nurma Yunita², Krisna Warianti³, Aulia Choiri Windari⁴, Ribut Nawang Sari⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Sipil, Universitas Global Jakarta

Email *corresponding author*: syaimaradestya@student.jgu.ac.id

Info Artikel

Diajukan : 03/06/2024
Direview: 30/7/2024
Dipublikasi: 30/08/2024

Abstrak

Banyaknya jumlah perpindahan penduduk ke kota besar akan mempengaruhi nilai kapabilitas infrastruktur transportasi khususnya pada bagian jalan raya. Dari persoalan tersebut, maka pengujian berupa analisis pelayanan pada suatu segmen jalan sangat perlu dilakukan untuk mengetahui hasil kelayakan jalan dalam menampung kendaraan yang lalu lintas. Jalan Raya Pasar Minggu adalah salah satu jenis jalan arteri sekunder, yang saat ini perlu dilakukan observasi karena adanya masalah kemacetan pada ruas jalan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kategori tingkat kinerja jalan Raya Pasar Minggu menggunakan perangkat lunak, terhadap hasil sensor perhitungan kendaraan yang didapatkan dari Dinas Perhubungan DKI Jakarta. Metode penelitian yang digunakan yaitu perangkat lunak KAJI yang berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan PTV Vissim yang merupakan pemodelan mikrosimulasi lalu lintas 3 dimensi. Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai tingkat pelayanan dari kedua perangkat lunak memberikan kategori yang sama dengan hasil sensor perhitungan lalu lintas, yaitu pada arah Kalibata memiliki kategori F yang mengindikasikan kondisi jalan tidak stabil karena terjadi antrean yang cukup panjang. Sedangkan arah Kota Depok memiliki kategori C, dengan deskripsi saat pengendara tidak bebas dalam memilih laju kendaraan walaupun arus lalu lintas masih dalam kondisi konstan. Hasil dari kategori tersebut menandakan bahwa Jalan Raya Pasar Minggu perlu mempertimbangkan perbaikan pada segmen jalan.

Kata Kunci : Segmen Jalan, Tingkat Pelayanan, KAJI, PTV Vissim

Abstract

The large number of population movements to big cities will affect the value of transportation infrastructure capabilities, especially in the highway section. From this problem, testing in the form of service analysis on a road segment is very necessary to determine the results of road feasibility in accommodating passing vehicles. Jalan Raya Pasar Minggu is one type of secondary arterial road, which currently needs to be observed because of the congestion problem on the road segment. This study aims to determine the comparison of the performance level category of Jalan Raya Pasar Minggu using software, against the results of vehicle calculation sensors obtained from the DKI Jakarta Transportation Agency. The research method used is KAJI software which is based on the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) and PTV Vissim which is a 3-dimensional traffic microsimulation modeling. The results in this study show that the level of service values from both software provide the same category as the results of traffic calculation sensors, namely in the Kalibata direction has category F which indicates unstable road conditions due to long queues. While the Depok City direction has category C, with a description when the driver is not free in choosing the speed of the vehicle even though the traffic flow is still in constant condition. The results of these categories indicate that Jalan Raya Pasar Minggu needs to consider improvements to the road segment.

Keyword : Road Segment, Level of Service, KAJI, PTV Vissim

PENDAHULUAN

Permasalahan dari nilai pelayanan atau kelayakan suatu ruas jalan dalam menampung jumlah kendaraan dipengaruhi oleh kondisi pada lokasi sekitar, termasuk dari nilai karakteristik lalu lintas dan populasi masyarakat. Selain itu, perihal geometrik jalan dalam menganalisis kapabilitas suatu kondisi jalan juga sangat penting (Sari et al., 2021). Tetapi, nilai yang paling berdampak besar

terhadap tingkat pelayanan jalan adalah hasil dari nilai parameter arus lalu lintas yang berupa volume jumlah kendaraan dan kecepatan.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik tahun 2023, wilayah di Kota Jakarta Selatan memiliki populasi penduduk sebesar 2.244.623 juta jiwa, yang menjadikan kota tersebut berada diposisi ketiga kawasan terpadat setelah Jakarta Timur dan Jakarta Barat. Tingginya tingkat urbanisasi

penduduk ke daerah metropolis dan laju pertumbuhan kendaraan yang tidak sebanding dengan jumlah tersedianya pelayanan transportasi, menjadi hal utama pada permasalahan lalu lintas khususnya pada pelayanan segmen jalan.

Jalan Raya Pasar Minggu adalah salah satu jalan dengan tipe 4/2 *divided* di kota Jakarta Selatan yang berdasarkan fungsi dan peran jalan termasuk dalam jenis arteri sekunder, yang dalam ketentuannya dirancang berdasarkan kecepatan laju kendaraan yang melalui jalan tersebut minimal 30 km/jam (Widhiastuti & Rahmawati, 2024). Saat ini, Jalan Raya Pasar Minggu memiliki masalah pada kemampuan dalam membendung jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan tersebut. Oleh sebab itu, dibutuhkan analisis nilai kategori tingkat pelayanan jalan menggunakan perangkat lunak KAJI dan PTV Vissim guna mengetahui hasil kinerja jalan tersebut.

METODE PENELITIAN

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah metode kuantitatif, dengan pengambilan data survei serta studi literatur. Metode ini disebut metode kuantitatif karena hasil data penelitiannya berbentuk numerik (angka) dan analisisnya menggunakan model perhitungan matematika (Salean & Basytaman, 2021).

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Jalan Raya Pasar Minggu sepanjang 700 meter, dimulai dari Pejatian Park dengan titik koordinat -6.276545, 106.845875 hingga Maju Makmur Furniture dengan titik koordinat lokasi yaitu -6.282705, 106.844357. Berikut adalah **Gambar 1** yang merupakan *maps* lokasi penelitian yang akan ditinjau.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (*Google Maps*, 2024)

Pengumpulan Data

Data primer yang dibutuhkan pada analisis penelitian kinerja jalan ini yaitu data geometrik jalan yang diambil langsung ke lokasi studi oleh

surveyor. Sedangkan data sekunder merupakan evidensi yang diperoleh secara tidak langsung (Prasetyawan & Utamy, 2021), didapatkan dari Badan Pusat Statistik Jakarta Selatan untuk mengetahui jumlah populasi penduduk ditahun 2023 serta data dari Dinas Perhubungan (DISHUB) DKI Jakarta yang berupa data volume kendaraan, dan kecepatan kendaraan dari *sensor traffic counting* yang mampu mengidentifikasi dan menghitung kendaraan yang bergerak di jalan atau area tertentu secara akurat.

Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan utama yang dibutuhkan selama survei penelitian dalam pengambilan data geometrik jalan:

1. *Roll meter*, untuk pengukuran data bagian segmen jalan.
2. Spidol, untuk memberi tanda pada hasil ukuran segmen jalan dari meteran gulung.
3. Kamera dan *tripod*, untuk merekam kondisi arus kendaraan serta dokumentasi dalam penelitian.
4. Alat tulis, untuk mencatat hasil pengukuran ruas jalan dan merangkum keseluruhan kondisi lalu lintas pada saat survei.

Tahapan Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak KAJI dan Vissim versi 2023 serta *Microsoft Excel*. Data yang diolah dan dibandingkan nilai kinerjanya yaitu data pada hari kerja dan hari libur selama 4 (empat) hari pada awal bulan Desember 2023, mulai jam 06.00 WIB hingga 18.00 WIB. Hari Senin dan Selasa menunjukkan hari kerja, sedangkan hari Sabtu dan Minggu menunjukkan hari libur. Hasil akhir rencana yang akan didapatkan dari analisis data ini yaitu nilai kecepatan aktual, nilai kapasitas, dan nilai kategori tingkat pelayanan.

Software KAJI

Perangkat lunak yang dikenal dengan nama KAJI ini digunakan sebagai aplikasi perhitungan kinerja lalu lintas secara otomatis yang pada dasarnya menggunakan modul analisis jalan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 (Irhami & Wibisono, 2023). Langkah penggunaannya adalah sebagai berikut:

1. Buka aplikasi DOSBox untuk *running software* KAJI.
2. Ketik *command* lokasi disk penyimpanan.
3. Pilih *Begin New Case* untuk olah data lembar yang baru.
4. Isi bagian formulir sesuai data primer dan data sekunder yang sudah didapatkan.

5. Klik *forms* lalu pilih UR-3 untuk mengetahui hasil analisis data.
6. Simpan hasil keseluruhan perangkat lunak KAJI pada bagian *ASCII text output*.

Software PTV Vissim

Perangkat lunak mikroskopis yang dikenal sebagai VISSIM digunakan untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas dengan mempertimbangkan jumlah kendaraan, geometrinya, dan faktor relevan lainnya (Setiawan et al., 2023). Langkah penggunaan dari perangkat lunak tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tambahkan latar belakang dan pilih skala yang sesuai dengan peta lokasi.
2. Buat ruas jalan dengan *link*, lalu atur lajur serta ukurannya.
3. Klik *vehicle input* untuk memasukkan jenis kendaraan dan *vehicle compositions* untuk komposisi jenis kendaraan.
4. Tambahkan distribusi kecepatan dan *vehicle routes* pada ruas jalan.
5. Pilih *nodes* untuk menambahkan hasil pelayanan dan *data collection points* untuk mengetahui hasil kecepatan kendaraan.
6. Atur bagian *evaluation* dan *simulation* sebelum menjalankan hasil akhir vissim.

Tingkat Pelayanan

Ada berbagai macam faktor dalam analisis jalan, termasuk indeks tingkat layanan, yang berperan dalam manajemen suatu lalu lintas (Siburian et al., 2023). Nilai dari tingkat pelayanan suatu segmen jalan didapatkan dari angka derajat kejenuhan dengan menggunakan persamaan:

$$DJ = \frac{V}{C} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- DJ = angka derajat kejenuhan
- V = volume kendaraan jam tersibuk (smp/jam)
- C = kapasitas segmen jalan

Hasil yang didapatkan dari angka kejenuhan dapat menentukan indeks atau kategori kinerja ruas jalan. Berikut adalah tabel kategori pelayanan jalan sesuai dari hasil rasio V/C.

Tabel 1. Kategori Pelayanan Jalan Sesuai MKJI 1997 (Rokhman et al., 2022)

Kategori Pelayanan	Rasio V/C
A	0,00 – 0,20
B	0,20 – 0,44
C	0,45 – 0,74
D	0,75 – 0,84
E	0,85 – 1,00
F	>1,00

Kategori A menunjukkan kondisi pelayanan yang sangat baik, kategori B menunjukkan keadaan lalu lintas yang stabil, kategori C mengindikasikan kondisi saat pengendara tidak bebas dalam memilih laju kendaraan, dan kategori D menandakan keadaan lalu lintas yang mendekati tidak stabil. Sedangkan kategori E dan F mengindikasikan kondisi jalan yang tidak stabil serta laju kecepatan rendah karena terjadi antrean yang cukup panjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam observasi ini terdiri atas data geometrik jalan, volume kendaraan, hasil dari perangkat lunak KAJI dan Vissim, serta pembahasan hasil perbandingan dari *software* dan *sensor traffic counting*.

Data Geometrik Jalan

Jalan Raya Pasar Minggu merupakan jalan yang melintang dari arah sebelum kota Depok, tepatnya Jalan Tanjung Barat sampai Kelurahan Kalibata, Kecamatan Pancoran. Jalan tersebut memiliki tipe alinyemen datar dengan panjang total 5,1 km dan memiliki 4 lajur, 2 arah dan terbagi oleh median jalan (4/2 D). Karakteristik masing-masing arah dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Ruas Jalan Arah Kalibata (*Inbound*)
 - Fungsi Jalan = Arteri Sekunder
 - Lebar Jalan = 6,6 meter
 - Lebar trotoar = 1,5 meter
 - Lebar median = 0,4 meter
- b. Ruas Jalan Arah Depok (*Outbound*)
 - Fungsi Jalan = Arteri Sekunder
 - Lebar Jalan = 7,1 meter
 - Lebar trotoar = 1,5 meter
 - Lebar median = 0,4 meter

Berikut adalah **Gambar 2** yang merupakan kondisi lapangan di Jalan Raya Pasar Minggu saat peninjauan oleh *surveyor*.

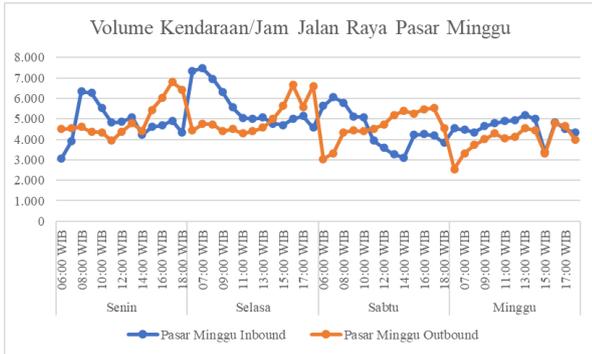


Gambar 2. Kondisi Jalan Raya Pasar Minggu

Volume Kendaraan

Berikut adalah grafik volume kendaraan/jam selama 4 (empat) hari di ruas

Jalan Raya Pasar Minggu untuk mengetahui hari yang memiliki jam tersibuk selama observasi.



Gambar 3. Volume Hari Kerja dan Hari Libur

Pada Gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa hari Selasa memiliki nilai volume lalu lintas tertinggi khususnya pada waktu pagi hari yaitu jam 07.00 WIB. Rincian nilai arus kendaraan pada waktu tersebut dapat dilihat dalam Tabel 2. Pada arah inbound menunjukkan jalan menuju ke wilayah Jakarta, dan outbound adalah arah keluar dari wilayah Jakarta.

Tabel 2. Volume Puncak Jalan Raya Pasar Minggu

Arah	Volume kendaraan/jam		
	MC	LV	HV
Inbound	5.719	1.656	88
Outbound	3.868	819	62

Kecepatan Kendaraan

Untuk data kecepatan kendaraan yang didapatkan dan direkapitulasi pada jam puncak menurut hasil sensor perhitungan jalan, nilai laju kendaraan rata-rata pada arah Kalibata (inbound) adalah sebesar 26,4 km/jam. Sedangkan arah Depok (outbound) didapatkan hasil kecepatan sebesar 39,1 km/jam.

Hasil Program KAJI

Berikut adalah hasil akhir dari program KAJI yang memuat data kapasitas aktual, volume dalam smp/jam, kecepatan aktual tiap jenis kendaraan, dan angka dari derajat kejenuhan.

CAPACITY, C = Co x FCw x FCsp x FCsf x FCcs						
Direction	Base Capacity	Adjustment factors for capacity				Actual capacity
	Co	Carriageway	Directional	Side friction	City size	(pcu/h)
	Table C-1:1	width, FCw	split, FCsp	FCsf	FCcs	(11)*(12)*(13)
	pcu/h	Table C-2:1	Table C-3:1	Table C-4:1	Tab C-5:1	*(14)*(15)
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	3300	0.968	1.000	0.920	1.000	2939
2	3300	1.008	1.000	0.920	1.000	3060

ACTUAL SPEED and TRAVEL TIME for light vehicles						
Direction	Traffic flow	Degree of saturation	Actual speed	Road segment	Travel time	ACTUAL SPEEDS for other vehicle types
	Form UR-2	DS=Q/C	Fig D-2:1:2	length, L	(24) / (23)	vehicle types
	pcu/h	(21) / (16)	km/h	km	sec	HV MC
(11)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	
1	3192	1.086	NA	0.700	0.00	NA NA
2	1860	0.608	47.04	0.700	53.56	41.26 38.79

Space for user remark:

Gambar 4. Output Program KAJI

Berdasarkan pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa ruas jalan arah inbound sudah melewati titik jenuh dengan nilai kapasitas sebesar 2.939 smp/jam. Sedangkan arah outbound, kondisi ruas jalan masih dalam kondisi yang cukup karena nilai kapasitas yang lebih besar daripada arah inbound yaitu dengan nilai daya tampung segmen jalan sebesar 3.060 smp/jam dengan nilai kecepatan aktual rata-rata sebesar 42,36 km/jam. Kategori pelayanan jalan dari Degree Of Saturation dapat dilihat pada Tabel 1 yang berarti bahwa ruas jalan arah Kalibata memiliki kategori pelayanan "F" (DJ = 1,086), sedangkan ruas jalan arah Depok memiliki kategori pelayanan "C" (DJ = 0,608).

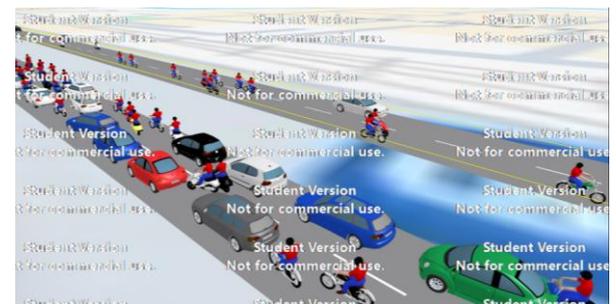
Hasil Software PTV Vissim

Berikut adalah hasil akhir dari software Vissim yang menghasilkan data kategori tingkat pelayanan dan detail kecepatan pada kondisi eksisting.

DataCollectionMeasurement	Acceleration(All)	Dist(All)	Length(All)	Vehs(All)	Pers(All)	QueueDelay(All)	SpeedAvgArith(All)
1: Outbound	0,00	347,56	2,40	50	50	5,62	41,66
2: Inbound	-0,02	115,48	2,93	109	109	22,00	20,37

Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	LOS(All)
1: PASAR MINGGU OUTBOUND - 1: ARAH DEPOK@106.6 - 1: ARAH D...	9,76	60,39	236	236	LOS_C
1: PASAR MINGGU OUTBOUND	9,76	60,39	236	236	LOS_C
2: PASAR MINGGU INBOUND - 2: ARAH KALIBATA@61.2 - 2: ARAH K...	48,91	71,44	264	264	LOS_F
2: PASAR MINGGU INBOUND	48,91	71,44	264	264	LOS_F

Gambar 5. Output Software Vissim Pada Jam Puncak



Gambar 6. Simulasi 3D Jalan Raya Pasar Minggu

Dari Gambar 5, yaitu hasil dari pemodelan pada jam puncak dapat diketahui bahwa tingkat pelayanan inbound (arah Kalibata) memiliki LOS(All) (Level of Service) kategori F dengan kecepatan rata-rata sebesar 20,37 km/jam. Sedangkan tingkat pelayanan outbound (arah kota Depok), memiliki nilai LOS(All) kategori C dengan laju kecepatan rata-rata seluruh kendaraan yaitu sebesar 41,66 km/jam.

Pada Gambar 6 yang merupakan simulasi 3D dari hasil jam puncak (peak hour) di Jalan Raya Pasar Minggu, menggambarkan bahwa arah Kalibata memiliki antrean yang cukup panjang dengan kepadatan yang tinggi. Sedangkan pada arah Kota Depok, kondisi jalan hasil simulasi masih dalam kondisi lalu lintas yang cukup stabil dan tidak terlihat adanya antrean kendaraan.

Hasil Perbandingan Penelitian

Berikut adalah **Tabel 3** yang merupakan perbandingan hasil kapasitas (smp/jam), kecepatan aktual (km/jam), dan kategori tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*) pada perangkat lunak KAJI dan PTV Vissim terhadap data *sensor traffic* yang didapatkan dari Dinas Perhubungan DKI Jakarta.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Penelitian

Arah	Nilai	Hasil		
		KAJI	Vissim	Sensor Traffic
Kalibata	Kapasitas	2939	-	2473,4
	Kecepatan	NA	20,37	26,4
	LOS	F	F	F
Depok	Kapasitas	3060	-	2705,8
	Kecepatan	42,36	41,66	39,1
	LOS	C	C	C

Pada perbandingan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kategori tingkat pelayanan (*Level Of Service*) pada perangkat lunak KAJI dan PTV Vissim sama-sama memberikan LOS F untuk arah Kalibata, dan LOS C untuk arah Depok. Begitu pula dengan nilai dari sensor *traffic counting* menunjukkan hasil kategori LOS yang nilainya sama dengan *output* perangkat lunak.

Pada nilai kapasitas jalan, hasil pada *software* KAJI memiliki nilai yang lebih tinggi daripada sensor *traffic counting* yaitu nilai kapabilitas pada jam puncak arah Kalibata sebesar 2.939 smp/jam, sedangkan pada sensor memberikan hasil kapasitas sebesar 2.473,4 smp/jam. Untuk arah Depok, nilai kapabilitas pada perangkat lunak KAJI yaitu sebesar 3.060 smp/jam, sedangkan pada sensor yaitu sebesar 2705,8 smp/jam.

Dalam hasil kecepatan arah Kalibata pada perangkat lunak KAJI memberikan nilai NA (*Not Available*) karena program sudah tidak bisa menganalisis jalan pada kondisi jenuh yaitu nilai derajat kejenuhan yang sudah melebihi 1,0. Sedangkan pada *software* vissim, hasil kecepatan rata-rata kendaraan arah Kalibata memiliki nilai 20,37 km/jam dan pada hasil sensor yaitu 26,4 km/jam. Sedangkan pada arah Kota Depok, hasil pada perangkat lunak KAJI dan PTV Vissim memberikan selisih nilai laju kecepatan kendaraan rata-rata yang hampir sama dengan nilai hasil sensor perhitungan lalu lintas.

Pada hasil angka kejenuhan dari program KAJI dan sensor lalu lintas masing-masing arah segmen jalan, menunjukkan bahwa hasil derajat kejenuhan sudah melewati batas ketentuan pelayanan jalan terutama pada arah Kalibata (*inbound*). Berdasarkan pada Peraturan Menteri PUPR No. 5 Tahun 2023, angka yang dipakai untuk batasan kinerja jalan yaitu dengan nilai

derajat kejenuhan (DJ) $\leq 0,85$. Hal tersebut menandakan bahwa Jalan Raya Pasar Minggu membutuhkan perbaikan pada arah *inbound* untuk meningkatkan kategori tingkat pelayanan, karena kondisi lalu lintas sudah melebihi kapasitas yang dapat dimuat oleh jalan sehingga memiliki antrean yang panjang seperti dokumentasi pada **Gambar 7** yang diambil pada lokasi survei.



Gambar 7. Kondisi Antrean Lalu Lintas Pada Jalan Raya Pasar Minggu

Alternatif Solusi

Dari perbandingan tingkat pelayanan segmen jalan Raya Pasar Minggu, dapat diketahui bahwa *output* dari semua metode penelitian menghasilkan nilai kategori dengan deskripsi kinerja yang kurang baik. Maka dari itu, adapun langkah atau alternatif solusi yang dapat dilakukan yaitu:

1. Melakukan pembatasan alat transportasi pribadi guna mengurangi antrean kendaraan.
2. Penambahan armada pada kendaraan umum untuk mengurangi jumlah atau volume arus lalu lintas.
3. Pengelolaan kendaraan dengan cara melakukan evaluasi dan perbaikan sistem pengaturan lalu lintas.
4. Penambahan rambu lalu lintas dilarang parkir guna mengurangi frekuensi jumlah hambatan sisi segmen jalan.
5. Melakukan pelebaran bagian trotoar (kerb) dan pelebaran jalur ruas jalan guna menambah daya tampung kendaraan.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan di segmen Jalan Raya Pasar Minggu menunjukkan bahwa nilai LOS (kategori pelayanan jalan) yang dihasilkan pada perangkat lunak KAJI, PTV Vissim dan *sensor traffic counting* sama-sama memberikan LOS F untuk arah Kalibata yang mengindikasikan kondisi jalan tidak stabil serta laju kecepatan rendah karena terjadi antrean. Sedangkan pada arah Kota Depok memiliki nilai LOS C, dengan deskripsi keadaan

saat pengendara tidak bebas dalam memilih laju kendaraan walaupun arus lalu lintas masih dalam kondisi konstan.

Begitu pula dengan hasil kecepatan rata-rata kendaraan dari software KAJI dan PTV Vissim yang menunjukkan selisih yang sedikit dengan hasil sensor lalu lintas. Sedangkan pada hasil kapasitas, luaran *software* KAJI memiliki nilai kapasitas yang lebih tinggi daripada *sensor traffic counting* dengan selisih 465,6 smp/jam untuk arah Kalibata dan selisih 354,2 smp/jam untuk arah Depok. Meskipun begitu, hasil keseluruhan pada penelitian ini mengindikasikan bahwa *software* KAJI dan PTV Vissim dapat digunakan dalam analisis pelayanan atau kinerja segmen jalan, karena memiliki nilai luaran yang hampir sama dengan kondisi lalu lintas yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Irhami, N. I., & Wibisono, R. E. (2023). Studi Komparasi Software KAJI dan VISSIM dalam Analisis Kinerja Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Perempatan Jl . Raya Menur - Jl. Kertajaya, Surabaya). *Journal UNESA*, 1(1), 85–94.
- Irwanto, & Haryoko, S. (2023). Kota Jakarta Selatan Dalam Angka 2023. In I. Rani (Ed.), *BPS Kota Jakarta Selatan*. h
- Prasetiawan, J., & Utamy, R. (2021). Analisa Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode Bina Marga Dan Alternatif Penanganannya (Studi Kasus : Ruas Pemenang – Bayan Km 57+000 – 58+000). *Jurnal HANDASAH*, 1(1), 9–13.
- Rokhman, A., Putri, D., & Siswoyo, S. D. (2022). Analisis Ruas Jalan Nasional Klari Kabupaten Karawang Menggunakan Metode MKJI 1997. *Jurnal Forum Mekanika*, 11(1), 1–10.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33322/forummekanika.v11i1.1635>
- Salean, S. T., & Basytaman, T. (2021). Kajian Arus Lalu Lintas Dalam Rangka Penanggulangan Kemacetan Di Jalan Raya (Kasus Jalan Raya Siliwangi Kecamatan Cicurug Kabupaten Sukabumi). *Jurnal Teknokris*, 24(2), 53–61.
- Sari, N. M., Salonten, & Supiyan. (2021). Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Ruas Jalan Metode PKJI 2014 Dengan Metode Greenshield, Greenberg Dan Underwood. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 286–297.
<https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5276>
- Setiawan, A., Prasetyo, H. E., Soerjatmodjo, I. S., Novriani, S., Nusantoro, A., Yulia, A., & Himawan, P. G. (2023). Perbandingan Kecepatan Pada Bundaran Dengan Menggunakan PTV VISSIM. *Jurnal Konstruksia*, 15(1), 169–178.
<https://doi.org/10.24853/jk.15.1.169-178>
- Siburian, M. D., Kumaat, M. M., & Rumayar, A. L. E. (2023). Analisis Kapasitas Dan Indeks Tingkat Pelayanan Jalan (Studi Kasus : Jl. W.R. Supratman Depan Minimarket – Masjid Raya Ahmad Yani). *Jurnal Tekno*, 21(84), 639–649.
- Widhiastuti, Y., & Rahmawati, A. N. (2024). Analisis Geometri Dan Perlengkapan Jalan Di Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Bojonegoro – Babat (STA 13+000 s/d 14+000). *Jurnal Cahaya Mandalika*, 3(3), 994–1016.