

Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Proyek Rekonstruksi Jalan Dengan Metode PKJI 2023 Dan Mikrosimulasi PTV VISSIM (Studi Kasus: Ruas Jalan Kaligawe Semarang STA 3+600 - 4+600 KA)

Lia Adhe Widjanarko¹, Wildan Kurnia Agusti², H. Rachmat Mudiyo³, Juny Andry Sulistyo⁴

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia^{1,2,3}

Corresponding Author: liaadhewidjanarko@gmail.com^{1*}, wildankurniastudy@gmail.com²

Info Artikel

Submitted: 26 September 2026

Revised : 29 September 2026

Accepted: 16 Oktober 2026

Published: 28 Oktober 2026

Keywords: Road Segment Performance, Road Reconstruction, PKJI 2023, PTV VISSIM, Degree Of Saturation.

Kata Kunci: Kinerja Ruas Jalan, Rekonstruksi Jalan, PKJI 2023, PTV VISSIM, Derajat Kejenuhan.

Abstract

Kaligawe Highway is a primary arterial road supporting traffic movements toward industrial areas, Tanjung Emas Port, and the Semarang–Demak Toll Road network. The reconstruction project requires the closure of the frontage lane, reducing the available traffic space and potentially decreasing road performance. This study aims to analyze the performance of the Kaligawe Highway segment at STA 3+600 – 4+600 KA in the Demak–Semarang direction before and during reconstruction, model the traffic conditions using PTV VISSIM microsimulation, and compare the simulation results with the PKJI 2023 analysis. This quantitative study used surveys of road geometry, traffic volume, side friction, vehicle composition, and speed. Road performance was analyzed using the Indonesian Highway Capacity Guidelines 2023 (PKJI 2023), while PTV VISSIM was used to model operational conditions and compare performance trends. The PKJI 2023 analysis showed that road capacity decreased from 5232.60 to 3359.20 passenger car units per hour, the degree of saturation increased from 0.358 to 0.477, and the level of service declined from LOS B to LOS C. Travel speed decreased from 57 to 55 km/h, while travel time increased from 63.16 to 65.45 seconds/km. The PTV VISSIM model met the validation criterion with GEH values below 5 and indicated increased travel time and delay. Both methods confirmed that the frontage-lane closure reduced the operational performance of the road segment.

Abstrak

Jalan Raya Kaligawe merupakan jalan arteri primer yang mendukung pergerakan menuju kawasan industri, Pelabuhan Tanjung Emas, dan jaringan Jalan Tol Semarang–Demak. Pelaksanaan rekonstruksi yang menutup jalur lambat mengurangi ruang lalu lintas dan berpotensi menurunkan kinerja ruas jalan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja Jalan Raya Kaligawe STA 3+600 – 4+600 KA arah Demak–Semarang sebelum dan saat pelaksanaan rekonstruksi, serta memodelkan kondisi lalu lintas menggunakan mikrosimulasi PTV VISSIM dan membandingkan hasilnya dengan analisis PKJI 2023. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui survei geometrik, volume lalu lintas, hambatan samping, komposisi kendaraan, dan kecepatan. Kinerja ruas dianalisis menggunakan PKJI 2023, sedangkan PTV VISSIM digunakan untuk memodelkan kondisi operasional serta membandingkan kecenderungan hasil sebelum dan saat rekonstruksi. Hasil PKJI 2023 menunjukkan kapasitas menurun dari 5232,60 menjadi 3359,20 smp/jam, derajat kejenuhan meningkat dari 0,36 menjadi 0,48, dan tingkat pelayanan turun dari LOS B menjadi LOS C. Kecepatan tempuh menurun dari 57 menjadi 55

km/jam, sedangkan waktu tempuh meningkat dari 63,16 menjadi 65,45 detik/km. Model PTV VISSIM memenuhi kriteria validasi dengan nilai GEH kurang dari 5 serta menunjukkan peningkatan waktu tempuh dan tundaan. Kedua metode membuktikan bahwa penutupan jalur lambat selama rekonstruksi menurunkan kinerja operasional ruas jalan.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Publisher: Lembaga Penerbit Penelitian Nusantara

Pendahuluan

Transportasi darat merupakan salah satu aspek yang memiliki peranan penting dalam mendukung mobilitas masyarakat, distribusi barang, serta pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, perkembangan kawasan industri, dan bertambahnya kepemilikan kendaraan, kebutuhan terhadap infrastruktur jalan yang mampu memberikan pelayanan lalu lintas secara aman, nyaman, dan efisien juga semakin meningkat. Apabila kondisi jalan tidak mampu mengimbangi pertumbuhan volume kendaraan, maka akan muncul berbagai permasalahan seperti kemacetan, penurunan kecepatan kendaraan, bertambahnya waktu tempuh, hingga meningkatnya risiko kecelakaan lalu lintas.

Salah satu ruas jalan yang memiliki fungsi strategis di Kota Semarang adalah Jalan Raya Kaligawe yang merupakan jalan arteri primer penghubung Kota Semarang dengan Kabupaten Demak serta menjadi akses utama menuju kawasan industri, Pelabuhan Tanjung Emas, Terminal Terboyo, dan Jalan Tol Semarang–Demak. Ruas jalan ini setiap harinya dilalui oleh berbagai jenis kendaraan dengan volume yang tinggi, mulai dari sepeda motor, mobil penumpang, bus, hingga truk sedang dan truk besar yang mengangkut barang dari dan menuju kawasan industri maupun pelabuhan. Tingginya aktivitas kendaraan tersebut menjadikan Jalan Raya Kaligawe sebagai salah satu koridor transportasi dengan tingkat mobilitas yang sangat tinggi.

Selain tingginya volume kendaraan, ruas Jalan Raya Kaligawe juga telah lama mengalami berbagai permasalahan infrastruktur. Kondisi perkerasan jalan mengalami kerusakan akibat beban lalu lintas kendaraan berat yang terus menerus melintas. Di sisi lain, kawasan Kaligawe merupakan daerah yang sering terdampak banjir dan genangan air sehingga menyebabkan umur pelayanan perkerasan menjadi lebih pendek serta mempercepat terjadinya kerusakan jalan. Kondisi tersebut mengakibatkan permukaan jalan menjadi tidak rata, mengurangi kenyamanan pengguna jalan, meningkatkan biaya operasional kendaraan, serta memperburuk kelancaran arus lalu lintas terutama pada saat musim hujan.

Berdasarkan kondisi tersebut, pemerintah melaksanakan proyek rekonstruksi Jalan Raya Kaligawe dengan tujuan meningkatkan kualitas struktur jalan, mengurangi dampak banjir yang selama ini sering menggenangi ruas jalan, memperbaiki kondisi perkerasan yang rusak, serta meningkatkan kapasitas pelayanan jalan. Salah satu bentuk penanganan yang dilakukan adalah meninggikan elevasi badan jalan agar permukaan jalan berada di atas muka genangan sehingga diharapkan mampu mengurangi gangguan lalu lintas akibat banjir. Selain itu, dilakukan pula perubahan konfigurasi geometrik jalan dengan menghilangkan median yang sebelumnya memisahkan jalur utama dan jalur lambat. Sebelum proyek rekonstruksi dilaksanakan, ruas Jalan Raya Kaligawe memiliki konfigurasi 6/2 T (enam lajur dua jalur terbagi), sedangkan Pada perencanaan ulang, median yang memisahkan jalur utama dan jalur lambat dihilangkan sehingga konfigurasi jalan berubah menjadi 8/2 T (delapan lajur dua jalur terbagi), sehingga

seluruh lajur dapat dimanfaatkan secara lebih optimal untuk meningkatkan kapasitas dan memperlancar pergerakan kendaraan.

Pelaksanaan proyek rekonstruksi tersebut dilakukan melalui beberapa tahapan pekerjaan konstruksi. Tahap awal dimulai dengan penebangan pohon serta pencabutan akar pohon yang berada di sisi jalan sebagai persiapan area kerja. Selanjutnya dilakukan pemerataan dan penimbunan pada area trotoar serta jalur lambat yang difungsikan sebagai tumpuan alat berat selama proses konstruksi berlangsung. Setelah area kerja siap, dilakukan pemasangan sheet pile (turap) pada sisi sungai yang berada di sepanjang ruas jalan sebagai upaya pengamanan lereng dan penahan tanah. Pekerjaan pemasangan sheet pile ini berlangsung selama kurang lebih dua bulan. Tahapan berikutnya adalah penimbunan kembali jalur lambat setelah selesainya pekerjaan galian pemasangan pipa limbah. Setelah pekerjaan tanah selesai, dilanjutkan dengan pembangunan struktur perkerasan jalan yang terdiri atas lapisan timbunan, *lean concrete*, dan *rigid pavement* (perkerasan beton semen) sebagai lapisan perkerasan utama. Berdasarkan rencana pelaksanaan proyek, keseluruhan pekerjaan rekonstruksi diperkirakan selesai pada bulan Juni 2027.

Meskipun proyek rekonstruksi ini diharapkan mampu memberikan manfaat dalam jangka panjang, pelaksanaannya menimbulkan dampak yang cukup besar terhadap kondisi lalu lintas selama masa konstruksi berlangsung. Penyempitan ruang lalu lintas akibat area kerja konstruksi menyebabkan kapasitas jalan berkurang sehingga kendaraan harus berbagi ruang dengan aktivitas proyek. Kondisi tersebut mengakibatkan penurunan kecepatan kendaraan, peningkatan waktu tempuh, serta terbentuknya antrean kendaraan terutama pada jam-jam sibuk.

Kemacetan yang terjadi selama pelaksanaan proyek tidak hanya disebabkan oleh penyempitan lajur akibat pekerjaan konstruksi, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik lokasi penelitian yang berada di sekitar *in-ramp* dan *out-ramp* Jalan Tol Tanjung Mas–Srandol. Pada lokasi tersebut terjadi banyak pergerakan kendaraan yang saling berpotongan (*weaving movement*), baik kendaraan yang keluar dari jalan tol maupun kendaraan yang masuk menuju jalan tol. Kondisi ini semakin kompleks karena didominasi oleh kendaraan sedang hingga kendaraan berat, seperti bus, mobil penumpang, truk sedang, dan truk besar yang memiliki dimensi besar, akselerasi rendah, serta membutuhkan ruang gerak yang lebih luas dibandingkan kendaraan ringan. Interaksi antar kendaraan tersebut menyebabkan kapasitas efektif ruas jalan semakin menurun sehingga antrean kendaraan menjadi lebih panjang dan kemacetan semakin sering terjadi, khususnya pada jam puncak pagi maupun sore hari.

Untuk mengurangi dampak kemacetan selama pekerjaan berlangsung, diterapkan beberapa strategi manajemen dan rekayasa lalu lintas. Salah satu upaya yang dilakukan adalah penerapan sistem *contra flow* pada jam-jam sibuk sehingga sebagian lajur dari arah berlawanan digunakan sementara untuk menambah kapasitas pada arah yang memiliki volume kendaraan lebih besar. Selain itu dilakukan pengaturan lalu lintas menggunakan rambu sementara, pemasangan barrier pembatas area kerja, pengaturan kecepatan kendaraan, serta penempatan petugas pengatur lalu lintas di titik-titik konflik agar arus kendaraan tetap dapat bergerak dengan aman selama proses konstruksi berlangsung.

Pada penelitian ini, analisis kinerja ruas jalan dilakukan pada ruas Jalan Raya Kaligawe STA 3+600 – 4+600 KA arah Demak – Semarang menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 karena merupakan pedoman terbaru yang digunakan dalam mengevaluasi kondisi operasional ruas jalan di Indonesia. Namun demikian, hasil analisis PKJI 2023 berupa parameter kuantitatif masih perlu didukung dengan visualisasi kondisi lalu lintas agar perilaku kendaraan selama proses rekonstruksi dapat diamati secara lebih nyata. Oleh sebab itu, penelitian ini juga memanfaatkan mikrosimulasi PTV VISSIM untuk memodelkan kondisi lalu lintas sebelum dan selama pelaksanaan proyek rekonstruksi. Melalui kombinasi

kedua metode tersebut diharapkan diperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif, sehingga perubahan kinerja ruas jalan dapat dievaluasi secara kuantitatif maupun visual serta menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi manajemen lalu lintas yang lebih efektif selama pekerjaan konstruksi berlangsung.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Raya Kaligawe STA 3+600–4+600 arah Demak–Semarang, Kota Semarang, Jawa Tengah, yang merupakan jalan arteri primer berstatus jalan nasional. Kawasan di sekitar ruas jalan didominasi oleh aktivitas pendidikan, industri, dan pergudangan, dengan karakteristik lalu lintas berupa kendaraan berat, truk logistik, serta sepeda motor. Segmen penelitian berada di depan STO Telkom Genuk hingga in-ramp Jalan Tol Tanjung Mas–Srandol. Data umum dan karakteristik ruas jalan digunakan sebagai dasar untuk menganalisis kinerja lalu lintas sebelum dan selama pelaksanaan rekonstruksi jalan.

Secara geometrik, ruas Jalan Raya Kaligawe memiliki tipe jalan 6/2 T, yaitu enam lajur terbagi dengan tiga lajur pada setiap arah. Lebar lajur berkisar antara $\pm 7,60$ – $6,10$ meter, lebar median sekitar $\pm 0,45$ meter, dan lebar total jalan sekitar $\pm 13,70$ meter. Ruas jalan menggunakan perkerasan kaku dan lentur dengan kondisi permukaan sedang hingga rusak, serta dilengkapi marka jalan, penerangan, rambu lalu lintas, dan median fisik. Meskipun memiliki kapasitas yang cukup besar, pelaksanaan rekonstruksi menyebabkan penyempitan ruang lalu lintas akibat area kerja dan peralatan konstruksi, sehingga berpotensi mengurangi kapasitas jalan dan meningkatkan antrean kendaraan. Perubahan geometrik eksisting dan kondisi rencana rekonstruksi menjadi dasar penyusunan skenario manajemen lalu lintas.

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan, meliputi volume lalu lintas berdasarkan klasifikasi sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), bus besar (BB), dan truk besar (TB), pengukuran kecepatan kendaraan menggunakan metode Spot Speed atau Travel Speed Survey, pengamatan hambatan sampling, serta dokumentasi foto dan video. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari PKJI 2023, MKJI 1997, manual penggunaan PTV VISSIM, peta lokasi penelitian, informasi teknis rekonstruksi jalan, dan penelitian terdahulu. Seluruh data tersebut digunakan untuk mendukung analisis kondisi lalu lintas secara menyeluruh.

Pelaksanaan survei dilakukan selama dua minggu, yaitu satu minggu sebelum rekonstruksi pada 1–7 Juni 2026 dan satu minggu saat rekonstruksi pada 29 Juni–5 Juli 2026. Pengamatan dilaksanakan pada pagi hari pukul 06.00–08.00 WIB, siang hari pukul 11.00–13.00 WIB, dan sore hari pukul 16.00–18.00 WIB untuk memperoleh gambaran kondisi lalu lintas pada jam sibuk maupun nonpuncak. Peralatan yang digunakan meliputi buku dan alat tulis, kamera atau telepon genggam, stopwatch, alat penghitung kendaraan manual maupun digital, perangkat penunjuk waktu, serta perangkat lunak PTV VISSIM 2026 Student Version. Pengecekan kelayakan alat dilakukan untuk mendukung ketepatan dan keandalan data hasil survei.

Analisis data dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu perhitungan berdasarkan PKJI 2023 dan pemodelan mikrosimulasi menggunakan PTV VISSIM. Analisis PKJI 2023 mencakup perhitungan volume lalu lintas, hambatan sampling, kapasitas jalan, derajat kejenuhan, tingkat pelayanan jalan (Level of Service), kecepatan arus bebas, kecepatan tempuh, dan waktu tempuh. Selanjutnya, model PTV VISSIM dibangun berdasarkan geometrik jalan, volume dan komposisi kendaraan, rute pergerakan, serta karakteristik perilaku pengemudi, kemudian dikalibrasi agar mendekati kondisi aktual di lapangan. Hasil kedua metode dibandingkan untuk mengetahui perubahan kinerja lalu lintas sebelum dan selama

rekonstruksi, khususnya terkait kecepatan, kepadatan, panjang antrean, dan tingkat pelayanan jalan. Hasil analisis tersebut menjadi dasar penyusunan kesimpulan dan rekomendasi manajemen lalu lintas selama pekerjaan rekonstruksi berlangsung.

Hasil dan Pembahasan

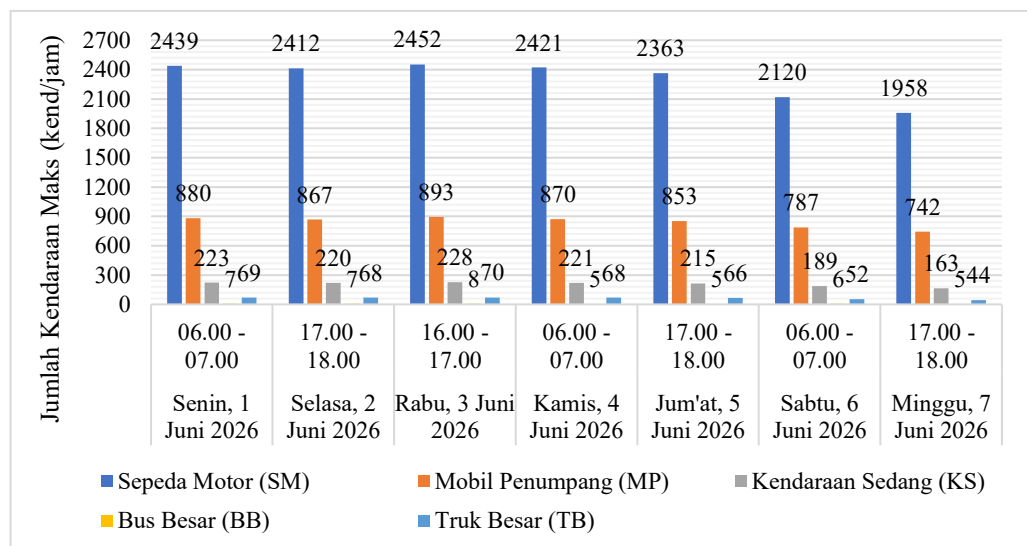
4.1.1 Rekapitulasi Volume Kendaraan Maksimum Sebelum Rekonstruksi

Data volume kendaraan harian yang diperoleh dari kegiatan survei sebagaimana disajikan pada Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.7 kemudian direkapitulasi untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi volume lalu lintas selama periode pengamatan. Berdasarkan hasil rekapitulasi tersebut, nilai volume lalu lintas maksimum yang terjadi selama pelaksanaan survei pada sebelum rekonstruksi disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Volume Kendaraan Maksimum Sebelum Rekonstruksi

Tanggal Survei	Waktu	Jumlah Kendaraan Maksimum (kend/jam)					
		Sepeda Motor (SM)	Mobil Penumpang (MP)	Kendaraan Sedang (KS)	Bus Besar (BB)	Truk Besar (TB)	Total
Senin, 1 Juni 2026	06.00 - 07.00	2439	880	223	7	69	3618
Selasa, 2 Juni 2026	17.00 - 18.00	2412	867	220	7	68	3574
Rabu, 3 Juni 2026	16.00 - 17.00	2452	893	228	8	70	3651
Kamis, 4 Juni 2026	06.00 - 07.00	2421	870	221	5	68	3585
Jum'at, 5 Juni 2026	17.00 - 18.00	2363	853	215	5	66	3502
Sabtu, 6 Juni 2026	06.00 - 07.00	2120	787	189	6	52	3154
Minggu, 7 Juni 2026	17.00 - 18.00	1958	742	163	5	44	2912

(Sumber: Hasil Survei Penulis, 2026) Grafik Rekapitulasi Data Volume Kendaraan Maksimum (kend/jam) Sebelum Rekonstruksi dilampirkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.1 Grafik Rekapitulasi Data Volume Kendaraan Maksimum

(kend/jam) Periode 1 Juni – 7 Juni 2026

(Sumber: Hasil Survei Penulis, 2026)

Berdasarkan hasil rekapitulasi survei volume lalu lintas yang telah dilakukan, diperoleh data volume kendaraan harian tertinggi selama periode pengamatan pada tanggal 1 Juni hingga 7 Juni 2026, sebagaimana disajikan pada Gambar 4.8. Data volume lalu lintas tersebut dikelompokkan ke dalam lima jenis kendaraan, yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB). Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa volume lalu lintas terbesar terjadi pada hari Rabu, 3 Juni 2026. Oleh karena itu, data volume lalu lintas pada hari tersebut dipilih sebagai dasar dalam pelaksanaan analisis kinerja ruas jalan. Selanjutnya, seluruh data volume kendaraan dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) menggunakan nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Proses konversi volume kendaraan ke dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dilakukan menggunakan nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP). Adapun contoh perhitungannya disajikan sebagai berikut :

$$SM \times emp = 2439 \times 0,25 = 609,75 \text{ smp/jam}$$

$$MP \times emp = 880 \times 1,00 = 880 \text{ smp/jam}$$

$$KS \times emp = 223 \times 1,20 = 267,60 \text{ smp/jam}$$

$$BB \times emp = 7 \times 1,20 = 8,40 \text{ smp/jam}$$

$$TB \times emp = 69 \times 1,20 = 82,80 \text{ smp/jam}$$

Hasil konversi volume lalu lintas menunjukkan bahwa arus kendaraan pada jam puncak mengalami peningkatan dibandingkan periode lainnya. Arus lalu lintas didominasi oleh sepeda motor (SM) dan mobil penumpang (MP), sedangkan kendaraan sedang (KS), bus besar (BB), dan truk besar (TB) memberikan kontribusi yang lebih kecil. Seluruh jenis kendaraan kemudian dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) sesuai PKJI 2023 untuk memperoleh besaran arus lalu lintas yang seragam. Akumulasi dari kelima jenis kendaraan tersebut menghasilkan total arus lalu lintas tertinggi selama periode survei, sehingga kondisi tersebut dianggap mewakili keadaan lalu lintas paling padat pada ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA). Oleh karena itu, data arus lalu lintas hasil konversi ini dijadikan sebagai parameter utama dalam analisis kapasitas ruas jalan dan perhitungan derajat kejenuhan sesuai dengan metode PKJI 2023. Melalui analisis tersebut, dapat diketahui tingkat kinerja serta tingkat pelayanan ruas jalan pada kondisi eksisting sebelum dilakukan evaluasi lebih lanjut. Data hasil rekapitulasi volume kendaraan maksimum sebelum rekonstruksi kemudian di konversikan dengan satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dan disajikan pada Tabel 4.9 sebagai dasar analisis pada tahap selanjutnya.

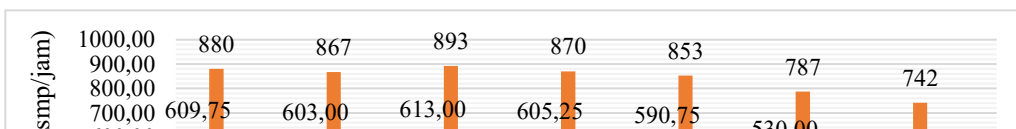
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Konversi Volume Kendaraan Maksimum Sebelum Rekonstruksi

Tanggal Survei	Waktu	Jumlah Kendaraan Maksimum (smp/jam)					
		Sepeda Motor (SM)	Mobil Penumpang (MP)	Kendaraan Sedang (KS)	Bus Besar (BB)	Truk Besar (TB)	Total
Senin, 1 Juni 2026	06.00 - 07.00	609,75	880	267,60	8,40	82,80	1848,55
Selasa, 2 Juni 2026	17.00 - 18.00	603,00	867	264,00	8,40	81,60	1824,00
Rabu, 3 Juni 2026	16.00 - 17.00	613,00	893	273,60	9,60	84,00	1873,20
Kamis, 4 Juni 2026	06.00 - 07.00	605,25	870	265,20	6,00	81,60	1828,05
Jum'at, 5 Juni 2026	17.00 - 18.00	590,75	853	258,00	6,00	79,20	1786,95
Sabtu, 6 Juni 2026	06.00 - 07.00	530,00	787	226,80	7,20	62,40	1613,40
Minggu, 7 Juni 2026	17.00 - 18.00	489,50	742	195,60	6,00	52,80	1485,90

(Sumber: Hasil Survei Penulis, 2026)

Grafik Hasil Perhitungan Konversi Volume Kendaraan Maksimum Sebelum Rekonstruksi dilampirkan pada Gambar 4.9.

Berdasarkan Gambar 4.9, dapat diketahui bahwa terjadi variasi volume lalu lintas harian selama periode survei yang dilaksanakan pada tanggal 1 Juni hingga 7 Juni 2026 untuk setiap jenis kendaraan, yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Besar (TB). Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Rabu, 3 Juni 2026, khususnya pada jam puncak pukul 16.00–17.00 WIB. Setelah volume kendaraan dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam), diperoleh nilai arus lalu lintas sebesar 613,00 smp/jam untuk Sepeda Motor (SM), 893 smp/jam untuk Mobil Penumpang (MP),



Gambar 4.2 Grafik Hasil Perhitungan Konversi Volume Kendaraan Maksimum Sebelum Rekonstruksi

(Sumber: Hasil Survei Penulis, 2026)



273,60 smp/jam untuk Kendaraan Sedang (KS), 9,6 smp/jam untuk Bus Besar (BB), dan 84,00 smp/jam untuk Truk Berat (TB). Dengan demikian, total volume lalu lintas pada jam puncak mencapai 1873,20 smp/jam, yang merupakan nilai tertinggi selama masa pengamatan. Kondisi tersebut menggambarkan tingkat kepadatan lalu lintas maksimum pada ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600–4+600 KA) selama survei berlangsung. Oleh karena itu, nilai volume lalu lintas tersebut digunakan sebagai dasar

dalam analisis kapasitas ruas jalan dan perhitungan derajat kejenuhan sesuai dengan metode yang diterapkan pada penelitian ini, sehingga dapat diperoleh gambaran mengenai kinerja ruas jalan pada kondisi eksisting.

Kapasitas Jalan

Berdasarkan ketentuan dalam PKJI 2023, nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{HS}) pada ruas jalan perkotaan dengan bahu ditentukan berdasarkan kondisi lebar bahu efektif yang terdapat di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik ruas jalan, diperoleh nilai FC_{HS} sebesar 0,95. Nilai faktor penyesuaian tersebut kemudian digunakan sebagai salah satu parameter dalam menghitung kapasitas ruas jalan. Setelah seluruh faktor penyesuaian kapasitas ditentukan, perhitungan kapasitas ruas jalan selanjutnya dilakukan menggunakan rumus Persamaan (2.2) sesuai dengan metode yang tercantum dalam PKJI 2023 sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \text{ (smp/jam)}$$

Dimana :

C = Kapasitas Jalan

C_0 = Kapasitas Dasar

Berdasarkan Tabel 2.2, didapatkan nilai 1700×3 karena memiliki 3 lajur dalam satu arah untuk sebelum rekonstruksi dan 1700×2 karena memiliki 2 lajur pada saat rekonstruksi.

FC_{LJ} = Faktor Koreksi Lebar Jalan

Berdasarkan Tabel 2.3, didapatkan nilai 1,08 karena tipe lebar lajur tersebut memiliki lebar rata-rata 4,00 meter pada sebelum rekonstruksi, sedangkan pada pelaksanaan rekonstruksi didapatkan nilai 1,04 karena memiliki lebar lajur 3,80 meter dan mendekati L_{JE}

FC_{PA} = Faktor Koreksi Pemisah Arah

Berdasarkan Tabel 2.4, didapatkan nilai 1,00 dengan pembagian arus lalu lintas sebesar 50% : 50%.

FC_{HS} = Faktor Koreksi Hambatan Samping

Berdasarkan Tabel 2.6, diperoleh nilai 0,95 karena ruas jalan yang ditinjau memiliki kelas hambatan samping sedang dan memiliki lebar kereb 1,5 meter.

FC_{UK} = Faktor Koreksi Ukuran Kota

Berdasarkan Tabel 2.7, diperoleh nilai 1,00 karena Kota Semarang memiliki jumlah penduduk sejumlah 1.722.421 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2025)

Maka:

Sebelum rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA) :

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \text{ (smp/jam)}$$

$$C = 5100 \times 1,08 \times 1,00 \times 0,95 \times 1,00$$

$$C = 5232,60 \text{ smp/jam}$$

Saat rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA) :

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \text{ (smp/jam)}$$

$$C = 3400 \times 1,04 \times 1,00 \times 0,95 \times 1,00$$

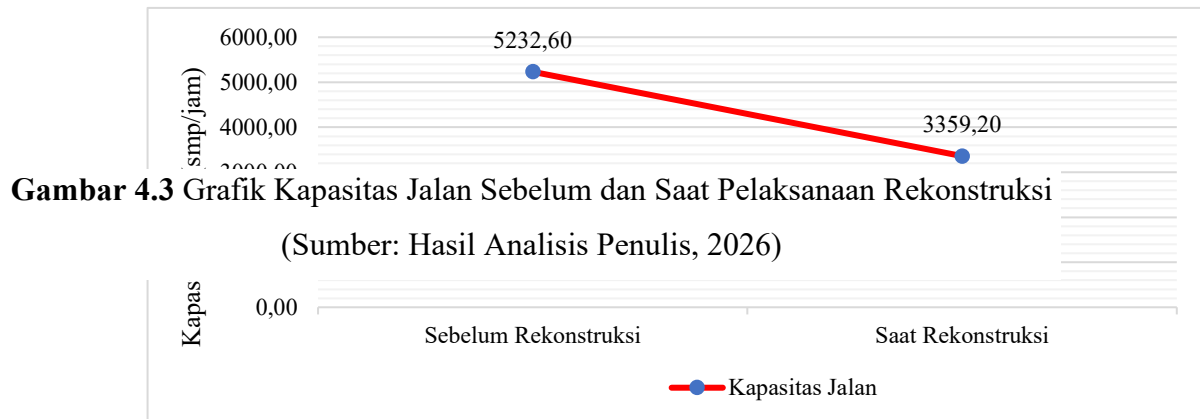
$$C = 3359,20 \text{ smp/jam}$$

Grafik Kapasitas Jalan sebelum dan saat pelaksanaan rekontruksi dilampirkan pada Gambar 4.37.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas ruas jalan mengalami penurunan sebesar 35,80% selama pelaksanaan pekerjaan perbaikan jalan. Penurunan tersebut terjadi karena sebagian ruang lalu lintas digunakan sebagai area pekerjaan, sehingga kapasitas ruas jalan dalam melayani arus kendaraan menjadi berkurang.

4.1 Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan diperoleh dengan membagi nilai arus lalu lintas (Q) dengan kapasitas ruas jalan (C) pada lokasi penelitian, baik pada kondisi sebelum maupun selama



Gambar 4.3 Grafik Kapasitas Jalan Sebelum dan Saat Pelaksanaan Rekonstruksi

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

pelaksanaan pekerjaan perbaikan jalan. Dalam perhitungan dibawah ini nilai maksimum dipilih sebagai dasar perhitungan karena mewakili kondisi lalu lintas paling padat. Perhitungan Derajat Kejenuhan dilakukan menggunakan persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$D_j = Q/C$$

Dimana:

D_j = Derajat Kejenuhan

Q = Volume Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas Jalan (smp/jam)

Derajat Kejenuhan sebelum rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA):

$$\begin{aligned} D_j &= Q/C \\ &= 1873,20/5232,60 \\ &= 0,3580 \approx 0,36 \end{aligned}$$

Derajat Kejenuhan saat rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA):

$$\begin{aligned} D_j &= Q/C \\ &= 1600,85/3359,20 \\ &= 0,4766 \approx 0,47 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai derajat kejenuhan (D_j) sebelum rekonstruksi disajikan pada Tabel 4.37

Tabel 4.3 Nilai Derajat Kejenuhan (D_j) Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA) Sebelum Rekonstruksi

Tanggal Survei	Waktu	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (D_j)
Senin, 1 Juni 2026	06.00 - 07.00	1848,55	5232,60	0,353
Selasa, 2 Juni 2026	16.00 - 17.00	1824,00		0,349
Rabu, 3 Juni 2026	16.00 - 17.00	1873,20		0,358

Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Proyek Rekonstruksi Jalan Dengan Metode PKJI 2023 Dan Mikrosimulasi PTV VISSIM (Studi Kasus: Ruas Jalan Kaligawe Semarang STA 3+600 - 4+600 KA)

Lia Adhe Widjanarko¹, Wildan Kurnia Agusti², H. Rachmat Mudiyo³, Juny Andry Sulisty⁴

Kamis, 4 Juni 2026	06.00 - 07.00	1828,05	0,349
Jum'at, 5 Juni 2026	17.00 - 18.00	1786,95	0,342
Sabtu, 6 Juni 2026	17.00 - 18.00	1613,40	0,308
Minggu, 7 Juni 2026	16.00 - 17.00	1485,90	0,284

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 4.37, diperoleh nilai derajat kejenuhan (D_j) ruas Jalan Raya Kaligawe sebelum dilaksanakannya pekerjaan perbaikan jalan berada pada kisaran 0,284 – 0,358. Nilai D_j tertinggi terjadi pada hari Rabu, 3 Juni 2026 dengan nilai 0,358, yang bertepatan dengan kondisi volume lalu lintas tertinggi sebesar 1873,20 smp/jam. Sementara itu, nilai D_j terendah tercatat pada hari Minggu, 7 Juni 2026, yaitu sebesar 0,284.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa selama periode pengamatan ruas Jalan Raya Kaligawe masih mampu melayani arus lalu lintas karena nilai derajat kejenuhannya masih berada di bawah batas kapasitas. Meskipun demikian, pada beberapa periode, terutama saat jam puncak sore, nilai D_j cenderung meningkat sehingga kondisi lalu lintas mulai mendekati tingkat kejenuhan. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh besarnya volume kendaraan yang melintas serta adanya aktivitas hambatan samping di sepanjang ruas jalan yang turut memengaruhi kelancaran arus lalu lintas.

Secara keseluruhan, kondisi kinerja ruas Jalan Raya Kaligawe sebelum pelaksanaan perbaikan jalan masih dapat dikategorikan cukup baik dan relatif stabil. Namun, meningkatnya nilai derajat kejenuhan pada waktu-waktu tertentu menunjukkan adanya potensi terjadinya kepadatan lalu lintas apabila tidak dilakukan pengelolaan lalu lintas yang efektif, terutama pada periode dengan volume kendaraan yang tinggi.

Selanjutnya, perhitungan nilai derajat kejenuhan (D_j) saat rekonstruksi disajikan pada Tabel 4.38

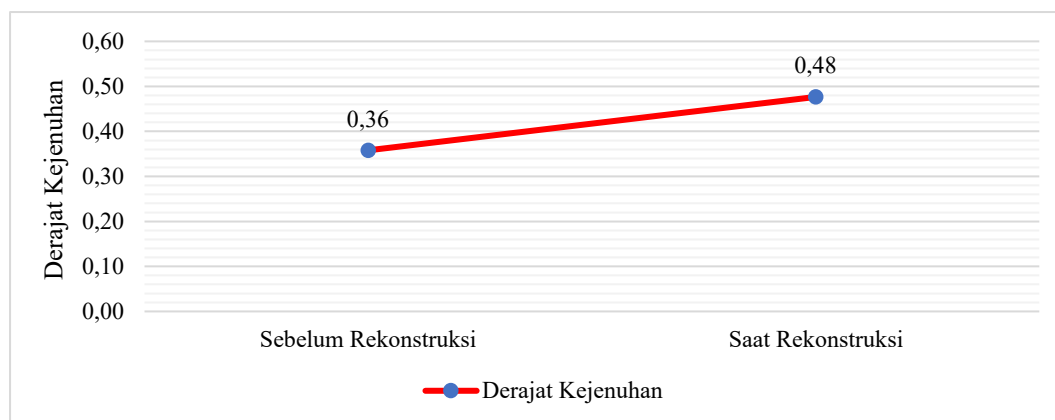
Tabel 4.4 Nilai Derajat Kejenuhan (D_j) Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA) Saat Rekonstruksi

Tanggal Survei	Waktu	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (D_j)
Senin, 29 Juni 2026	16.00 - 17.00	1600,85	3359,20	0,477
Selasa, 30 Juni 2026	16.00 - 17.00	1559,05		0,464
Rabu, 1 Juli 2026	17.00 - 18.00	1581,10		0,471
Kamis, 2 Juli 2026	06.00 - 07.00	1566,70		0,466
Jum'at, 3 Juli 2026	16.00 - 17.00	1525,75		0,454
Sabtu, 4 Juli 2026	17.00 - 18.00	1418,00		0,422
Minggu, 5 Juli 2026	16.00 - 17.00	1260,90		0,375

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 4.38, diperoleh nilai derajat kejenuhan (D_j) ruas Jalan Raya Kaligawe sebelum dilaksanakannya pekerjaan perbaikan jalan berada pada kisaran 0,375 – 0,477. Nilai D_j tertinggi terjadi pada hari Senin, 29 Juni 2026 dengan nilai 0,477, yang bertepatan dengan kondisi volume lalu lintas tertinggi sebesar 1600,85 smp/jam. Sementara itu, nilai D_j terendah tercatat pada hari Minggu, 5 Juli 2026, yaitu sebesar 0,375.

Grafik Derajat Kejenuhan sebelum dan saat pelaksanaan rekontruksi dilampirkan pada Gambar 4.38.



Gambar 4.4 Grafik Derajat Kejenuhan Sebelum dan Saat Pelaksanaan Rekontruksi

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Berdasarkan gambar tersebut, nilai derajat kejenuhan (D_j) maksimum mengalami peningkatan dari 0,36 pada kondisi sebelum rekonstruksi menjadi 0,48 pada kondisi saat rekonstruksi. Hal ini menunjukkan bahwa selama pelaksanaan pekerjaan perbaikan jalan terjadi peningkatan derajat kejenuhan sebesar 33,3%, yang disebabkan oleh berkurangnya kapasitas ruas jalan akibat sebagian badan jalan digunakan sebagai area pekerjaan. Peningkatan nilai derajat kejenuhan tersebut menunjukkan bahwa kondisi arus lalu lintas menjadi lebih padat, sehingga tingkat pelayanan jalan mengalami penurunan dibandingkan kondisi sebelum rekonstruksi

Hasil tersebut menunjukkan bahwa selama periode pengamatan ruas Jalan Raya Kaligawe masih mampu melayani arus lalu lintas karena nilai derajat kejenuhannya masih berada di bawah batas kapasitas. Meskipun demikian, pada beberapa periode, terutama saat jam puncak sore, nilai D_j cenderung meningkat sehingga kondisi lalu lintas mulai mendekati tingkat kejenuhan. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh besarnya volume kendaraan yang melintas serta adanya aktivitas hambatan samping di sepanjang ruas jalan yang turut memengaruhi kelancaran arus lalu lintas.

Secara keseluruhan, kinerja ruas Jalan Raya Kaligawe sebelum pelaksanaan perbaikan jalan masih tergolong stabil dan memadai. Namun, meningkatnya nilai derajat kejenuhan pada waktu-waktu tertentu menunjukkan adanya potensi terjadinya kepadatan lalu lintas apabila tidak dilakukan pengelolaan lalu lintas yang efektif, terutama pada periode dengan volume kendaraan yang tinggi.

4.2 Tingkat Pelayanan

Berdasarkan hasil perhitungan derajat kejenuhan (D_j), tingkat pelayanan ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA) dapat ditentukan sesuai dengan kriteria yang tercantum pada Tabel 4.39 dan Tabel 4.40. Hasil klasifikasi tingkat pelayanan untuk masing-masing kondisi pengamatan disajikan sebagai berikut.

Tabel 4.5 Nilai Tingkat Pelayanan (LOS) Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA) Sebelum Rekonstruksi

Tanggal Survei	Derajat Kejenuhan (D _J)	Tingkat Pelayanan
Senin, 1 Juni 2026	0,35	B
Selasa, 2 Juni 2026	0,35	B
Rabu, 3 Juni 2026	0,36	B
Kamis, 4 Juni 2026	0,35	B
Jum'at, 5 Juni 2026	0,34	B
Sabtu, 6 Juni 2026	0,31	B
Minggu, 7 Juni 2026	0,28	B

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Tabel 4.6 Nilai Tingkat Pelayanan (LOS) Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA) Saat Rekonstruksi.

Tanggal Survei	Derajat Kejenuhan (D _J)	Tingkat Pelayanan
Senin, 29 Juni 2026	0,48	C
Selasa, 30 Juni 2026	0,46	C
Rabu, 1 Juli 2026	0,47	C
Kamis, 2 Juli 2026	0,47	C
Jum'at, 3 Juli 2026	0,45	C
Sabtu, 4 Juli 2026	0,42	B
Minggu, 5 Juli 2026	0,38	B

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Berdasarkan hasil yang disajikan pada Tabel 4.39 dan Tabel 4.40, terlihat adanya perubahan tingkat pelayanan ruas Jalan Raya Kaligawe antara kondisi sebelum pelaksanaan perbaikan jalan dan saat pekerjaan perbaikan berlangsung. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari perubahan nilai derajat kejenuhan (D_J) yang memengaruhi klasifikasi tingkat pelayanan jalan (*Level of Service/LOS*).

Sebagai contoh, pada kondisi sebelum perbaikan jalan, yaitu hari Rabu, 3 Juni 2026, diperoleh nilai derajat kejenuhan sebesar 0,36, sehingga tingkat pelayanan ruas jalan termasuk dalam Kategori B. Kondisi ini menunjukkan bahwa arus lalu lintas masih berada dalam keadaan stabil, namun kecepatan mulai dipengaruhi arus lalu lintas. Sementara itu, pada kondisi saat pelaksanaan perbaikan jalan, yaitu hari Senin, 29 Juni 2026, nilai derajat kejenuhan meningkat menjadi 0,48 sehingga tingkat pelayanan berubah menjadi Kategori C. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa arus lalu lintas masih stabil pergerakan kendaraan mulai terbatas. Walaupun terjadi penurunan yang tidak signifikan pada saat pelaksanaan konstruksi, hal ini menunjukkan bahwa ruas Jalan Raya Kaligawe masih mampu melayani arus lalu lintas dengan kondisi yang relatif stabil, meskipun kapasitas jalan mengalami penurunan akibat pelaksanaan pekerjaan perbaikan jalan.

4.3 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (V_B) merupakan kecepatan yang dipilih oleh pengemudi ketika kendaraan bergerak tanpa dipengaruhi kendaraan lain maupun gangguan lalu lintas. Dalam PKJI 2023, kecepatan arus bebas digunakan sebagai dasar untuk menentukan kecepatan tempuh pada suatu ruas jalan serta menjadi salah satu indikator dalam mengevaluasi kinerja

ruas jalan. Nilai kecepatan arus bebas dipengaruhi oleh kecepatan arus bebas dasar, lebar jalur lalu lintas, hambatan samping, dan ukuran kota. Setelah seluruh faktor penyesuaian kecepatan arus bebas ditentukan, perhitungan kecepatan arus bebas selanjutnya dilakukan menggunakan rumus Persamaan (2.4) sesuai dengan metode yang tercantum dalam PKJI 2023 sebagai berikut:

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK}$$

Dimana:

V_B = Kecepatan arus bebas untuk MP kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar untuk MP (km/jam)

Berdasarkan Tabel 2.13, diperoleh nilai 57 karena merupakan rata-rata seluruh jenis kendaraan pada jalan terbagi, dan sesuai menggambarkan kondisi lalu lintas secara umum.

V_{BL} = Koreksi kecepatan akibat lebar jalur / lajur jalan (km/jam)

Berdasarkan Tabel 2.14, didapatkan nilai 4 karena tipe lebar lajur tersebut memiliki lebar rata-rata 4,00 meter pada sebelum rekonstruksi, sedangkan pada pelaksanaan rekonstruksi didapatkan nilai 2 karena memiliki lebar lajur 3,80 meter dan mendekati L_{JE}

FV_{BHS} = Faktor Koreksi kecepatan bebas akibat hambatan samping

Berdasarkan Tabel 2.16, diperoleh nilai 0,97 karena ruas jalan yang ditinjau memiliki kelas hambatan samping sedang dan memiliki lebar kereb 1,5 meter.

FV_{BUK} = Faktor Koreksi kecepatan bebas untuk beberapa ukuran kota

Berdasarkan Tabel 2.17, diperoleh nilai 1,00 karena Kota Semarang memiliki jumlah penduduk sejumlah 1.722.421 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2025)

Maka:

Kecepatan Arus Bebas sebelum rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA):

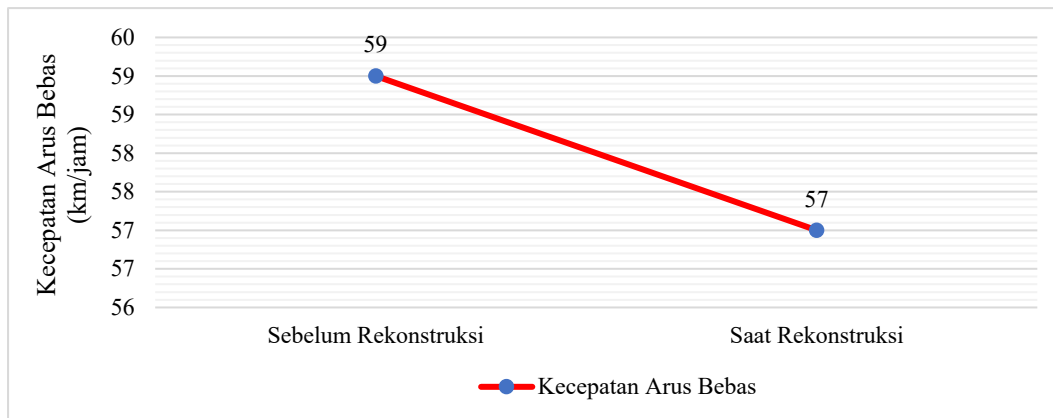
$$\begin{aligned} V_B &= (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \\ &= (57 + 4) \times 0,97 \times 1,00 \\ &= (61) \times 0,97 \times 1,00 \\ &= 59,17 \text{ km/jam} \\ &\approx 59 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan Arus Bebas saat rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA):

$$\begin{aligned} V_B &= (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \\ &= (57 + 2) \times 0,97 \times 1,00 \\ &= (59) \times 0,97 \times 1,00 \\ &= 57,23 \text{ km/jam} \\ &\approx 57 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh arus bebas sebesar 59 km/jam pada kondisi sebelum rekonstruksi dan 57 km/jam pada saat rekonstruksi. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi selama rekonstruksi mempengaruhi kecepatan arus bebas dan selanjutnya digunakan untuk parameter dalam analisis kinerja lalu lintas. Grafik nilai Kecepatan Arus Bebas sebelum dan saat pelaksanaan rekonstruksi dapat dilihat pada Gambar 4.39.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa kecepatan arus bebas menurun 3,51% dari 59 km/jam menjadi 57 km/jam saat pelaksanaan rekonstruksi. Pada kondisi sebelum rekonstruksi, ruang gerak kendaraan lebih luas karena jalur lambat dan jalur cepat masih



Gambar 4.5 Grafik Kecepatan Arus Bebas Sebelum dan Saat Pelaksanaan Rekonstruksi

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

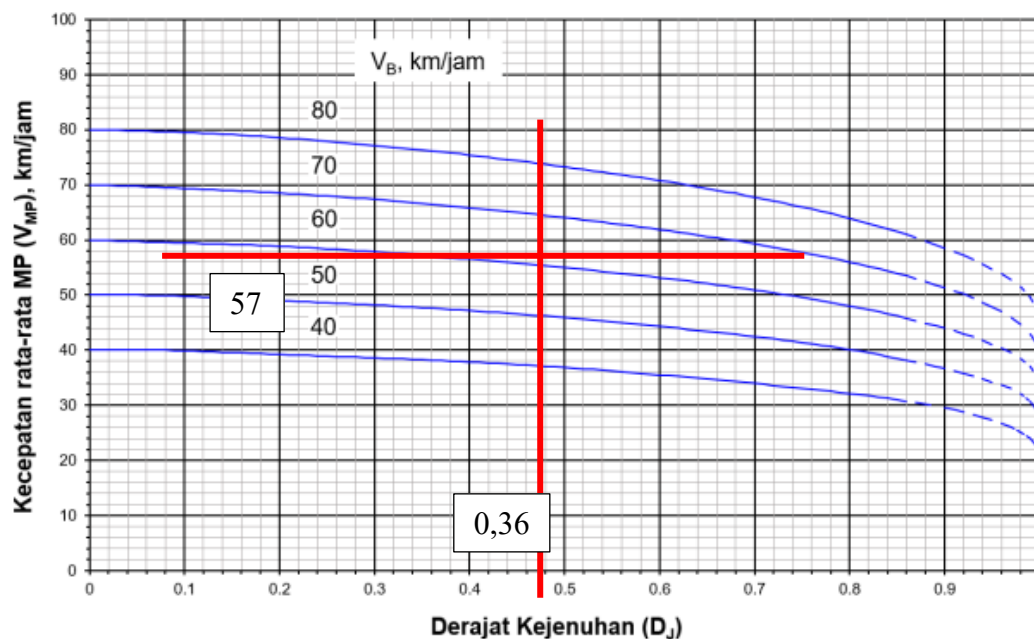
berfungsi. Penurunan tersebut disebabkan oleh penutupan jalur lambat selama pekerjaan berlangsung sehingga seluruh kendaraan menggunakan jalur yang sama. Kondisi ini mengurangi ruang gerak kendaraan dan meningkatkan interaksi antar kendaraan, sehingga kecepatan arus bebas menjadi lebih rendah dibandingkan kondisi sebelum rekonstruksi.

4.4 Kecepatan Tempuh

Kecepatan tempuh (V_T) merupakan kecepatan rata-rata kendaraan saat melintasi segmen jalan yang ditinjau. Berbeda dengan kecepatan arus bebas, kecepatan tempuh telah mempertimbangkan kondisi lalu lintas di lapangan sehingga lebih mencerminkan kondisi operasional ruas jalan. Berdasarkan PKJI 2023, nilai kecepatan tempuh diperoleh dari hubungan antara derajat kejenuhan (D_J) dan kecepatan arus bebas (V_B) ditentukan menggunakan grafik hubungan $V_{MP}-D_J-V_B$ sesuai tipe ruas jalan. Nilai kecepatan tempuh menjadi salah satu indikator dalam mengevaluasi kinerja ruas jalan karena menggambarkan kemampuan kendaraan untuk bergerak pada kondisi lalu lintas yang terjadi. Perubahan nilai kecepatan tempuh antara kondisi sebelum rekonstruksi dan saat rekonstruksi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh pelaksanaan pekerjaan terhadap kelancaran arus lalu lintas. Hasil

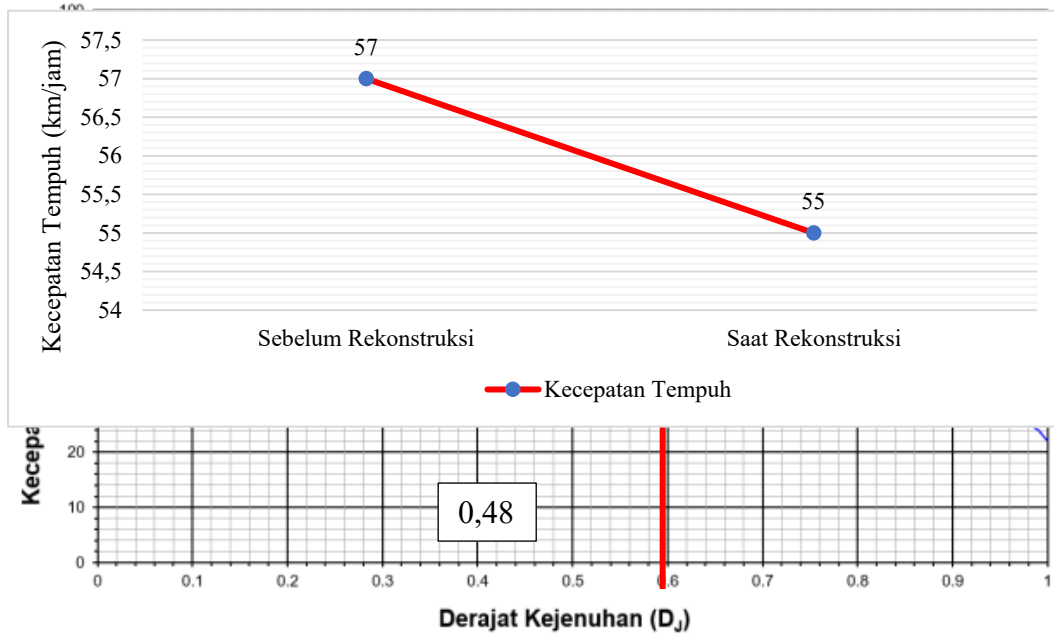
perhitungan kecepatan tempuh pada kondisi sebelum rekonstruksi dan saat pelaksanaan rekonstruksi disajikan pada Gambar 4.40 dan Gambar 4.41.

Pada Gambar 4.40, nilai derajat kejenuhan yang digunakan adalah $D_J = 0,36$, yang merupakan nilai derajat kejenuhan maksimum pada kondisi sebelum rekontruksi. Berdasarkan hasil perhitunga, diperoleh nilai kecepatan arus bebas (V_B) = 59 km/jam. Karena nilai tersebut tidak tersedia pada kurva grafik, maka digunakan kurva $V_B = 60$ km/jam sebagai pendekatan dalam proses pembacaan grafik. Berdasarkan perpotongan antara $D_J = 0,36$ dan kurva $V_B = 60$ km/jam, diperoleh kecepatan tempuh rata-rata MP (V_{MP}) sebesar ± 57 km/jam. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai kecepatan tempuh pada analisis kinerja ruas jalan kondisi sebelum rekontruksi.



Gambar 4.6 Grafik Korelasi Antara Derajat Kejenuhan (D_J) dan Kecepatan Arus Bebas (V_B) Sebelum Rekonstruksi

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)



Gambar 4.7 Grafik Korelasi Antara Derajat Kejenuhan (D_j) dan Kecepatan Arus Bebas (V_B) Sebelum Rekonstruksi

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Pada Gambar 4.41, nilai derajat kejenuhan yang digunakan adalah $D_j = 0,48$, yang merupakan nilai derajat kejenuhan maksimum pada kondisi sebelum rekontruksi. Berdasarkan hasil perhitunga, diperoleh nilai kecepatan arus bebas (V_B) = 57 km/jam. Karena nilai tersebut tidak tersedia pada kurva grafik, maka digunakan kurva $V_B = 60$ km/jam sebagai pendekatan dalam proses pembacaan grafik. Berdasarkan perpotongan antara $D_j = 0,48$ dan kurva $V_B = 60$ km/jam, diperoleh kecepatan tempuh rata-rata MP (V_{MP}) sebesar ± 55 km/jam. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai kecepatan tempuh pada analisis kinerja ruas jalan kondisi sebelum rekontruksi

Tabel 4.7 Nilai Kecepatan Tempuh (V_T) sebelum dan Saat Rekonstruksi

Periode	Derajat Kejenuhan (D_j)	Kecepatan Arus Bebas (V_B), km/jam	Kecepatan Tempuh (V_T), km/jam
Sebelum Rekonstruksi	0,36	59	57
Saat Rekonstruksi	0,48	57	55

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Grafik nilai Kecepatan Arus Bebas sebelum dan saat pelaksanaan rekontruksi dapat dilihat pada Gambar 4.42.

Berdasarkan Gambar 4.42 tersebut terlihat bahwa kecepatan tempuh mengalami perubahan selama pelaksanaan rekonstruksi jalan. Kecepatan tempuh mengalami penurunan sebesar 3,51%, yang menunjukkan bahwa kendaraan memerlukan waktu lebih lama untuk

Gambar 4.8 Grafik Kecepatan Arus Bebas Sebelum dan Saat Pelaksanaan Rekontruksi

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

melewati ruas Jalan Raya Kaligawe (STA 3+600–4+600 KA arah Demak–Semarang). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh meningkatnya derajat kejenuhan akibat berkurangnya kapasitas efektif jalan selama pekerjaan berlangsung.

Selain penyempitan lajur, penurunan kecepatan tempuh juga dipengaruhi oleh tingginya volume kendaraan berat yang mendominasi ruas Jalan Raya Kaligawe serta adanya aktivitas keluar masuk kawasan industri dan kendaraan proyek. Semakin besar nilai derajat kejenuhan maka semakin rendah kecepatan tempuh kendaraan, sehingga kondisi lalu lintas menjadi semakin tidak stabil. Hasil ini sejalan dengan konsep PKJI 2023 yang menyatakan bahwa kecepatan tempuh merupakan fungsi dari derajat kejenuhan dan kecepatan arus bebas.

4.5 Waktu Tempuh

Waktu tempuh (W_T) merupakan waktu yang diperlukan kendaraan untuk melewati suatu segmen jalan dengan panjang tertentu. Besarnya waktu tempuh dipengaruhi secara langsung oleh panjang ruas jalan dan kecepatan tempuh kendaraan. Semakin rendah kecepatan tempuh, maka semakin besar waktu yang diperlukan kendaraan untuk mencapai tujuan. PKJI 2023 menggunakan hubungan tersebut sebagai salah satu indikator dalam evaluasi kinerja ruas jalan. Perhitungan waktu tempuh dilakukan menggunakan persamaan (2.5):

$$W_T = P/V_T$$

Dimana:

W_T = Waktu tempuh rata-rata mobil penumpang (jam)

P = Panjang segmen (km)

V_T = Kecepatan tempuh mobil penumpang (km/jam)

Maka, diketahui:

1 jam = 60 menit

$P = 1,0$ km

$V_T = 57$ km/jam (sebelum rekonstruksi) dan 55 km/jam (saat rekonstruksi)

Kecepatan Arus Bebas sebelum rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA):

$$W_T = P/V_T$$

$$= 1,0/57$$

$$= 0,0175 \text{ jam}$$

$$= 0,0175 \times 60 \text{ menit}$$

$$= 1,05 \text{ menit}$$

Kecepatan Arus Bebas saat rekonstruksi ruas Jalan Raya Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA):

$$W_T = P/V_T$$

$$= 1,0/55$$

$$= 0,0182 \text{ jam}$$

$$= 0,0182 \times 60 \text{ menit}$$

$$= 1,09 \text{ menit}$$

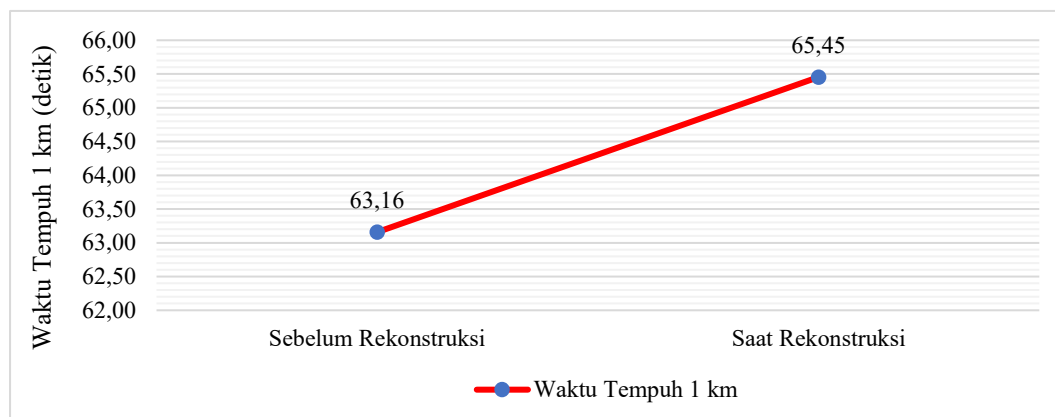
Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh waktu tempuh kendaraan pada ruas Jalan Raya Kaligawe sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.42.

Tabel 4.8 Nilai Waktu Tempuh (W_T) Sebelum dan Saat Rekonstruksi

Periode	Panjang Ruas (km)	V_T (km/jam)	W_T (jam)	W_T (menit)	W_T (detik)
Sebelum Rekonstruksi	1,00	57	0,0175	1,05	63,16
Saat Rekonstruksi	1,00	55	0,0182	1,09	65,45

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Grafik nilai Waktu Tempuh sebelum dan saat pelaksanaan rekontruksi dapat dilihat pada Gambar 4.43.



Gambar 4.9 Grafik Kecepatan Arus Bebas Sebelum dan Saat Pelaksanaan Rekontruksi

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu tempuh selama pelaksanaan rekonstruksi jalan mengalami peningkatan sebesar 3,63%, sehingga kendaraan memerlukan waktu tempuh lebih lama dibandingkan kondisi sebelum rekonstruksi. Peningkatan waktu tempuh merupakan konsekuensi dari menurunnya kecepatan tempuh akibat berkurangnya kapasitas jalan dan meningkatnya derajat kejenuhan. Semakin besar tingkat pembebanan ruas jalan, maka kendaraan memerlukan waktu perjalanan yang semakin lama untuk melewati segmen yang sama. Kondisi ini menunjukkan bahwa rekonstruksi jalan memberikan dampak nyata terhadap efisiensi perjalanan pengguna jalan pada ruas Jalan Raya Kaligawe.

4.6 Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Kaligawe (STA 3+600 – 4+600 KA)

Mengacu pada PKJI (2023), derajat kejenuhan (D_j) merupakan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas ruas jalan yang digunakan sebagai indikator utama dalam menilai kinerja suatu ruas jalan. Nilai D_j menunjukkan tingkat pemanfaatan kapasitas jalan oleh arus lalu lintas yang melintas. Semakin besar nilai D_j atau mendekati angka satu, maka kondisi lalu lintas semakin padat. Apabila nilai D_j telah mencapai atau melebihi satu, hal tersebut menunjukkan bahwa kapasitas jalan telah terlampaui sehingga arus lalu lintas menjadi tidak stabil dan berpotensi menimbulkan kemacetan.

Nilai derajat kejenuhan yang diperoleh dari hasil perhitungan dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat pelayanan jalan (*Level of Service/LOS*) sekaligus menjadi acuan dalam penyusunan alternatif penanganan maupun manajemen lalu lintas. Semakin kecil nilai D_j yang diperoleh, maka semakin baik pula kondisi operasional ruas jalan karena kendaraan masih dapat bergerak dengan relatif lancar. Sebaliknya, apabila nilai D_j semakin tinggi, maka kondisi lalu lintas menunjukkan penurunan kinerja sehingga diperlukan upaya pengelolaan lalu lintas untuk mengurangi kepadatan dan meningkatkan kelancaran arus kendaraan.

Pada penelitian ini, analisis kinerja lalu lintas difokuskan pada ruas Jalan Kaligawe Semarang pada STA 3+450 - STA 4+600 KA arah Demak – Semarang. Ruas jalan tersebut memiliki tipe geometrik 6/2 T dengan lebar total sekitar 27,60 meter, dengan pembagian dua jalur yaitu jalur cepat dan jalur lambat pada setiap arahnya. Tiap jalur memiliki lebar masing-masing, untuk jalur cepat memiliki lebar jalan 7,60 meter, dan untuk jalur lambat memiliki

lebar jalan 6,10 meter. Serta trotoar dengan lebar kurang lebih 3,10 meter pada jalan arah ke Semarang - Demak dan 1,40 meter untuk trotoar pada jalan arah Demak - Semarang. Berdasarkan fungsi playanannya, ruas Jalan Kaligawe termasuk ke dalam kategori jalan perkotaan dengan kondisi perkerasan yang masih tergolong baik di bagian beberapa ruas jalan sehingga masih mampu melayani pergerakan lalu lintas sesuai dengan karakteristik jalan tersebut. Akan tetapi masih banyak ruas jalan Kaligawe pada STA 3+600 - STA 4+600 KA yang masih banyak kerusakan pada ruas jalan yang menyebabkan melambatnya kendaraan, dan akhirnya menimbulkan kemacetan.

Berdasarkan hasil survei lalu lintas, jenis kendaraan yang paling mendominasi arus kendaraan pada ruas Jalan Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA arah Demak – Semarang) adalah sepeda motor, mobil penumpang, dan kendaraan sedang. Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada sebelum rekonstruksi di hari Rabu, 3 Juni 2026, terutama pada jam puncak sore pukul 16.00–17.00 WIB. Pada periode tersebut, volume lalu lintas mencapai 1873,20 smp/jam, yang terdiri atas 613,00 smp/jam sepeda motor, 893 smp/jam mopil penumpang, 273,60 smp/jam kendaraan sedang, 9,60 smp/jam bus besar dan 84,00 smp/jam truk besar. Sedangkan, volume lalu lintas tertinggi terjadi pada saat pelaksanaan rekonstruksi di hari Senin, 29 Juni 2026, terutama pada jam puncak pagi pukul 06.00–07.00 WIB. Pada periode tersebut, volume lalu lintas mencapai 1600,85 smp/jam, yang terdiri atas 533,25 smp/jam sepeda motor, 752 smp/jam mopil penumpang, 238,00 smp/jam kendaraan sedang, 10,80 smp/jam bus besar dan 66,00 smp/jam truk besar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa aktivitas lalu lintas pada jam pulang kerja memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap meningkatnya kepadatan kendaraan di ruas jalan penelitian.

Berdasarkan Tabel 4.39 dan Tabel 4.40, tingkat pelayanan ruas Jalan Kaligawe Semarang (STA 3+600 – 4+600 KA arah Demak – Semarang) dianalisis dengan membandingkan kondisi sebelum perbaikan jalan dan saat pekerjaan perbaikan sedang berlangsung. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi sebelum perbaikan, nilai derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada hari Rabu, 3 Juni 2026 yaitu sebesar 0,36, sehingga tingkat pelayanannya termasuk dalam kategori B. Sementara itu, pada saat pelaksanaan perbaikan jalan nilai derajat kejenuhan pada hari Senin, 29 Juni 2026 meningkat menjadi 0,48, dengan tingkat pelayanannya termasuk dalam kategori C yang menunjukkan adanya penurunan pada tingkat pelayanan ruas jalan.

Perbedaan nilai derajat kejenuhan tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan perbaikan jalan memberikan pengaruh terhadap kinerja ruas Jalan Raya Kaligawe, meskipun penurunannya tidak terlalu signifikan. Sebelum pelaksanaan perbaikan, nilai derajat kejenuhan sebesar 0,36 menunjukkan bahwa arus lalu lintas masih stabil, namun dengan kecepatan kendaraan yang terpengaruh arus lalu lintas. Selama pelaksanaan perbaikan jalan, nilai derajat kejenuhan meningkat menjadi 0,48 sehingga tingkat pelayanan berubah dari kategori B menjadi kategori C. Kondisi ini menunjukkan bahwa arus lalu lintas masih berada dalam kondisi stabil, namun ruang pergerakan kendaraan mulai terbatas akibat berkurangnya kapasitas jalan selama pekerjaan berlangsung. Akibatnya, kecepatan kendaraan cenderung menurun dan potensi antrean mulai meningkat, terutama pada jam-jam dengan volume lalu lintas yang tinggi. Meskipun terjadi peningkatan nilai derajat kejenuhan, kondisi lalu lintas masih tergolong stabil. Namun, berkurangnya kapasitas efektif selama pelaksanaan perbaikan jalan menyebabkan ruang gerak kendaraan menjadi lebih terbatas dibandingkan kondisi sebelum perbaikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa dampak perbaikan jalan lebih dirasakan pada kelancaran perjalanan daripada kapasitas ruas jalan secara keseluruhan.

4.7 Pemodelan Mikrosimulasi Menggunakan PTV VISSIM

Pemodelan lalu lintas menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM dilakukan untuk merepresentasikan kondisi operasional arus lalu lintas secara mikroskopik pada ruas Jalan Raya Kaligawe. Melalui perangkat lunak ini, menggambarkan interaksi antar kendaraan, perilaku

pengemudi, perubahan lajur, konflik lalu lintas, serta pengaruh penyempitan jalan akibat pekerjaan konstruksi sehingga kondisi lalu lintas yang terjadi di lapangan dapat dimodelkan secara lebih realistis.

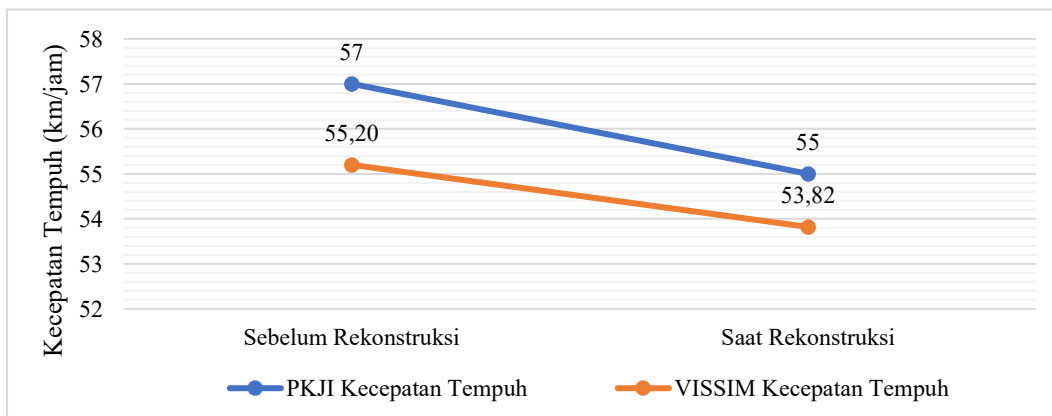
4.8 Perbandingan Hasil PTV VISSIM dengan PKJI 2023

Hasil PKJI 2023 dan PTV Vissim menunjukkan arah perubahan yang sama, yaitu penurunan kecepatan dan peningkatan waktu tempuh pada kondisi saat rekonstruksi. Besarnya perubahan pada Vissim lebih tinggi karena pendekatan mikroskopis memperhitungkan interaksi setiap kendaraan, perubahan lajur, percepatan dan perlambatan, kendaraan berat, serta konflik pada akses SPBU dan Jalan Industri 2. Sementara itu, PKJI 2023 menggunakan pendekatan makroskopis berdasarkan kapasitas, derajat kejenuhan, dan hubungan empiris antara arus dan kecepatan.

Tabel 4.9 Perbandingan Kecenderungan Hasil PKJI 2023 dan PTV Vissim

Parameter	PKJI Sebelum	PKJI Saat	Vissim Sebelum	Vissim Saat	Kecenderungan
Kecepatan Tempuh	57 km/jam	55 km/jam	55,20 km/jam	53,82 km/jam	Menurun
Waktu tempuh 1 km	63,16 detik	65,45 detik	65,22 detik	66,90 detik	Meningkat

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)



Grafik perbandingan nilai Kecepatan Tempuh dan Waktu Tempuh dalam 1 km pada metode PKJI 2023 dan PTV VISSIM, pada sebelum serta saat pelaksanaan rekontruksi dapat dilihat pada Gambar 4.73

Berdasarkan Gambar 4.73, kecepatan tempuh berdasarkan metode PKJI 2023 mengalami

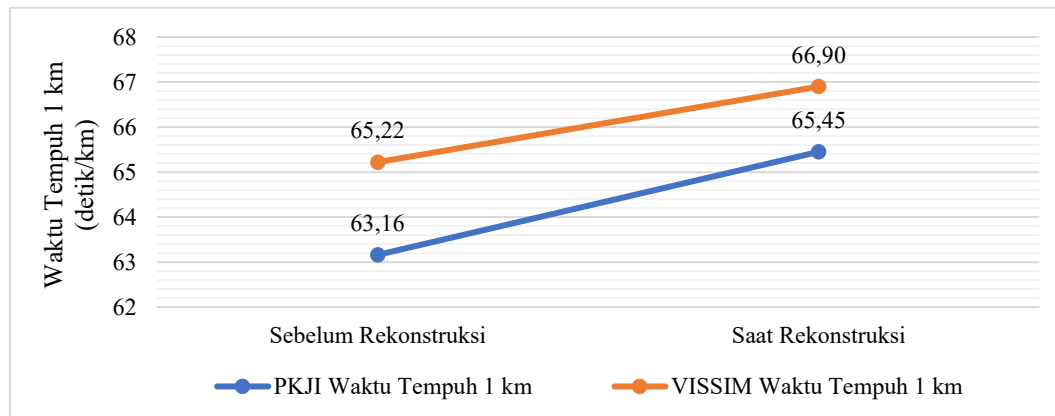
Gambar 4.10 Perbandingan Nilai Kecepatan Tempuh Pada Metode PKJI 2023 dan PTV VISSIM

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

penurunan dari 57 km/jam pada kondisi sebelum rekonstruksi menjadi 55 km/jam pada saat rekonstruksi, atau sebesar 3,51%. Hasil pemodelan menggunakan PTV VISSIM juga menunjukkan penurunan kecepatan tempuh dari 55,20 km/jam menjadi 53,82 km/jam, atau sebesar 2,50%. Perbandingan kedua metode menunjukkan bahwa hasil simulasi PTV VISSIM memiliki nilai yang mendekati hasil perhitungan PKJI 2023, dengan perbedaan sebesar 3,16% pada kondisi sebelum rekonstruksi dan 2,15% pada saat rekonstruksi. Perbedaan yang relatif

kecil tersebut menunjukkan bahwa hasil simulasi PTV VISSIM mampu merepresentasikan kondisi lalu lintas dengan baik dan memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi terhadap metode PKJI 2023.

Berdasarkan Gambar 4.74, waktu tempuh berdasarkan metode PKJI 2023 mengalami peningkatan dari 63,16 detik/km pada kondisi sebelum rekonstruksi menjadi 65,45 detik/km pada saat rekonstruksi, atau sebesar 3,63%. Hasil simulasi menggunakan PTV VISSIM juga menunjukkan peningkatan waktu tempuh dari 65,22 detik/km menjadi 66,90 detik/km, atau



Gambar 4.11 Perbandingan Nilai Waktu Tempuh Pada Metode PKJI 2023 dan PTV VISSIM

(Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2026)

sebesar 2,58%. Perbandingan kedua metode menunjukkan bahwa hasil simulasi PTV VISSIM memiliki nilai yang mendekati hasil perhitungan PKJI 2023, dengan perbedaan sebesar 3,52% terhadap nilai PKJI 2023 pada kondisi sebelum rekonstruksi dan 2,29% pada saat rekonstruksi. Perbedaan yang relatif kecil tersebut menunjukkan bahwa hasil simulasi PTV VISSIM memiliki tingkat kesesuaian yang baik terhadap metode PKJI 2023 dalam menggambarkan waktu tempuh kendaraan pada ruas Jalan Raya Kaligawe.

Nilai *Vehicle Travel Time* kondisi saat rekonstruksi tidak digunakan untuk menyatakan kesamaan absolut dengan PKJI 2023. Kesesuaian model dinilai berdasarkan kemampuan mereproduksi volume observasi, kedekatan kecepatan titik, serta kesamaan arah perubahan kinerja. Volume hasil Vissim memenuhi kriteria GEH kurang dari 5 dan kecepatan tempuh rata-rata kendaraan serta waktu tempuh memiliki nilai kriteria penerimaan kurang dari 15%. Karena itu, PTV Vissim layak digunakan sebagai pembanding pendukung untuk memperkuat hasil analisis PKJI 2023.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kinerja lalu lintas menggunakan metode PKJI 2023 serta hasil pemodelan menggunakan mikrosimulasi PTV VISSIM pada ruas Jalan Kaligawe Semarang STA 3+600 – 4+600 KA arah Demak – Semarang selama pelaksanaan proyek rekonstruksi jalan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan tujuan penelitian pertama, hasil analisis PKJI 2023 menunjukkan bahwa rekonstruksi menurunkan kinerja ruas Jalan Raya Kaligawe. Kapasitas jalan berkurang 35,80%, dari 5.232,60 menjadi 3.359,20 smp/jam, akibat penutupan jalur lambat dan berkurangnya lajur efektif. Meskipun volume lalu lintas menurun dari 1.873,20 menjadi 1.600,85 smp/jam, derajat kejenuhan meningkat dari 0,36 menjadi 0,48 sehingga tingkat pelayanan turun dari LOS B menjadi LOS C. Kecepatan arus bebas dan kecepatan

tempuh masing-masing menurun dari 59 menjadi 57 km/jam dan dari 57 menjadi 55 km/jam, sedangkan waktu tempuh meningkat dari 63,16 menjadi 65,45 detik/km.

2. Berdasarkan tujuan penelitian kedua, model PTV VISSIM mampu merepresentasikan kondisi lalu lintas hasil observasi dengan nilai GEH sebesar 1,17 sebelum rekonstruksi dan 0,04 saat rekonstruksi, sehingga memenuhi kriteria $GEH < 5$. Hasil simulasi menunjukkan kecepatan rata-rata menurun dari 55,20 menjadi 53,82 km/jam, waktu tempuh meningkat dari 65,22 menjadi 66,90 detik/km, dan tundaan meningkat dari 7,53 menjadi 29,12 detik/kendaraan. Perbedaan hasil kecepatan dan waktu tempuh terhadap PKJI 2023 berada di bawah batas penerimaan 15% serta menunjukkan kecenderungan yang sama. Dengan demikian, PTV VISSIM dapat digunakan sebagai pembanding pendukung dan media visualisasi untuk memperkuat hasil analisis PKJI 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- 'Abid, & Ayunaning, K. (2025). Analisis Kinerja Ruas Jalan Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 pada Jalan Raya Manyar. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(02), 44–50.
- Al Aziz, T., Zuhdi, Z., Mudiyo, R., & Sulisty, J. A. (2026). Analisis Dampak Lalu Lintas Akibat Perbaikan Jalan Majapahit Semarang: Studi kasus Jalan Majapahit, Kota Semarang. *Journal of Engineering and Applied Technology*, 2(1), 122-134.
- Amanda, C. T., Agustin, T., & Mahmudah, A. M. H. (2024). Analisis Kinerja Lalu Lintas Akibat Hambatan Samping Jalan. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(4), 1–9.
- Desiantina, F., & Arina, G. L. (2022). Analisis Manajemen Lalu Lintas Akibat Dampak Rekonstruksi Proyek Jembatan Wonokerto Karangtengah Terhadap Jalan Disekitarnya (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Elwanda, R. N., & Utama, R. I. (2024). Analisis Kinerja Ruas Jalan Andalas Menggunakan Metode Pedoman Kinerja Jalan Indonesia 2014 Dan Simulasi Software VISSIM. *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, 5(1), 34-39.
- Firmansyah, r. A., & oktavianto, f. *Analisis dampak perbaikan jalan terhadap kinerja jalan*.
- Indonesia, K. P. R. (2015). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PUPR, Jakarta.
- Kristanti, A., Tjandani, H. T., & Mawariza, P. S. (2025, June). Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Sepanjang Pasar Tradisional Menganti Kabupaten Gresik menggunakan Metode PKJI 2023. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil Ums* (pp. 269-278).
- Kurniasari, F. D., dkk. (2026). Kajian Kinerja Simpang Tak Bersinyal di Kawasan Universitas Iskandarmuda Kota Banda Aceh. *INSOLOGI (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 5(2), 746–756.
- Malluluang, E. M., Alwi, A., & Rustamaji, R. (2017). Analisis Tingkat Pelayanan Jalan (LoS) dan Karakteristik Lalu Lintas pada Ruas Jalan Gusti Situt Mahmud Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(2).
- Maulida, D. H. (2024). Analisis Kinerja Ruas Jalan Menggunakan Metode Pkji 2023 Dengan Pemodelan Vissim (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa).

Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Proyek Rekonstruksi Jalan Dengan Metode PKJI 2023 Dan Mikrosimulasi PTV VISSIM (Studi Kasus: Ruas Jalan Kaligawe Semarang STA 3+600 - 4+600 KA)

Lia Adhe Widjanarko¹, Wildan Kurnia Agusti², H. Rachmat Mudiyo³, Juny Andry Sulisty⁴

- Mudiyo, R., & Anindyawati, N. (2017). Analisis Kinerja Ruas Jalan Majapahit Kota Semarang (Studi Kasus: Segmen Jalan Depan Kantor Pegadaian Sampai Jembatan Tol Gayamsari). *In Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dalam Pengembangan SmartCity* (Vol. 1, No. 1, pp. 345-354).
- Mudiyo, R., & Asfari, G. D. (2020). Kajian pengaruh pembangunan jalan tol Semarang-Demak terhadap kinerja jalan raya Kaligawe. *Jurnal Planologi E-ISSN*, 2615, 5257.
- Nangaro, M. C., Lefrandt, L. I. R., & Timboeleng, J. A. (2022). Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan (Studi Kasus: Jl. Lembong, Kota Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 10(1), 13–28.
- Prasetyo, D., dkk. (2023). Pemodelan Mikrosimulasi Lalu Lintas Menggunakan PTV VISSIM pada Jalan Perkotaan. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- PRATMA, N. N. (2025). Analisis Kinerja Ruas Jalan Kaliurang (Kentungan–Selokan Mataram) Menggunakan Metode Pkji 2023 Dan Mikrosimulasi Vissim (Doctoral Dissertation, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan).
- PTV Group. PTV VISSIM User Manual
- Putri, A. P., Dewi, S. U., & Afni, D. (2025). Analisis Kinerja Lalu Lintas pada Ruas Jalan Raya Soekarno Hatta Kota Bandar Lampung Menggunakan Metode PKJI 2023. *JTS Saburai: Jurnal Teknik Sipil Saburai*
- Putri, A. R., & Wicaksono, A. (2021). Pengaruh komposisi lalu lintas terhadap kinerja ruas jalan perkotaan. *Jurnal Rekayasa Transportasi*, 11(2), 89–98.
- Rachmat, A. (2017). Analisis kinerja ruas Jalan Majapahit di Kota Semarang berdasarkan MKJI 1997 (*Skripsi*, Universitas Islam Sultan Agung Semarang). Fakultas Teknik.
- Rachmat, A. (2021). Kajian pengaruh pembangunan Jalan Tol Semarang–Demak terhadap kinerja Jalan Raya Kaligawe. *Jurnal Infrastruktur Transportasi*, 7(1), 33–42.
- Rahman, A., dkk. (2022). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software PTV VISSIM. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Rumengan, Y., dkk. (2022). Analisis Dampak Erection Box Girder Proyek Jalan Tol Ujung Pandang Seksi 3 terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus Jalan Tol Layang A.P. Pettarani). *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 2(2)
- Santoso, A. F., & Agusdini, T. M. C. (2019). Evaluasi Kinerja Jalan Akibat Hambatan Samping di Jalan Raya Tanah Merah Bangkalan. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur, ITATS*.
- Suartawan, P. E., Suthanaya, P. A., & Wedagama, D. M. P. (2022). Analisis kinerja ruas jalan dengan menggunakan piranti lunak Vissim (Studi kasus pada pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar). *Jurnal Teknologi Transportasi Dan Logistik*, 3(1), 51-62.
- Susilo, B. H., Santosa, W., & Nugroho, A. (2020). Analisis dampak pekerjaan jalan terhadap kinerja lalu lintas perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 123–132.
- Utary, C., Nababan, D. S., & Sholekhah, N. U. (2022). Analisa Kinerja Pada Ruas Jalan Pemuda Kabupaten Merauke Dengan Adanya Median. *Musamus J. Civ. Eng*, 4(02), 76-80.
- Wibisana, H., & Utomo, N. (2016). Pemetaan Kecepatan dan Kerapatan Lalu Lintas di Ruas Jalan Arteri Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 121–145.