



EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL TAMAN SAMPANGAN KOTA SEMARANG MENGGUNAKAN METODE PKJI 2023 DAN PTV VISSIM

Sultan Ageng^{1*} & Untoro Nugroho²

^{1&2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang,
Jalan Raya Banaran, Semarang, Jawa Tengah 50229, Indonesia

*Email: sultanagengs3@students.unnes.ac.id

Submit: 02-06-2026; Accepted: 12-06-2026; Published: 10-10-2026

ABSTRAK: Peningkatan mobilitas kendaraan di Kota Semarang menyebabkan penurunan kinerja pada beberapa simpang bersinyal, salah satunya Simpang Taman Sampangan yang memiliki tingkat pelayanan rendah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja simpang pada kondisi eksisting tahun 2025 dan kondisi proyeksi tahun 2030, 2035, serta 2040 menggunakan metode PKJI 2023 dan perangkat lunak PTV VISSIM, sekaligus menentukan alternatif penanganan untuk meningkatkan tingkat pelayanan simpang. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi eksisting memiliki tingkat pelayanan D dengan tundaan rata-rata sebesar 38,37 detik/smp berdasarkan PKJI 2023 dan 48,08 detik/kendaraan berdasarkan PTV VISSIM, dengan pendekatan Utara sebagai pendekatan kritis. Tiga skenario penanganan yang dianalisis meliputi pelebaran pendekatan Utara, optimasi waktu siklus APILL dari 96 detik menjadi 80 detik, serta kombinasi keduanya. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi pelebaran geometri dan optimasi APILL memberikan peningkatan kinerja paling konsisten dan mampu mempertahankan tingkat pelayanan C hingga tahun 2040 berdasarkan kedua metode. Hasil penelitian dapat menjadi dasar dalam perencanaan penanganan geometrik dan pengaturan APILL untuk meningkatkan kinerja Simpang Taman Sampangan.

Kata Kunci: Optimasi APILL, PKJI 2023, PTV VISSIM, Simpang Bersinyal, Tingkat Pelayanan.

ABSTRACT: The increase in vehicle mobility in Semarang City has caused a decline in performance at several signalized intersections, one of which is the Taman Sampangan Intersection which has a low level of service. This study aims to evaluate the intersection performance in the existing condition in 2025 and the projected conditions in 2030, 2035, and 2040 using the PKJI 2023 method and PTV VISSIM software, while determining alternative treatments to improve the intersection's level of service. The analysis results show that the existing condition has a level of service D with an average delay of 38.37 seconds/pcu based on PKJI 2023 and 48.08 seconds/vehicle based on PTV VISSIM, with the North approach as the critical approach. Three treatment scenarios were analyzed including widening the North approach, optimizing the APILL cycle time from 96 seconds to 80 seconds, and a combination of both. The results show that the combination of geometric widening and APILL optimization provides the most consistent performance improvement and is able to maintain the level of service C until 2040 based on both methods. The research results can serve as a basis for planning geometric handling and APILL arrangements to improve the performance of the Taman Sampangan Intersection.

Keywords: APILL Optimization, PKJI 2023, PTV VISSIM, Signalized Intersection, Level of Service.

How to Cite: Ageng, S., & Nugroho, U. (2026). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Taman Sampangan Kota Semarang Menggunakan Metode PKJI 2023 dan PTV VISSIM. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(4), 2308-2325. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i4.1557>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



PENDAHULUAN

Transportasi merupakan bagian penting dalam mendukung mobilitas orang dan barang, khususnya di wilayah perkotaan yang memiliki aktivitas sosial dan ekonomi tinggi. Pertumbuhan penduduk, perkembangan kawasan, serta peningkatan kepemilikan kendaraan menyebabkan volume lalu lintas cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Kondisi tersebut dapat menimbulkan ketidakseimbangan antara permintaan perjalanan dan kapasitas prasarana, terutama pada simpang bersinyal yang menjadi titik pertemuan berbagai arus lalu lintas (Chodur *et al.*, 2016; Tama, 2016). Apabila peningkatan volume lalu lintas tidak diikuti dengan pengelolaan kapasitas dan pengaturan lalu lintas yang memadai, kondisi tersebut dapat meningkatkan derajat kejenuhan, panjang antrean, dan tundaan pada simpang.

Simpang Taman Sampangan merupakan salah satu simpang bersinyal empat lengan di Kota Semarang yang menghubungkan Jl. Kelud Raya, Jl. Menoreh Raya, Jl. Lamongan Raya, dan Jl. Papandayan. Berdasarkan hasil survei pendahuluan, permasalahan operasional pada simpang tersebut terutama terjadi pada periode jam puncak. Selain tingginya volume lalu lintas, tingginya arus belok kanan pada pendekat Utara serta aktivitas di sekitar simpang yang menimbulkan hambatan samping turut memengaruhi kelancaran arus. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa evaluasi kinerja simpang tidak hanya diperlukan untuk menggambarkan kondisi eksisting, tetapi juga untuk mengantisipasi perubahan permintaan lalu lintas pada tahun mendatang.

Evaluasi kinerja simpang dalam penelitian ini menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Pemilihan PKJI 2023 didasarkan pada kedudukannya sebagai pedoman teknis terbaru Direktorat Jenderal Bina Marga yang diterbitkan melalui Surat Edaran Nomor 21/SE/Db/2023 dan berstatus berlaku. PKJI 2023 merupakan pemutakhiran terhadap Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, yang telah digunakan selama lebih dari dua dekade. Direktorat Jenderal Bina Marga menyatakan bahwa perubahan kondisi lalu lintas dan jalan, antara lain perubahan populasi dan komposisi kendaraan, perkembangan teknologi kendaraan, perubahan jaringan jalan, serta peningkatan proporsi sepeda motor, menyebabkan adanya indikasi ketidakakuratan estimasi MKJI 1997 terhadap kondisi lalu lintas saat ini.

Perbedaan antara MKJI 1997 dan PKJI 2023 terutama berkaitan dengan pemutakhiran parameter dan prosedur perhitungan agar lebih sesuai dengan perkembangan karakteristik lalu lintas di Indonesia. Salah satu perubahan yang relevan untuk simpang bersinyal adalah pemutakhiran nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) sepeda motor pada kondisi tertentu. Studi perbandingan pada Simpang Pingit, Yogyakarta, menunjukkan bahwa penggunaan PKJI 2023 menghasilkan estimasi panjang antrean yang lebih mendekati kondisi lapangan dibandingkan MKJI 1997 berdasarkan nilai MAPE yang lebih rendah (Dewantara, 2024). Penelitian lain yang mengevaluasi panjang antrean juga menunjukkan bahwa PKJI 2023 menghasilkan nilai kesalahan yang lebih rendah dibandingkan MKJI 1997, meskipun masih terdapat perbedaan terhadap kondisi aktual sehingga validasi lapangan tetap diperlukan (Fazahudiya, 2024). Dengan demikian, keunggulan utama PKJI 2023 dalam penelitian ini bukan karena merupakan



pedoman yang lebih baru, tetapi karena pedoman tersebut telah diperbarui untuk merespons perubahan karakteristik lalu lintas dan kondisi jalan di Indonesia.

Selain analisis berdasarkan pedoman kapasitas, pemodelan menggunakan PTV VISSIM diperlukan untuk memperoleh gambaran operasional lalu lintas secara mikroskopis. PKJI 2023 memberikan pendekatan analitis untuk mengevaluasi kapasitas dan kinerja simpang, sedangkan VISSIM memungkinkan perilaku kendaraan dan interaksi antar-arus dimodelkan berdasarkan kondisi geometrik, volume lalu lintas, pengaturan sinyal, serta karakteristik pergerakan kendaraan. Penelitian pada beberapa simpang di Kota Semarang telah menerapkan kombinasi PKJI 2023 dan PTV VISSIM untuk mengevaluasi kondisi eksisting serta menguji alternatif optimalisasi kinerja simpang (Cahya P. P. *et al.*, 2024). Penelitian lain pada simpang bersinyal empat lengan juga menunjukkan bahwa kombinasi PKJI 2023 dan VISSIM dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi eksisting dan membandingkan beberapa alternatif penanganan (Pranata *et al.*, 2024).

Meskipun penelitian mengenai penerapan PKJI 2023 dan PTV VISSIM pada simpang bersinyal telah dilakukan, kajian yang secara khusus mengevaluasi Simpang Taman Sampangan dengan mempertimbangkan karakteristik arus belok kanan, dominasi sepeda motor, hambatan samping, serta kondisi lalu lintas pada tahun proyeksi masih diperlukan. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada penilaian kondisi eksisting, tetapi juga mengintegrasikan hasil analisis PKJI 2023 dan pemodelan PTV VISSIM untuk menguji alternatif penanganan pada kondisi eksisting dan tahun proyeksi 2030, 2035, dan 2040. Pendekatan tersebut memberikan dasar teknis dalam menentukan bentuk penanganan yang sesuai dengan karakteristik operasional Simpang Taman Sampangan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas Simpang Taman Sampangan menggunakan PKJI 2023, memodelkan kondisi operasional simpang menggunakan PTV VISSIM, serta menganalisis alternatif penanganan yang dapat meningkatkan kinerja simpang pada kondisi eksisting dan tahun proyeksi 2030, 2035, dan 2040. Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi analisis berbasis PKJI 2023 dan simulasi mikroskopis PTV VISSIM dalam mengevaluasi kondisi simpang serta menguji alternatif penanganan berdasarkan karakteristik lalu lintas aktual di Simpang Taman Sampangan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Simpang Taman Sampangan yang berada di Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang. Simpang bersinyal empat lengan ini merupakan titik pertemuan Jl. Kelud Raya (Utara), Jl. Papandayan (Timur) dengan tipe 4/2 UD, Jl. Lamongan Raya (Selatan), dan Jl. Menoreh Raya (Barat), serta dilengkapi fasilitas Belok Kiri Jalan Terus (BKJT). Data sekunder yang digunakan berupa jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang tahun 2017-2024 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Analisis kinerja simpang dilakukan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, sedangkan pemodelan dan simulasi kondisi lalu lintas dilakukan secara mikroskopik menggunakan PTV VISSIM. Pemodelan



VISSIM dilakukan dengan membangun jaringan jalan berdasarkan kondisi geometrik eksisting, memasukkan data volume lalu lintas, komposisi kendaraan, kecepatan kendaraan, pengaturan APILL, serta karakteristik pergerakan kendaraan pada setiap pendekatan. Model kemudian dikalibrasi dan/atau divalidasi menggunakan data hasil survei lapangan sehingga kondisi lalu lintas pada model dapat merepresentasikan kondisi aktual di lokasi penelitian. Selanjutnya, model digunakan untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas pada tahun analisis 2025, 2030, 2035, dan 2040.

Optimasi pengaturan APILL dilakukan dengan pendekatan metode *Webster*, yang selanjutnya disesuaikan melalui *trial and error* dan optimasi manual berdasarkan kondisi operasional simpang pada hasil pemodelan. Optimasi dilakukan dengan mengevaluasi dan menyesuaikan waktu siklus, waktu hijau (*green time*), serta *lost time* pada masing-masing fase APILL. Perubahan waktu siklus dilakukan untuk memperoleh pembagian waktu pelayanan yang sesuai dengan kebutuhan arus lalu lintas, sedangkan *green time* setiap fase disesuaikan berdasarkan proporsi arus pada masing-masing pendekatan. *Lost time* diperhitungkan sebagai waktu yang tidak efektif dalam satu siklus, termasuk waktu antarhijau dan waktu kehilangan pada saat pergantian fase. Hasil optimasi kemudian digunakan sebagai parameter pada skenario pengaturan ulang APILL.

Empat skenario yang dianalisis meliputi: 1) kondisi eksisting; 2) perbaikan geometrik; 3) pengaturan ulang APILL; dan 4) kombinasi perbaikan geometrik dan pengaturan ulang APILL. Setiap skenario disimulasikan pada empat tahun analisis, yaitu 2025, 2030, 2035, dan 2040, sehingga diperoleh total 16 permodelan. Peramalan volume lalu lintas untuk tahun analisis dilakukan berdasarkan data perkembangan jumlah kendaraan bermotor Kota Semarang tahun 2017-2024. Pengolahan data dan perhitungan pendukung dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*. Hasil analisis PKJI 2023 dan simulasi PTV VISSIM selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi perubahan kinerja simpang pada masing-masing skenario.

Hasil simulasi pada setiap skenario juga dibandingkan berdasarkan parameter kinerja simpang yang meliputi tundaan rata-rata, panjang antrian, dan tingkat pelayanan simpang. Perbandingan tersebut dilakukan untuk mengetahui perubahan kinerja yang terjadi akibat penerapan masing-masing alternatif penanganan. Hasil analisis juga digunakan untuk mengidentifikasi pendekatan atau lengan simpang yang masih mengalami permasalahan operasional setelah dilakukan perbaikan. Dengan demikian, evaluasi tidak hanya dilakukan terhadap kinerja simpang, tetapi juga terhadap kondisi operasional pada setiap pendekatan yang menjadi bagian dari simpang.

Tahap akhir penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil dari 16 pemodelan berdasarkan tahun analisis dan skenario penanganan yang diterapkan. Hasil perbandingan tersebut menjadi dasar dalam mengevaluasi efektivitas perbaikan geometrik dan pengaturan ulang APILL dalam meningkatkan kinerja Simpang Taman Sampangan. Selanjutnya, hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menunjukkan perubahan kinerja simpang dari kondisi eksisting hingga tahun rencana. Berdasarkan hasil tersebut, disusun simpulan mengenai kondisi kinerja simpang pada setiap tahun analisis.



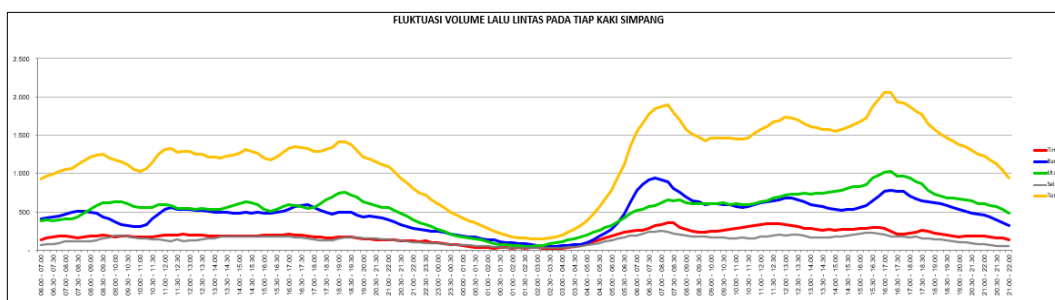
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalu Lintas

Pengumpulan data volume lalu lintas dilakukan secara langsung di Simpang Taman Sampangan. Berdasarkan hasil pengolahan data fluktuasi, volume tertinggi terjadi pada periode sore hari yaitu pukul 16.00-17.00 WIB

dengan total 8.290 kendaraan/jam yang masuk ke simpang dari seluruh pendekat. Fluktuasi volume lalu lintas pada setiap periode pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar tersebut menunjukkan perubahan volume kendaraan yang terjadi selama periode pengamatan serta memperlihatkan waktu terjadinya volume lalu lintas tertinggi di Simpang Taman Sampangan.



Gambar 2. Fluktuasi Volume Lalu Lintas.

Volume lalu lintas pada jam puncak tersebut didominasi oleh Sepeda Motor (SM) yang mencapai 7.094 kend/jam atau sekitar 85,6 persen dari total kendaraan. Mobil Penumpang (MP) tercatat sebanyak 1.149 kend/jam, diikuti Kendaraan Sedang (KS) sebanyak 10 kend/jam, serta kendaraan tidak bermotor (UM) sebanyak 37 kendaraan per jam. Pendekat Utara (Jl. Kelud Raya) merupakan pendekat dengan volume tertinggi yaitu 3.892 kend/jam yang didominasi pergerakan belok kanan.

Waktu Siklus

Waktu siklus Simpang Taman Sampangan pada kondisi eksisting berdurasi 96 detik dengan empat fase. Fase pertama melayani pendekat Timur (Jl. Papandayan) dengan waktu hijau 13 detik, fase kedua pendekat Selatan (Jl. Lamongan Raya) dengan waktu hijau 18 detik, fase ketiga pendekat Barat (Jl. Menoreh Raya) dengan waktu hijau 10 detik, dan fase keempat pendekat Utara (Jl. Kelud Raya) dengan waktu hijau 33 detik. Dengan demikian, pembagian waktu hijau pada kondisi eksisting menunjukkan adanya perbedaan alokasi waktu pelayanan pada masing-masing pendekat sesuai dengan kondisi arus lalu lintas yang dilayani.

Analisis Kinerja Eksisting

Berikut contoh perhitungan kinerja simpang berdasarkan PKJI 2023 pada pendekat Utara (Jl. Kelud Raya).

Arus Jenuh

$$\begin{aligned} J_0 &= 600 \times LE \\ &= 600 \times 6,0 \\ &= 3.600 \text{ smp/jam} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} J &= J_0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times FBK_i \times FBK_a \\ &= 3.600 \times 0,95 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,18 \\ &= 3.793,46 \text{ smp/jam} \end{aligned} \quad (2)$$

Kapasitas

$$\begin{aligned} C &= J \times (WH_i / s) \\ &= 3.793,46 \times (33 / 96) \end{aligned} \quad (3)$$

$$= 1.304,00 \text{ smp/jam}$$

Derajat Kejenuhan

$$\begin{aligned} DJ &= q / C \\ &= 1.004,10 / 1.304,00 \\ &= 0,77 \end{aligned} \quad (4)$$

Panjang Antrean

$$\begin{aligned} PA &= NQ \times (20 / LE) \\ &= 24,97 \times (20 / 6,0) \\ &= 83,22 \text{ m} \end{aligned} \quad (5)$$

Tundaan Rata-rata

$$\begin{aligned} T &= TL + TG \\ &= 31,07 + 4,04 \\ &= 35,10 \text{ detik} \end{aligned} \quad (6)$$

Validasi

Volume *Input* = 3.892; Volume *Output* = 3.678

$$\begin{aligned} GEH &= \sqrt{(2(V_{out} - V_{in})^2 / (V_{in} + V_{out}))} \\ &= 3,48 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} MAPE &= (1/n) \sum |V_{in} - V_{out}| / V_{in} \times 100\% \\ &= 5,82\% \end{aligned} \quad (8)$$

Tabel 1. Analisis Kinerja Eksisting Berdasarkan PKJI 2023.

Kode	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan
Utara	0,77	83,22	35,10	D
Selatan	0,35	17,37	35,70	D
Timur	0,41	16,13	40,62	D
Barat	0,36	9,99	42,07	D

Tabel 2. Analisis Kinerja Eksisting Berdasarkan PTV VISSIM.

Kode	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan	GEH	MAPE
Utara	128,91	72,97	E	3,48	5,82
Selatan	14,15	39,31	D	2,30	9,69
Timur	19,39	44,54	D	2,12	7,93
Barat	17,91	35,50	D	4,01	7,82

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting menggunakan PKJI 2023 dan PTV VISSIM, simpang mengalami tundaan dan panjang antrean yang cukup tinggi. Seluruh pendekat berada pada tingkat pelayanan D menurut PKJI 2023, dengan tundaan simpang rata-rata sebesar 38,37 detik per smp. Sedangkan pendekat Utara mencapai tingkat pelayanan E menurut PTV VISSIM, dengan tundaan sebesar 72,97 detik dan panjang antrean 128,91 meter, serta tundaan simpang rata-rata sebesar 48,08 detik per kendaraan. Untuk validasi model, hasil simulasi menunjukkan uji GEH diterima karena bernilai < 5 pada setiap pendekat dan uji MAPE diterima karena bernilai $< 10\%$, sehingga model dianggap cukup merepresentasikan kondisi lalu lintas di lapangan. Kondisi ini menunjukkan kinerja simpang belum optimal sehingga diperlukan penerapan skenario penanganan. Berikut rincian skenario penanganan.



Skenario Perlebaran Geometri Jalan Kondisi Eksisting

Tabel 3. Penyesuaian Skenario Perbaikan.

Nama Ruas	Lebar Efektif (Sebelum) m	Lebar Efektif (Sesudah) m	Jumlah Lajur
Jl. Kelud Raya (U)	6,0	9,0	3
Jl. Papandayan (T)	8,0	8,0	-
Jl. Lamongan Raya (S)	5,0	5,0	-
Jl. Menoreh Raya (B)	6,0	6,0	-

Tabel 4. Analisis Kinerja Berdasarkan PKJI 2023.

Kode	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan
Utara	0,51	47,48	29,22	C
Selatan	0,35	17,37	35,70	D
Timur	0,41	16,13	40,62	D
Barat	0,36	9,99	42,07	D

Tabel 5. Analisis Kinerja Berdasarkan PTV VISSIM.

Kode	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan	GEH	MAPE
Utara	115,91	60,92	E	3,43	5,73
Selatan	14,41	35,43	D	1,97	8,22
Timur	19,49	33,47	C	2,01	7,50
Barat	14,63	32,64	C	3,98	7,74

Hasil analisis menunjukkan bahwa pelebaran pendekat Utara dari 6 m menjadi 9 m (3 lajur) mampu menurunkan derajat kejenuhan pendekat dari 0,77 menjadi 0,51 dan panjang antrean dari 83,22 m menjadi 47,48 m, sehingga tingkat pelayanan pendekat meningkat dari D menjadi C. Meskipun demikian, implementasi pelebaran geometrik perlu mempertimbangkan kondisi fisik dan aspek biaya, sehingga peningkatan kinerja berdasarkan hasil pemodelan tidak serta-merta menunjukkan bahwa alternatif tersebut dapat langsung diterapkan di lapangan.

Kelayakan geometrik pelebaran pendekat menjadi 9 m perlu disesuaikan dengan kondisi eksisting di sekitar simpang, terutama ketersediaan Ruang Milik Jalan (RUMIJA), keberadaan bangunan, utilitas, drainase, median, serta akses keluar-masuk lahan di sepanjang pendekat. Dengan demikian, pelebaran sebesar 3 m pada pendekat Utara dapat dikategorikan realistis secara teknis apabila ruang tambahan tersebut tersedia dan tidak menimbulkan kebutuhan pembebasan lahan yang signifikan. Sebaliknya, apabila pelebaran memasuki lahan milik masyarakat atau membutuhkan pemindahan utilitas dan bangunan, maka implementasinya akan memerlukan kajian dan biaya tambahan. Oleh karena itu, ketersediaan RUMIJA perlu diverifikasi melalui survei geometrik dan data status lahan sebelum alternatif pelebaran direkomendasikan untuk tahap pelaksanaan.

Alternatif pelebaran geometrik pada umumnya melibatkan biaya pekerjaan fisik, seperti pekerjaan perkerasan, drainase, penyesuaian trotoar atau bahu jalan, marka, serta kemungkinan pemindahan utilitas dan pembebasan lahan. Sedangkan optimasi APILL dapat dilakukan melalui penyesuaian waktu siklus, waktu hijau,



pembagian fase, dan koordinasi sinyal, dengan kebutuhan pekerjaan fisik yang relatif lebih terbatas apabila perangkat APILL eksisting masih dapat digunakan. Namun, perbandingan biaya yang bersifat kuantitatif perlu didasarkan pada volume pekerjaan dan harga satuan aktual di lokasi penelitian. Dengan demikian, penelitian ini belum menetapkan alternatif berdasarkan biaya, melainkan menunjukkan bahwa optimasi APILL dan pelebaran geometrik memiliki konsekuensi implementasi yang berbeda.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, hasil penelitian menunjukkan bahwa pelebaran pendekat Utara memberikan perbaikan kinerja lalu lintas yang terukur, tetapi kelayakan penerapannya tetap bergantung pada ketersediaan RUMIJA, kondisi fisik kawasan, kebutuhan pembebasan lahan, serta biaya konstruksi. Oleh karena itu, sebelum diterapkan, alternatif pelebaran perlu dilanjutkan dengan survei kondisi lapangan dan penyusunan estimasi biaya. Perbandingan dengan alternatif optimasi APILL juga perlu dilakukan berdasarkan biaya implementasi dan besarnya peningkatan kinerja yang diperoleh. Hal ini penting agar hasil pemodelan dapat diterjemahkan menjadi rekomendasi penanganan simpang yang tidak hanya efektif secara operasional, tetapi juga realistis untuk diterapkan.

Skenario Pengaturan Ulang Waktu Siklus Kondisi Eksisting

Pengaturan ulang waktu siklus dilakukan dengan memperpendek total waktu siklus dari 96 detik menjadi 80 detik dengan tetap mempertahankan empat fase. Fase pertama pada pendekat Timur dengan waktu hijau 11 detik, fase kedua pendekat Selatan dengan waktu hijau 12 detik, fase ketiga pendekat Barat dengan waktu hijau 9 detik, dan fase keempat pendekat Utara dengan waktu hijau 30 detik.

Tabel 6. Analisis Kinerja Berdasarkan PKJI 2023.

Kode	Derajat Kejuhan	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan
Utara	0,71	65,43	26,97	C
Selatan	0,44	15,51	33,48	C
Timur	0,40	13,32	34,08	C
Barat	0,33	8,01	33,46	C

Tabel 7. Analisis Kinerja Berdasarkan PTV VISSIM.

Kode	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan	GEH	MAPE
Utara	109,00	49,88	D	3,38	5,65
Selatan	14,95	34,50	C	1,56	6,44
Timur	9,74	29,72	C	1,68	6,22
Barat	9,70	25,51	C	3,90	7,59

Pengaturan ulang siklus menjadi 80 detik meningkatkan tingkat pelayanan seluruh pendekat dari D menjadi C berdasarkan PKJI 2023. Tundaan simpang rata-rata menurun dari 38,37 menjadi 32,00 detik/smp. Hasil simulasi PTV VISSIM mendukung temuan tersebut, dengan penurunan tundaan dari 48,08 menjadi 34,90 detik/kendaraan dan tingkat pelayanan mencapai LOS C. Perubahan kinerja tersebut menunjukkan bahwa pelebaran geometrik saja belum cukup efektif dalam mengatasi permasalahan simpang, karena hambatan utama



tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan kapasitas lajur, tetapi juga oleh pengaturan waktu pelayanan pada setiap pendekat. Penambahan lebar pendekat dapat meningkatkan kapasitas secara terbatas, tetapi tidak secara langsung menambah waktu hijau yang tersedia untuk melayani arus lalu lintas, sehingga manfaatnya menjadi kurang signifikan ketika permintaan lalu lintas relatif tinggi dan distribusi arus didominasi oleh pergerakan tertentu.

Optimasi waktu sinyal APILL memberikan pengaruh yang lebih besar karena secara langsung mengatur alokasi waktu pelayanan terhadap arus lalu lintas pada masing-masing pendekat. Pengaturan siklus menjadi 80 detik memungkinkan distribusi waktu hijau dan waktu antar fase menjadi lebih sesuai dengan kebutuhan arus aktual, sehingga waktu tunggu kendaraan dapat dikurangi dan pemanfaatan kapasitas simpang menjadi lebih optimal. Dengan demikian, peningkatan kinerja tidak berasal dari penambahan kapasitas fisik, tetapi juga dari peningkatan efisiensi pemanfaatan kapasitas yang telah tersedia.

Kondisi tersebut juga berkaitan dengan dominasi pergerakan belok kanan pada simpang. Arus belok kanan membutuhkan fase pelayanan tersendiri atau waktu hijau yang memadai karena pergerakannya berpotensi mengalami konflik dengan arus dari arah berlawanan. Apabila volume belok kanan dominan, kebutuhan waktu pelayanan untuk fase terkait menjadi lebih besar dan dapat meningkatkan tundaan apabila alokasi waktu sinyal tidak sesuai dengan proporsi arus. Oleh karena itu, ketika proporsi belok kanan cukup besar, optimasi pengaturan fase dan waktu hijau menjadi lebih berpengaruh terhadap kinerja dibandingkan hanya melakukan pelebaran geometrik. Hal ini menjelaskan mengapa perubahan siklus APILL menghasilkan penurunan tundaan yang lebih nyata pada penelitian ini.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa uji GEH diterima karena nilai $GEH < 5$, sedangkan uji MAPE diterima karena nilai $MAPE < 10\%$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa volume lalu lintas hasil pemodelan memiliki kesesuaian yang baik dengan kondisi lapangan, sehingga model PTV VISSIM dinilai cukup merepresentasikan karakteristik lalu lintas pada kondisi eksisting. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan kinerja simpang lebih dipengaruhi oleh optimalisasi pengaturan waktu APILL yang mempertimbangkan distribusi dan dominasi pergerakan lalu lintas, khususnya pergerakan belok kanan, dibandingkan dengan pelebaran geometrik.

Skenario Pelebaran Geometri Jalan dan Waktu Siklus Kondisi Eksisting

Analisis kinerja dilakukan berdasarkan PKJI 2023 dengan mempertimbangkan skenario pelebaran geometri jalan dan waktu siklus pada kondisi eksisting. Hasil analisis kinerja untuk setiap skenario disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Kinerja Berdasarkan PKJI 2023.

Kode	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan
Utara	0,47	37,51	22,95	C
Selatan	0,44	15,51	33,48	C
Timur	0,40	13,32	34,08	C
Barat	0,33	8,01	33,46	C



Tabel 9. Analisis Kinerja Berdasarkan PTV VISSIM.

Kode	Panjang Antrean	Tundaan	Tingkat Pelayanan	GEH	MAPE
Utara	97,23	41,15	D	3,26	5,45
Selatan	14,95	25,25	C	0,99	4,03
Timur	11,21	28,45	C	0,75	2,69
Barat	13,26	28,07	C	3,90	7,59

Skenario gabungan memberikan hasil terbaik di antara seluruh skenario pada kondisi eksisting. Berdasarkan PKJI 2023, tundaan simpang rata-rata turun menjadi 30,99 detik per smp dengan seluruh pendekat pada tingkat pelayanan C dan derajat kejenuhan pendekat Utara turun hingga 0,47. Hasil PTV VISSIM juga menunjukkan tundaan rata-rata terendah yaitu 30,73 detik per kendaraan pada LOS C. Untuk validasi model, hasil simulasi menunjukkan uji GEH diterima karena bernilai < 5 dan uji MAPE diterima karena bernilai $< 10\%$, sehingga model dianggap cukup merepresentasikan kondisi lalu lintas di lapangan.

Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang mengalami perubahan dari tahun ke tahun selama periode 2017-2024. Perkembangan jumlah kendaraan bermotor tersebut disajikan pada Tabel 10 sebagai gambaran pertumbuhan lalu lintas di Kota Semarang.

Tabel 10. Jumlah Kendaraan Bermotor di Kota Semarang 2017-2024.

Tahun	X (Tahun ke-)	Y (Jumlah Kendaraan)
2017	1	1.558.983
2018	2	1.627.713
2019	3	1.651.895
2020	4	1.693.227
2021	5	1.875.781
2022	6	1.880.000
2023	7	1.917.278
2024	8	1.985.109

Hasil analisis prediksi pertumbuhan kendaraan menggunakan metode regresi linier menghasilkan persamaan $Y = 1.489.949 + 63.066X$, dengan rata-rata pertumbuhan sekitar 2,89% per tahun. Berdasarkan model tersebut, faktor pertumbuhan kumulatif terhadap kondisi tahun 2025 diperkirakan sebesar 15,31% pada tahun 2030, 28,26% pada tahun 2035, dan 39,42% pada tahun 2040. Dengan menerapkan faktor pertumbuhan tersebut terhadap arus lalu lintas eksisting pada masing-masing pendekat, diperoleh volume lalu lintas jam puncak sebesar 9.560 kendaraan/jam pada tahun 2030, 10.633 kendaraan/jam pada tahun 2035, dan 11.558 kendaraan/jam pada tahun 2040.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Wandani *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa pertumbuhan kendaraan dan aktivitas transportasi dapat digunakan sebagai dasar untuk memproyeksikan peningkatan permintaan lalu lintas pada masa mendatang. Penelitian mengenai lalu lintas jalan nasional di Indonesia menunjukkan bahwa karakteristik perjalanan kendaraan dipengaruhi oleh sejumlah faktor sosial-ekonomi dan transportasi, antara lain kapasitas jalan, harga bahan bakar, pendapatan, populasi, kepadatan pekerja, ukuran kota, serta



ketersediaan angkutan umum. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa perkembangan aktivitas sosial-ekonomi dan karakteristik wilayah memiliki keterkaitan dengan perubahan volume pergerakan kendaraan.

Konsistensi juga terlihat pada penelitian yang mengembangkan metode prediksi volume lalu lintas menggunakan pendekatan matematis. Munawaroh & Isnarto (2021), misalnya, melakukan prediksi volume lalu lintas pada beberapa ruas jalan di Kota Semarang berdasarkan data *traffic counting*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa data volume lalu lintas historis dapat digunakan untuk membentuk model prediksi dan menggambarkan kecenderungan kepadatan lalu lintas pada periode berikutnya. Dengan demikian, penggunaan data historis sebagai dasar proyeksi dalam penelitian ini memiliki kesesuaian dengan pendekatan penelitian sebelumnya, meskipun metode pemodelan yang digunakan berbeda.

Hasil penelitian ini juga dapat dibandingkan dengan penelitian yang menggunakan regresi sebagai pendekatan untuk pemodelan transportasi. Studi Sidik & Ansawarman (2022) mengenai permintaan kendaraan roda empat baru di Indonesia menunjukkan bahwa model regresi, baik bentuk linear maupun *log-linear*, dapat digunakan untuk mengestimasi permintaan kendaraan. Namun, penelitian tersebut juga menekankan pentingnya pengujian bentuk fungsi dan asumsi model sebelum menentukan model yang digunakan. Hal ini memberikan implikasi bahwa persamaan regresi linier dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai alat proyeksi, tetapi hasil proyeksi tetap perlu dipahami sebagai estimasi berdasarkan pola historis, bukan sebagai kondisi lalu lintas yang pasti terjadi pada masa mendatang.

Besaran pertumbuhan rata-rata sebesar 2,89% per tahun dalam penelitian ini menunjukkan kecenderungan pertumbuhan yang relatif gradual. Besaran tersebut berbeda dengan gambaran pertumbuhan motorisasi yang lebih tinggi yang dilaporkan dalam kajian mengenai motorisasi di Indonesia, yang menyebutkan pertumbuhan motorisasi sekitar 10% per tahun (Soesanto *et al.*, 2016). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan objek, periode pengamatan, wilayah studi, serta indikator yang digunakan. Studi tersebut membahas pertumbuhan motorisasi secara umum di Indonesia, sedangkan penelitian ini memproyeksikan arus lalu lintas pada lokasi studi tertentu berdasarkan data lalu lintas eksisting. Oleh karena itu, kedua angka tersebut tidak dapat dibandingkan secara langsung sebagai ukuran pertumbuhan yang sama.

Perbedaan lainnya terdapat pada pendekatan pemodelan. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa regresi linier dapat digunakan untuk memprediksi volume lalu lintas, tetapi perkembangan metode prediksi memungkinkan penggunaan model yang lebih kompleks. Studi terbaru mengenai prediksi volume lalu lintas, misalnya, membandingkan regresi linier dengan metode *machine learning* dan menunjukkan bahwa performa model dapat berbeda bergantung pada karakteristik data dan tujuan prediksi (Intini *et al.*, 2025). Dengan demikian, penggunaan regresi linier dalam penelitian ini memberikan pendekatan yang relatif sederhana dan mudah diinterpretasikan untuk menggambarkan kecenderungan pertumbuhan, sedangkan model yang lebih kompleks dapat dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya.



Hasil penelitian ini sejalan dengan literatur terdahulu dalam hal adanya kecenderungan peningkatan volume lalu lintas sebagai konsekuensi pertumbuhan kendaraan dan aktivitas transportasi, tetapi besaran pertumbuhan yang diperoleh berbeda dari beberapa studi sebelumnya karena adanya perbedaan wilayah, periode, variabel, serta metode analisis. Proyeksi volume sebesar 9.560 kendaraan/jam pada tahun 2030, 10.633 kendaraan/jam pada tahun 2035, dan 11.558 kendaraan/jam pada tahun 2040 menunjukkan bahwa peningkatan kendaraan secara bertahap berimplikasi langsung terhadap peningkatan arus pada pendekat yang dianalisis. Oleh sebab itu, hasil proyeksi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kemampuan pelayanan jaringan jalan dan kebutuhan penanganan lalu lintas pada periode perencanaan berikutnya.

Analisis Kinerja Tahun Proyeksi 2030, 2035, dan 2040

Keempat skenario dianalisis kembali menggunakan volume hasil proyeksi pada tahun 2030, 2035, dan 2040. Rekapitulasi tingkat pelayanan simpang seluruh skenario dan tahun analisis berdasarkan kedua metode disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Tundaan Simping Rata-rata Seluruh Skenario Berdasarkan PKJI 2023.

Skenario	2025	2030	2035	2040
Eksisting	D (38,37)	D (40,17)	D (42,73)	D (45,67)
Geometrik	D (36,90)	D (37,68)	D (38,67)	D (39,64)
Pengaturan Ulang APILL	C (32,00)	C (33,59)	D (35,37)	D (37,39)
Geometrik + APILL	C (30,99)	C (32,02)	C (33,01)	C (33,99)

Tabel 12. Rekapitulasi Tundaan Simping Rata-rata Seluruh Skenario Berdasarkan PTV VISSIM.

Skenario	2025	2030	2035	2040
Eksisting	D (48,08)	D (45,63)	D (46,70)	D (48,05)
Geometrik	D (40,62)	D (43,25)	D (40,31)	D (44,29)
Pengaturan Ulang APILL	C (34,90)	C (34,89)	D (38,33)	D (38,80)
Geometrik + APILL	C (30,73)	C (32,24)	C (34,05)	C (34,41)

Berdasarkan Tabel 12, kinerja Simping Taman Sampangan pada kondisi eksisting konsisten berada pada tingkat pelayanan (LOS) D pada seluruh tahun analisis. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan volume lalu lintas pada periode proyeksi belum dapat diimbangi oleh kapasitas simpang yang tersedia. Kondisi ini semakin terlihat pada tahun 2040, ketika derajat kejenuhan pendekat Utara mencapai 1,07 sehingga pendekat tersebut berada pada kondisi lewat jenuh. Pada skenario pengaturan ulang APILL, tingkat pelayanan dapat dipertahankan pada LOS C sampai tahun 2030, tetapi kembali menjadi LOS D pada tahun 2035 dan 2040. Sedangkan skenario geometrik saja belum mampu meningkatkan tingkat pelayanan simpang dari LOS D karena peningkatan kapasitas hanya terjadi pada pendekat Utara. Skenario gabungan geometrik dan pengaturan ulang APILL memberikan perbaikan yang lebih konsisten karena peningkatan kapasitas melalui perubahan geometrik diikuti dengan optimasi alokasi waktu hijau. Skenario ini mampu mempertahankan LOS C hingga tahun 2040, dengan tundaan pada tahun 2040 sebesar 33,99 detik/smp berdasarkan PKJI



2023 dan 34,41 detik/kendaraan berdasarkan PTV VISSIM. Skenario gabungan merupakan alternatif yang paling konsisten dalam menjaga kinerja simpang hingga akhir periode analisis.

Perbedaan nilai tundaan antara PKJI 2023 dan PTV VISSIM perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil penelitian. Pada penelitian ini, nilai tundaan yang diperoleh melalui PTV VISSIM cenderung lebih tinggi dibandingkan hasil perhitungan PKJI 2023. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena kedua pendekatan menggunakan karakteristik pemodelan yang berbeda. PKJI 2023 merupakan pendekatan analitis berbasis hubungan antara arus, kapasitas, derajat kejenuhan, waktu siklus, dan parameter tundaan, sehingga perilaku lalu lintas direpresentasikan dalam bentuk hubungan matematis agregat. Sebaliknya, PTV VISSIM merupakan model mikrosimulasi stokastik dan mikroskopik yang merepresentasikan kendaraan secara individual, termasuk interaksi antar kendaraan, perilaku mengikuti kendaraan di depan (*car-following*), perubahan lajur, kecepatan, serta respons kendaraan terhadap kondisi lalu lintas dan sinyal. VISSIM menggunakan model perilaku Wiedemann untuk pergerakan longitudinal dan model perubahan lajur untuk pergerakan lateral (Chauhan *et al.*, 2019).

Tundaan yang lebih tinggi pada VISSIM dalam penelitian ini tidak semata menunjukkan bahwa salah satu metode lebih benar daripada metode lainnya. Nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan cara kedua metode merepresentasikan kondisi lalu lintas. Dalam mikrosimulasi, kendaraan yang berhenti atau melambat akibat antrean, interaksi dengan kendaraan lain, keterbatasan *headway*, proses pelepasan antrean setelah lampu hijau, dan perubahan kecepatan dapat menghasilkan tambahan waktu perjalanan yang tercermin dalam nilai tundaan. Besarnya perbedaan juga dipengaruhi oleh parameter perilaku mengemudi dan proses kalibrasi model. PTV VISSIM sendiri menyatakan bahwa ketepatan hasil simulasi dipengaruhi oleh ketepatan geometri jaringan, *input* permintaan lalu lintas, dan kalibrasi terhadap data lapangan (Buck *et al.*, 2017). Studi Weyland *et al.* (2021) mengenai pemodelan VISSIM juga menunjukkan bahwa parameter *car-following*, seperti *headway* dan jarak aman, dapat memengaruhi karakteristik arus lalu lintas hasil simulasi.

Perbedaan hasil yang ditemukan dalam penelitian ini juga sejalan dengan sejumlah penelitian terdahulu yang membandingkan PKJI 2023 dan VISSIM. Penelitian pada Simpang Perumnas, misalnya, memperoleh tundaan sebesar 16,6 detik/smp berdasarkan PKJI 2023, sedangkan hasil VISSIM menghasilkan tundaan yang berbeda pada masing-masing pendekat, yaitu antara 9-37 detik (Nuriyatzahrok, 2024). Penelitian lain pada Simpang Jalan Pulau Sebesi – Jalan H.I. Madang – Jalan Prof. D. R. Hamka juga menunjukkan perbedaan yang cukup besar, dengan tundaan PKJI 2023 sebesar 11,86 detik/kendaraan, sedangkan VISSIM menghasilkan tundaan simpang sebesar 18,4 detik (Pangestu *et al.*, 2025). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa perbedaan antara hasil pendekatan analitis dan mikrosimulasi bukan merupakan karakteristik khusus pada Simpang Taman Sampangan, tetapi juga ditemukan pada studi simpang lainnya. Perbedaan hasil tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik dan pendekatan pemodelan yang digunakan oleh PKJI 2023 dan VISSIM.



Namun demikian, arah perbedaan antara PKJI 2023 dan VISSIM tidak selalu sama pada setiap penelitian. Sebagai contoh, penelitian Rahmadhayanti *et al.* (2024) pada Simpang Alun-alun Kota Batu memperoleh tundaan 45,23 detik/smp dengan PKJI dan 45,34 detik dengan VISSIM pada kondisi tertentu, tetapi pada alternatif perbaikan justru nilai VISSIM lebih rendah, yaitu 22,05 detik dibandingkan 23,83 detik berdasarkan PKJI. Hal ini menunjukkan bahwa tidak tepat untuk menggeneralisasi bahwa VISSIM selalu menghasilkan tundaan lebih tinggi daripada PKJI. Perbedaan hasil lebih tepat dipahami sebagai konsekuensi dari perbedaan struktur model, parameter *input*, karakteristik lalu lintas, serta tingkat kalibrasi model pada masing-masing lokasi penelitian.

Pola kinerja menunjukkan bahwa hasil penelitian ini memiliki kesesuaian antara PKJI 2023 dan VISSIM dalam mengidentifikasi arah perubahan kinerja pada setiap skenario. Meskipun nilai tundaan absolut yang dihasilkan berbeda, kedua metode menunjukkan bahwa kondisi eksisting memiliki kinerja yang lebih rendah dibandingkan skenario perbaikan, sedangkan kombinasi perubahan geometrik dan pengaturan ulang APILL menghasilkan penurunan tundaan dan mempertahankan LOS C sampai tahun 2040. Kesesuaian pola tersebut penting karena menunjukkan bahwa simpulan mengenai efektivitas alternatif perbaikan tidak hanya bergantung pada satu pendekatan analisis. Hasil serupa juga dilaporkan pada penelitian Simpang 5 Balapan, yang menggunakan PKJI 2023 dan VISSIM untuk mengevaluasi alternatif pengaturan sinyal dan menunjukkan perbaikan kinerja setelah dilakukan perubahan waktu siklus (Atmajaya *et al.*, 2023). Penelitian pada Simpang Gatot Subroto – Buluh Indah juga menggunakan kedua pendekatan tersebut untuk mengevaluasi kondisi simpang dan optimasi sinyal, yang menunjukkan manfaat penggunaan PKJI 2023 dan VISSIM secara komplementer dalam evaluasi dan perencanaan perbaikan simpang (Sumarda *et al.*, 2025).

Berdasarkan hasil tersebut, penggunaan kedua metode dalam penelitian ini dapat dipandang saling melengkapi. PKJI 2023 memberikan pendekatan analitis yang praktis untuk mengevaluasi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan tingkat pelayanan, sedangkan VISSIM memungkinkan pengamatan yang lebih rinci terhadap respons individual kendaraan dan interaksi lalu lintas dalam setiap skenario. Oleh karena itu, perbedaan nilai tundaan antara kedua metode tidak mengubah pola umum hasil penelitian, tetapi justru memberikan perspektif yang berbeda terhadap kinerja simpang. Dalam konteks Simpang Taman Sampangan, hasil kedua metode sama-sama menunjukkan bahwa pengaturan ulang APILL dapat menjadi intervensi jangka pendek, sedangkan kombinasi perubahan geometrik dan pengaturan APILL diperlukan untuk mempertahankan kinerja simpang pada periode proyeksi yang lebih panjang.

Dengan demikian, strategi penanganan yang dihasilkan dari penelitian ini dapat disusun secara bertahap, yaitu pengaturan ulang siklus APILL sebesar 80 detik untuk jangka pendek (2025-2030), kemudian dilanjutkan dengan penerapan skenario gabungan geometrik dan APILL pada jangka menengah hingga panjang (2035-2040). Pemilihan tahapan tersebut didasarkan pada konsistensi hasil kedua metode dalam menunjukkan penurunan tundaan dan pemeliharaan LOS C pada skenario gabungan, bukan berdasarkan nilai tundaan dari salah satu metode.



SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kinerja Simpang Taman Sampangan Kota Semarang pada kondisi eksisting tahun 2025 berada pada tingkat pelayanan (LOS) D, dengan tundaan rata-rata sebesar 38,37 detik/smp berdasarkan PKJI 2023 dan 48,08 detik/kendaraan berdasarkan PTV VISSIM, serta pendekat Utara (Jl. Kelud Raya) sebagai pendekat paling kritis akibat tingginya arus belok kanan. Hasil pemodelan PTV VISSIM memiliki kesesuaian yang baik terhadap hasil perhitungan PKJI 2023 berdasarkan nilai $GEH < 5$ dan $MAPE < 10\%$, sehingga model dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif penanganan simpang.

Berdasarkan hasil evaluasi skenario, pengaturan ulang waktu siklus APILL dari 96 detik menjadi 80 detik mampu meningkatkan tingkat pelayanan dari D menjadi C hingga tahun 2030, sedangkan kombinasi pelebaran pendekat Utara menjadi 3 lajur dan pengaturan ulang waktu siklus APILL merupakan skenario yang mampu mempertahankan tingkat pelayanan C hingga tahun proyeksi 2040 berdasarkan kedua metode analisis. Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaturan ulang APILL dapat diterapkan sebagai penanganan jangka pendek, sedangkan kombinasi perbaikan geometrik dan pengaturan APILL diperlukan untuk mempertahankan kinerja simpang dalam jangka menengah hingga panjang, sehingga tujuan penelitian dalam mengevaluasi kinerja eksisting, memvalidasi model simulasi, dan menentukan alternatif penanganan berdasarkan proyeksi lalu lintas hingga tahun 2040 dapat tercapai.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji alternatif penanganan lainnya serta mempertimbangkan koordinasi APILL dengan simpang di sekitar kawasan dan indikator kinerja tambahan, seperti panjang antrian, kendaraan terhenti, waktu tempuh, konsumsi bahan bakar, dan emisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian. Terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dinas Perhubungan Kota Semarang serta pihak-pihak terkait yang telah membantu dalam penyediaan data dan informasi mengenai kondisi lalu lintas di Simpang Taman Sampangan Kota Semarang.

DAFTAR RUJUKAN

- Atmajaya, A. B., Hidayat, D. W., Suartawan, P. E., & Bawa, I. K. A. (2023). Evaluasi Efektifitas Pengaturan Sinyal pada Simpang 5 Balapan untuk Meningkatkan Kinerja Simpang dengan Pendekatan PKJI 2023 dan VISSIM. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 2(10), 90-100. <https://doi.org/10.46447/ktj.v10i2.568>
- Buck, H. S., Mallig, N., & Vortisch, P. (2017). Calibrating Vissim to Analyze Delay at Signalized Intersections. *Transportation Research Record*,



- 2615(1), 73-81. <https://doi.org/10.3141/2615-09>
- Cahya P. P., A., Angelica, E. G., Setijowarno, D., & Hartanto, D. (2024). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan Program PTV Vissim (Studi Kasus: Simpang Peterongan dan Simpang Ahmad Yani). *G-SMART: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 17-27. <https://doi.org/10.24167/gsmart.v8i1.11477>
- Chauhan, B. P., Joshi, G. J., & Parida, P. (2019). Car Following Model for Urban Signalised Intersection to Estimate Speed Based Vehicle Exhaust Emissions. *Urban Climate*, 29, 100480. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100480>
- Chodur, J., Ostrowski, K., & Tracz, M. (2016). Variability of Capacity and Traffic Performance at Urban and Rural Signalised Intersections. *Transportation Research Procedia*, 15, 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.06.008>
- Dewantara, A. K. A. (2024). Perbandingan Metode MKJI 1997 dengan PKJI 2023 pada Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Bersinyal Pingit, Yogyakarta). *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada.
- Fazahudiya, K. (2024). Evaluasi Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dalam Menghitung Panjang Antrean Simpang Bersinyal. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada.
- Intini, P., Blasi, G., Fracella, F., Francone, A., Vergallo, R., & Perrone, D. (2025). Predicting Traffic Volumes on Road Infrastructures in the Context of Multi-Risk Assessment Frameworks. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 117, 105139. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.105139>
- Munawaroh, E. L., & Isnarto, I. (2021). Implementasi Metode Eliminasi Gauss-Jordan dan Dekomposisi Crout dalam Memprediksi Volume Lalu Lintas. *UNNES Journal of Mathematics*, 10(2), 28-42. <https://doi.org/10.15294/ujm.v10i2.50053>
- Nuriyatzahrok, N. (2024). Evaluasi Kinerja Simpang Perumnas dengan Metode PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM (*Intersection Performanace Evaluation Using PKJI 2023 and VISSIM Modeling*). *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Pangestu, R. K. F., Herianto, D., & Putra, S. (2025). Analisis Kinerja Simpang Takbersinyal Menggunakan Aplikasi PTV Vissim : Studi Kasus Simpang Jalan Pulau Sebesi – Jalan H. I. Madang – Jalan Prof. D. R. Hamka. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 99-110.
- Pranata, Y., Sumiyattinah, S., & Azwansyah, H. (2024). Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Simpang Bersinyal Empat Lengan pada Persimpangan Jl. Aliyanyang - Jl. Yos Sudarso Kota Singkawang Menggunakan Software Vissim. *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 11(2), 1-10. <https://doi.org/10.26418/jelast.v11i2.80898>
- Rahmadhayanti, D. N., Suprpto, B., & Bakhtiar, A. (2024). Evaluasi Kinerja Simpang Alun-alun Kota Batu dengan Metode PKJI dan Software Vissim. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14(1), 1-10.
- Sidik, A. D., & Ansawarman, A. (2022). Prediksi Jumlah Kendaraan Bermotor Menggunakan Machine Learning. *Formosa Journal of Multidisciplinary*



- Research*, 1(3), 559-568. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v1i3.745>
- Soesanto, Q. M. B., Sofyan, A., & Frazila, R. B. (2016). Simulasi Pemodelan Jaringan Jalan untuk Memprediksi Pengurangan Emisi CO, NOx, PM10, dan SO2 dari Rencana Pembangunan Bus Rapid Transit di Kota Tangerang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 22(1), 63-72. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2016.22.1.7>
- Sumarda, G., Silvi, N. P., & Mauliah, P. N. (2025). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 dan Simulasi PTV Vissim (Studi Kasus: Simpang Gatot Subroto – Buluh Indah, Kota Denpasar. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 22(2), 254-265. <https://doi.org/10.30630/jirs.v22i2.2057>
- Surat Edaran Nomor 21/SE/Db/2023 tentang Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. 2023. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Tama, Y. P. (2016). Fenomena Lalu Lintas Simpang Bersinyal di Kota Bekasi (Studi Kasus: Simpang Tol Bekasi Timur). *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 12(2), 195-209. <https://doi.org/10.14710/pwk.v12i2.12895>
- Wandani, F. P., Siti, M., Yamamoto, M., & Yoshida, Y. (2018). Spatial Econometric Analysis of Automobile and Motorcycle Traffic on Indonesian National Roads and its Socio-Economic Determinants: Is it Local or Beyond City Boundaries? *IATSS Research*, 42(2), 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2017.07.001>
- Weyland, C. M., Baumann, M. V., Buck, H. S., & Vortisch, P. (2021). Parameters Influencing Lane Flow Distribution on Multilane Freeways in PTV Vissim. *Procedia Computer Science*, 184, 453-460. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.057>