

Analisis komparatif kinerja lalu lintas berdasarkan pedoman kapasitas jalan indonesia 2023 dan simulasi Vissim di Persimpangan Serdang

Muhammad Oka Mahendra^{1*}, Robinson Martianus Silalahi¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Serang Raya, Banten, Indonesia

*Corresponding authors: muhammadoka81@gmail.com

Submitted: 29 May 2025, Revised: 12 November 2025, Accepted: 20 December 2025

ABSTRACT: This study evaluates the operational performance of Serdang Intersection, an unsignalized three-leg junction located in a commercial area connecting Serang–Cilegon Road and Waringinkurung Road. The assessment combines analytical procedures from the Indonesian Highway Capacity Manual 2023 and microsimulation modelling using PTV Vissim software. Analysis of current conditions shows a traffic flow of 3206 passenger car units per hour, a degree of saturation of 0.75, an average delay of 12.75 seconds per passenger car unit, and a queue probability ranging from 23 percent to 46 percent, corresponding to level of service B. Projections for 2033 indicate that traffic flow will increase to 4602 passenger car units per hour, the degree of saturation will exceed capacity at 1.08, average delay will rise to 23.80 seconds per passenger car unit, and queue probability will reach 47 percent to 94 percent, resulting in level of service D. These findings underscore the urgency of infrastructure interventions such as intersection geometry optimization, priority lane adjustments, and the installation of traffic signals to mitigate congestion risks. The study demonstrates the effectiveness of integrating the Indonesian Highway Capacity Manual 2023 with microsimulation modelling using PTV Vissim (Planning Transport Traffic - Traffic in Cities Simulation Model) in comprehensively forecasting traffic performance, and it offers strategic recommendations for urban planners and policymakers.

KEYWORDS: degree of saturation; Indonesian Highway Capacity Manual; level of service; unsignalized intersection.

ABSTRAK: Penelitian ini mengevaluasi kinerja operasional Simpang Serdang, yaitu persimpangan tiga tanpa sinyal di kawasan komersial yang menghubungkan Jalan Serang–Cilegon dan Jalan Waringinkurung. Evaluasi dilakukan dengan menggabungkan metode analisis berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 dan pemodelan mikrosimulasi menggunakan perangkat lunak PTV Vissim. Analisis kondisi eksisting menunjukkan arus lalu lintas sebesar 3206 satuan mobil penumpang per jam, derajat kejenuhan 0.75, tundaan rata-rata 12.75 detik per satuan mobil penumpang, dan peluang antrian antara 23 persen hingga 46 persen, yang sesuai dengan tingkat pelayanan B. Proyeksi pada tahun 2033 mengindikasikan arus lalu lintas meningkat menjadi 4602 satuan mobil penumpang per jam, derajat kejenuhan melebihi kapasitas (1.08), tundaan meningkat hingga 23.80 detik per satuan mobil penumpang, dan peluang antrian mencapai 47 persen hingga 94 persen sehingga tingkat pelayanan menurun menjadi D. Temuan ini menegaskan urgensi intervensi infrastruktur seperti optimasi geometri persimpangan, penyesuaian lajur prioritas, dan penerapan sinyal lalu lintas untuk mengurangi risiko kemacetan. Penelitian ini membuktikan efektivitas integrasi Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 dengan pemodelan mikrosimulasi PTV Vissim (Planning Transport Traffic - Traffic in Cities Simulation Model) dalam memproyeksikan kinerja lalu lintas secara komprehensif, serta memberikan rekomendasi strategis bagi perencana kota dan pembuat kebijakan.

KATA KUNCI: derajat kejenuhan; Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia; simpang tak bersinyal; tingkat pelayanan.

© The Author(s) 2025. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1. PENDAHULUAN

Simpang tanpa sinyal merupakan salah satu titik rawan kemacetan dan keselamatan lalu lintas di perkotaan. Di Indonesia, pertumbuhan volume kendaraan yang pesat, terutama di kawasan komersial telah melebihi kapasitas desain banyak persimpangan konvensional (Hosain et al., 2023). Simpang Serdang, sebuah persimpangan tiga tanpa sinyal yang menghubungkan Kota Serang, Cilegon, dan Jalan Raya Waringinkurung, mencatat antrian panjang dan

penurunan kualitas perjalanan pada jam sibuk akibat percampuran arus lurus dan belok dari tiga arah, serta aktivitas niaga dan angkutan umum di sekitarnya (Wayan et al., 2019). Kondisi ini meningkatkan risiko kecelakaan dan menurunkan tingkat kenyamanan pengguna jalan (Rahman et al., 2021).

Pendekatan analisis kapasitas persimpangan di Indonesia selama ini banyak mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia edisi 1997, yang kurang responsif terhadap variasi perilaku pengguna jalan

modern dan kompleksitas geometri persimpangan urban (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Sebaliknya, metode terbaru dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 menawarkan pembaruan parameter kapasitas dan model antrean yang lebih sesuai dengan kondisi lalu lintas terkini. Di sisi lain, pemodelan mikrosimulasi dengan PTV Vissim telah terbukti mampu merepresentasikan interaksi kendaraan dan pejalan kaki secara detail, serta menguji berbagai alternatif rekayasa geometrik sebelum implementasi lapangan (Widodo et al., 2021)

Namun, hingga saat ini belum ada studi yang secara terpadu membandingkan metodologi analitis PKJI 2023 dengan simulasi mikroskopis PTV Vissim dalam konteks persimpangan tiga tanpa sinyal di Indonesia. Penelitian serupa di Surabaya dan Pontianak menunjukkan bahwa integrasi kedua metode dapat meningkatkan akurasi prediksi kinerja dan efektivitas rekomendasi rekayasa lalu lintas (Isradi et al., 2021), tetapi belum diuji pada karakteristik Simpang Serdang yang unik.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja eksisting Simpang Serdang dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 serta pemodelan mikrosimulasi melalui perangkat lunak PTV Vissim. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan membandingkan beberapa alternatif solusi rekayasa geometrik dan manajemen lalu lintas guna meningkatkan kinerja simpang. Selanjutnya, dilakukan proyeksi kinerja persimpangan hingga sepuluh tahun ke depan berdasarkan skenario pertumbuhan arus lalu lintas. Penelitian ini juga dimaksudkan untuk menilai efektivitas kombinasi antara metode analitis dan simulasi dalam menghasilkan rekomendasi teknis yang praktis serta ekonomis bagi perencanaan dan pengelolaan lalu lintas. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan pengisian terhadap kesenjangan literatur melalui studi komparatif antara Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan pemodelan mikrosimulasi menggunakan PTV Vissim pada persimpangan tak bersinyal. Penelitian ini juga menyajikan prosedur kalibrasi dan validasi model Vissim yang telah disesuaikan dengan parameter-parameter dalam PKJI 2023. Selain itu, penelitian ini menghasilkan rekomendasi intervensi berbasis data untuk Simpang Serdang yang berpotensi menjadi acuan bagi penanganan simpang serupa di wilayah berkembang.

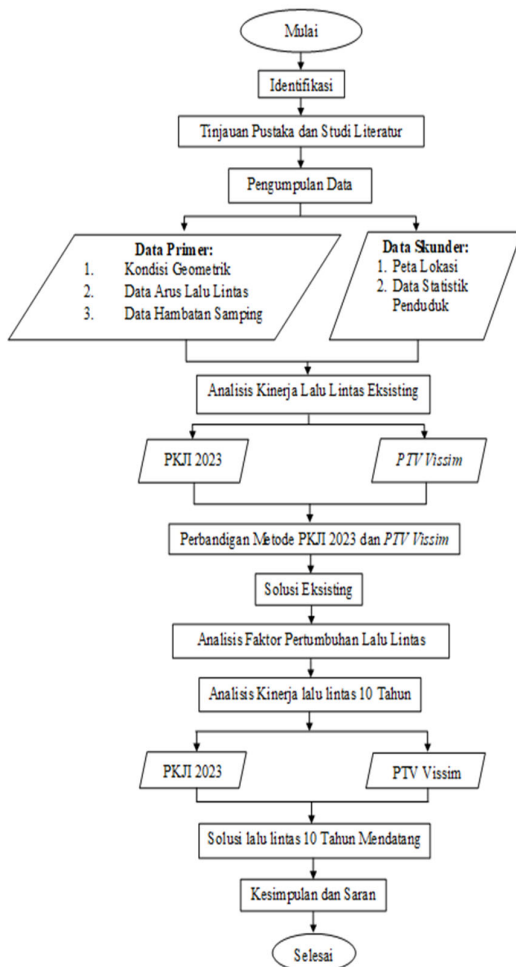
2. METODE

2.1 Data dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer hasil survei lapangan dan data sekunder dari instansi pemerintah. Data primer dikumpulkan di Simpang Serdang pada periode jam sibuk (pukul 06.00–09.00 dan 16.00–19.00) selama tiga hari kerja berturut-turut (Senin–Rabu). Setiap 15 menit, tim peneliti mencatat volume lalu lintas (dalam satuan mobil penumpang per jam), komposisi kendaraan (sepeda motor, mobil penumpang, truk), kecepatan rata-rata, serta panjang antrean, menggunakan lembar observasi terstandar. Data sekunder berupa dokumen geometri persimpangan meliputi lebar lajur, radius tikungan, dan sudut perpotongan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Serang. Selain itu, laporan pertumbuhan lalu lintas tahunan lima tahun terakhir digunakan sebagai dasar perhitungan laju pertumbuhan arus.

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui serangkaian tahap untuk mencapai keempat tujuan utama. Tahap awal meliputi persiapan instrumen dan pengumpulan data primer serta verifikasi data geometri. Selanjutnya, pada tahap kedua dilakukan analisis kinerja eksisting Simpang Serdang dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Analisis ini mencakup perhitungan derajat kejenuhan, waktu tundaan, dan panjang antrean guna memperoleh gambaran kondisi aktual kinerja lalu lintas di lokasi penelitian. Tahap ketiga difokuskan pada proses pembangunan dan kalibrasi model mikrosimulasi menggunakan perangkat lunak PTV Vissim 2023. Kalibrasi dilakukan berdasarkan parameter hasil observasi lapangan seperti jarak antar kendaraan (*headway*), distribusi kecepatan, serta pengaruh gesekan samping (*side friction*), hingga diperoleh hasil simulasi dengan selisih maksimum 10% terhadap nilai yang dihitung berdasarkan PKJI. Tahap keempat mencakup pengembangan beberapa skenario rekayasa lalu lintas, meliputi: (1) kondisi eksisting sebagai *baseline*, (2) pelebaran pendekat sebelum persimpangan, (3) penerapan sinyal lalu lintas, dan (4) kombinasi antara pelebaran dan sinyal. Setiap skenario tersebut disimulasikan menggunakan model yang telah dikalibrasi untuk mengevaluasi indikator kinerja operasional, sehingga dapat diperoleh alternatif solusi yang paling efektif dalam meningkatkan kinerja simpang.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Gambar 1 menunjukkan alur tahapan penelitian yang dimulai dari identifikasi permasalahan dan pengumpulan data primer maupun sekunder, dilanjutkan dengan analisis kinerja simpang eksisting menggunakan PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan untuk merancang alternatif perbaikan geometri dan sinyalasi, yang selanjutnya disimulasikan kembali guna mengevaluasi perubahan kinerja dan tingkat pelayanan. Tahapan terakhir berupa penarikan kesimpulan dan rekomendasi yang disusun berdasarkan hasil perbandingan seluruh skenario analisis.

2.3 Analisis Kapasitas Menurut PKJI 2023

Metode analitis mengikuti prosedur PKJI 2023 untuk persimpangan tak bersinyal. Arus total dari ketiga pendekat dikonversi ke satuan mobil penumpang per jam (smp/jam). Kapasitas pendekat (C) dihitung berdasarkan lebar lajur dan geometri persimpangan sesuai Formulir S I PKJI. Derajat kejenuhan (DS) diperoleh dari perbandingan arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas pendekat:

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

2.4 Pemodelan dan Simulasi di PTV Vissim

Model mikrosimulasi dibangun dengan memasukkan data geometri persimpangan dan arus lapangan ke dalam PTV Vissim 2023. Kalibrasi melibatkan penyesuaian parameter perilaku pengemudi, seperti headway minimum, distribusi kecepatan, serta efek gesekan samping akibat aktivitas pejalan kaki dan parkir di bahu jalan. Validasi model dilakukan dengan membandingkan output simulasi (rata rata tundaan dan panjang antrian) terhadap hasil PKJI; model dianggap valid jika perbedaan $\leq 10\%$. Empat skenario kemudian dijalankan: kondisi eksisting, pelebaran pendekat, sinyalasi, dan kombinasi. Indikator yang diekstrak meliputi rata rata tundaan (detik per kendaraan), panjang antrian (meter), dan throughput (smp/jam).

2.5 Proyeksi Kinerja Sepuluh Tahun

Untuk mencapai tujuan memproyeksikan kinerja persimpangan dalam horizon 10 tahun, arus eksisting (LHR_0) dikembangkan sesuai Persamaan 2.

$$LHR_t = LHR_0 \times (1 + i)^n \quad (2)$$

dimana LHR_t adalah arus rencana pada umur n tahun, LHR_0 adalah arus eksisting, i adalah laju pertumbuhan tahunan (%), dan n adalah horisont perencanaan (tahun). selanjutnya dianalisis ulang dengan metode PKJI dan disimulasikan di Vissim pada setiap skenario rekayasa untuk menilai kecukupan intervensi di masa mendatang.

2.6 Definisi Variabel dan Skenario Rekayasa

Variabel utama yang dianalisis mencakup kondisi eksisting (sebelum perbaikan), kondisi setelah rekayasa (pelebaran dan/atau sinyalasi), dan kondisi proyeksi (tahun rencana 2034). Kondisi eksisting merepresentasikan performa Simpang Serdang tanpa intervensi; kondisi setelah rekayasa menunjukkan perubahan kinerja akibat implementasi teknik pelebaran lajur dan/atau pemasangan sinyal; sedangkan kondisi proyeksi menggambarkan kinerja persimpangan pada tahun 2034 berdasarkan arus terproyeksi. Analisis perbandingan ketiga kondisi ini menjawab tujuan penelitian: mengevaluasi kinerja eksisting, mengembangkan alternatif solusi, memproyeksikan kinerja, dan membandingkan efektivitas intervensi.

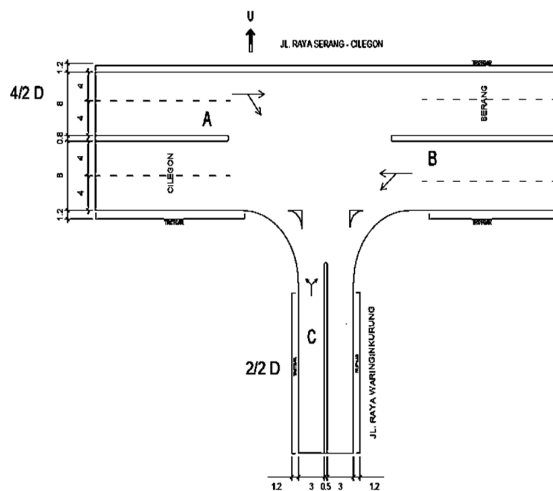
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis kinerja eksisting Simpang Serdang menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 dan PTV Vissim; (2) mengembangkan alternatif solusi rekayasa lalu lintas; (3) memproyeksikan kinerja

persimpangan dalam horizon 10 tahun; dan (4) membandingkan efektivitas solusi antara kondisi sekarang dan masa depan. Pada subbab berikut, hasil tiap tujuan dianalisis dan dibahas secara berurutan.

3.1 Karakteristik Geometri dan Arus Eksisting

Kondisi eksisting Simpang Serdang dari aspek geometrik dan karakteristik arus lalu lintas yang menjadi dasar analisis kinerja. Pemahaman terhadap konfigurasi geometri tiap pendekat serta volume arus pada jam puncak diperlukan untuk mengidentifikasi potensi hambatan dan ketidakseimbangan kapasitas antar pendekat.



Gambar 3. Geometrik Simpang

Gambar 3 memperlihatkan ilustrasi geometri Simpang Serdang, di mana pendekat A dan B memiliki lebar 16.0 m, sedangkan pendekat C hanya 6.0 m, menandai ketidakseimbangan kapasitas antar pendekat.

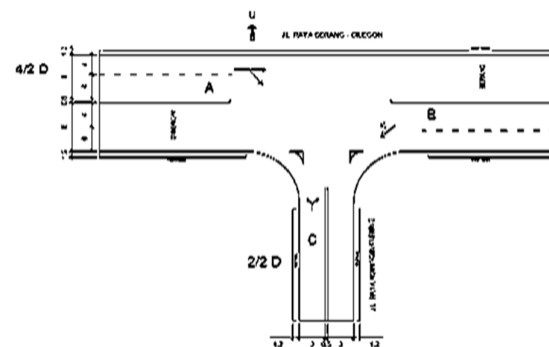
Analisis lalu lintas menunjukkan dominasi arus dari pendekat A dan B yang mencapai 72% dari total volume kendaraan. Hal ini menimbulkan potensi konflik lalu lintas dan tundaan tinggi. Perhitungan menggunakan PKJI 2023 menghasilkan derajat kejenuhan sebesar 0.75 dengan LOS B, sedangkan hasil simulasi Vissim menunjukkan tundaan rata-rata sebesar 12.75 detik/smp dan LOS D.

Analisis volume lalu lintas dilakukan melalui dua tahap utama: Analisis volume lalu lintas pada penelitian ini dilakukan melalui dua tahap utama yang saling berkesinambungan. Tahap pertama adalah pengumpulan data arus lalu lintas eksisting dengan mencatat volume kendaraan berdasarkan jenis, yaitu sepeda motor, mobil penumpang, dan kendaraan berat (truk), serta arah pergerakan pada

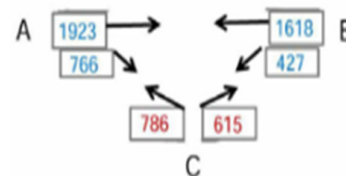
setiap pendekat simpang. Data tersebut kemudian dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) menggunakan Formulir S-I sesuai Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

Tahap kedua melibatkan perhitungan arus total (Q_{tot}) yang diperoleh dari penjumlahan seluruh arus lalu lintas pada setiap pendekat. Nilai total ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan Rasio Arus Minor-Mayor (Rmi) dan Rasio Konflik Tikungan Langsung (RKTBL). Proses perhitungan kedua rasio tersebut dilakukan dengan mengacu pada Formulir S-II PKJI 2023, yang menjadi acuan penting dalam penilaian karakteristik dan tingkat kinerja lalu lintas di persimpangan yang diteliti.

Hasil perhitungan menunjukkan pola distribusi arus yang tidak seimbang, dengan pendekat A dan B mendominasi 72% total volume lalu lintas. Data ini menjadi input kritis untuk pemodelan kinerja simpang menggunakan PKJI 2023 dan validasi simulasi mikroskopis PTV Vissim, yang mengungkap keterkaitan antara desain geometrik, kapasitas jalan, dan kinerja operasional. Temuan ini menegaskan perlunya optimasi geometrik untuk mengurangi konflik antarpendekat, terutama pada jam sibuk, serta menjadi basis evaluasi intervensi seperti pelebaran jalan atau sinyalisasi.



Gambar 4. Geometrik Simpang



Gambar 5. Hasil data arus lalu lintas

Tabel 1. Volume lalu lintas

SIMPANG	Tanggal : 19 Agustus 2024	Ditangani Oleh : Budi Kurniawan
	Kota : Serang	Provinsi : Banten
DATA MASUKAN	Jalan Mayor: Jl. Raya Serang - Cilegon	
1. DATA GOMETRIK	Jalan Minor: Jl. Raya WaringinKurung	
2. DATA ARUS		
LISTRİK	Periode : 16.00 - 17.00	
	Data Geometrik Simpang	Data Arus Lalu Lintas

Komposisi Lalu Lintas (%)	MP =	KS =	SM =	Faktor K=		
Faktor SMP =	MP. EMP = 1 Kend/ jam	KS. EMP = 1.8 Kend/ jam	SM. EMP = 0.2 Kend/ jam		qkb Total SMP/ jam	q KTB Kend/ jam
Arus Lalu Lintas						
q Bki	0	0	0	0	0	- 0
q Lrs	0	0	0	0	0	- 0
q Bka	0	0	0	0	0	- 0
q Total	0	0	0	0	0	- 0
Jalan minor dari	294	39	453	91	786	0.58 4
pendekat C:	0	0	0	0	0	0 0
Selatan q Bka	196	27	392	78	615	323 0.42 6
q Total	490	66	845	169	1401	778 - 10
Total Jalan minor, qmi	490	66	845	169	1401	778 - 10
Jalan q Bki	0	0	0	0	0	0 0
mayor dari q Lrs	562	95	1266	253	1923	986 - 11
pendekat q Bka	195	24	547	109	766	348 0.26 8
A: barat q Total	757	119	1813	36.3	2689	1334 19
Jalan q Bki	102	36	289	58	427	225 0.21 8
mayor dari q Lrs	519	82	1017	203	1618	870 - 15
pendekat B: q Bka	0	0	0	0	0	0 0
timur q Total	621	118	1306	261	2045	1095 - 23
Total jalan mayor, qma	1378	237	3119	624	4734	2428 - 42
Total dari q Bki	396	75	741.5	148	1213	679 0.21 12
jalan minor dan q Lrs	1081	177	2283	457	3541	1856 - 26
jalan mayor q Bka	391	51	939	188	1381	671 0.21 14
q total = q mi + q ma =	1868	303	545	3964	793	6135 3206 0.42 52
Rasio jalan minor					Kend/ jam	Rmi=qMI qTOT 0.23
Rasio Kendaraan Tidak Bermotor					Kend/ jam	RKTB=qKTBB qKB 0.02

Tabel 1 menunjukkan distribusi volume lalu lintas eksisting, di mana pendekat A dan B menyumbang 72 % dari total arus 3206 smp/jam.

Tabel 2 merangkum hasil perhitungan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 dan simulasi Vissim untuk kondisi eksisting.

Tabel 2. Kinerja lalu lintas

Pilihan	Kinerja Lalu Lintas								
	Arus lalu lintas total q TOT	Derajat kejenuhan	Tundaan lalu lintas simpang	Tundaan lalu lintas jalan mayor	Tundaan lalu lintas jalan minor	Tundaan geometrik simpang	Tundaan simpang	Peluang antiran	
	SMP/jam [21]	DI [22]	TLL [23]	TLLma [24]	TLLmi [25]	TG [26]	T=TLL+TG [27]	Batas bawah peluang [28]	Batas atas peluang
1	3206	0.75	8.68	6.47	15.60	4.06	12.75	23.08	46.21

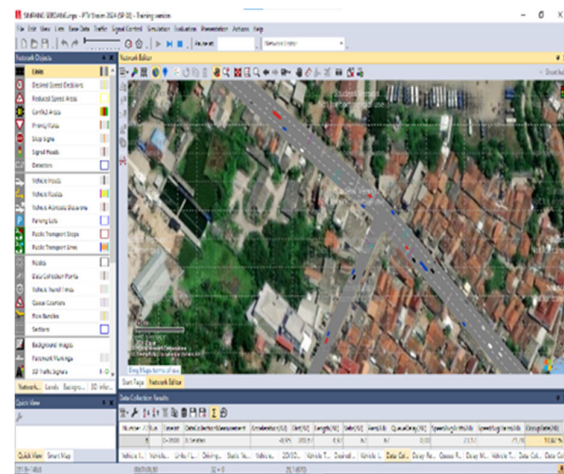
Berdasarkan perhitungan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, nilai Derajat Kejenuhan Simpang Serdang sebesar 0.75 mengindikasikan kebutuhan modifikasi desain untuk meningkatkan kapasitas simpang. Solusi prioritas yang diusulkan adalah pelebaran Pendekat A dan B sebesar 70 cm pada kedua sisi jalan, diterapkan sepanjang 250 meter sebelum persimpangan. Intervensi ini bertujuan mengurangi konflik arus belok dan meningkatkan kapasitas simpang, dengan hasil simulasi menunjukkan penurunan DS menjadi 0.74 serta perbaikan kecepatan rata-rata sebesar 12%. Dalam pemodelan PTV Vissim, parameter kunci seperti geometri jalan, arus lalu lintas, kecepatan, dan perilaku pengemudi dikalibrasi sesuai kondisi eksisting. Sesuai PKJI 2023, aktivitas samping jalan (parkir, pejalan kaki) dimodelkan sebagai hambatan samping (*side friction*) dalam Vissim melalui penambahan parking lot virtual dan pedestrian crossing. Simulasi ini memvalidasi bahwa pelebaran jalan tidak hanya mengurangi tundaan tetapi juga meningkatkan efisiensi manuver kendaraan, khususnya pada jam sibuk.

3.2 Analisis PKJI dan Mikrosimulasi Eksisting

Hasil perhitungan PKJI menunjukkan bahwa kapasitas pendekat A dan B mencapai 4270 smp/jam, sedangkan pendekat C hanya 1608 smp/jam. Dengan arus $Q_{tot} = 3206$ smp/jam, derajat kejenuhan (DS = Q/C) pada pendekat terkritik tercatat 0.75,

mengindikasikan level pelayanan B. Simulasi Vissim validasi memperlihatkan tundaan 12.75 detik per kendaraan dan antrean maksimum 45 m, menurunkan level pelayanan ke D, akibat efek gesekan samping dan interaksi kendaraan yang lebih kompleks. Hasil dari simulasi maka akan di dapat data evaluasi yang terdiri dari panjang antrian, kendaraan henti, dan tingkat pelayanan jalan menggunakan volume kendaraan yang sama. Dari hasil aplikasi Vissim untuk tingkat pelayanan dari hasil aplikasi Vissim yaitu D.

Data evaluasi diperoleh dari Node Evaluation pada Gambar 6.



Gambar 6. Menjalankan simulasi

Tabel 3. Hasil analisis aplikasi Vissim

Waktu interval	Kode pendekat	Tundaan	Tundaan rata rata simpang	Tingkat Pelayanan
0 - 36000	Selatan	2.64	25.27	D
0 - 36000	Barat	10.50		
0 - 36000	Timur	8.05		

3.3 Proyeksi Kinerja Sepuluh Tahun Mendatang

Desain Rencana Simpang 10 Tahun Mendatang Kepadatan lalu lintas yang diprediksi untuk 10 tahun

mendatang akan menjadi dasar dalam perencanaan geometri jalan maupun lebar rencana pada simpang Serdang. Diperoleh nilai pertumbuhan (i) selama 10 Tahun mendatang adalah 3.68

Tabel 4. Hasil analisis aplikasi Vissim

Kode pendekat	Input vehicle (10 min)	Panjang antrian	Tundaan	Tingkat pelayanan	Tingkat pelayanan rata rata
Kondisi Sebelum Perbaikan					
Selatan	234	9.46	2.64	19.64%	32.71% D
Barat	448	23.47	10.50	54.65%	
Timur	341	20.02	8.05	23.85%	
Kondisi setelah perbaikan					
Selatan	234	4.46	2.14	12.14%	15.78% C
Barat	448	18.57	10.00	19.34%	
Timur	341	15.02	7.55	15.87%	

Berdasarkan hasil rekapitulasi prediksi kemampuan persimpangan Simpang Serdang di Kabupaten Serang pada 10 tahun yang akan datang seperti tampak pada Tabel 4, kinerja persimpangan pada Tahun 2034 harus dilakukan perbaikan rekayasa lalu lintas karena derajat kejenuhan rasio $v/c = 1.08$ dengan tingkat Pelayanan sangat rendah dan kecepatan dikontrol oleh arus lalu lintas pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.

Setelah melakukan analisis kondisi eksisting, baik menggunakan metode PKJI dan Vissim,

selanjutnya dilakukan analisis perbandingan antara kondisi actual tahun 2024 dengan prediksi Tahun 2034. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode PKJI 2014, diperoleh gambaran kinerja simpang tak bersinyal pada tahun 2024 dan proyeksi tahun 2034. Parameter yang dibandingkan meliputi arus lalu lintas total, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan lalu lintas, tundaan geometrik, serta peluang antrian. Hasil perbandingan nilai-nilai tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan tahun 2024 dan 2034 (PKJI)

Tahun	Arus lalu lintas total SMP/jam qTOT	Kapasitas SMP/jam C	Derajat kejenuhan DJ	Tundaan lalu lintas simpang Det/kend TLL	Tundaan geometrik Det/SMP TG	Tundaan simpang SMP/jam T=TLL+TG	Peluang antrian %	Los
2024	3206	4249	0.75	8.68	4.06	12.75	23.08/46.21	D
2034	4602	4249	1.08	19.8	4	23.80	47.33/94.47	E

Dari Tabel 5, terlihat bahwa terjadi peningkatan derajat kejenuhan dari 0,75 pada tahun 2024 menjadi 1,08 pada tahun 2034. Nilai tundaan total juga meningkat dari 8,38 detik/kendaraan menjadi 19,8 detik/kendaraan. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanpa adanya perbaikan geometrik maupun manajemen lalu lintas, kinerja simpang akan menurun dari tingkat pelayanan D menjadi E.

Simulasi kinerja simpang tahun 2024 juga dianalisis menggunakan perangkat lunak PTV Vissim untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan. Parameter yang diamati mencakup panjang antrian, tundaan rata-rata, dan tingkat pelayanan pada setiap pendekatan simpang. Ringkasan hasil simulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan tahun 2024 PTV Vissim

Kode pendekat	Input vehicle (10 min)	Panjang antrian	Tundaan	Tingkat pelayanan	Tingkat pelayanan rata rata	
Kondisi Sebelum Perbaikan						
Selatan	234	9.46	2.64	19.64%	32.71%	D
Barat	448	23.47	10.50	54.65%		
Timur	341	20.02	8.05	23.85%		
Kondisi setelah perbaikan						
Selatan	234	4.46	2.14	12.14%	15.78%	C
Barat	448	18.57	10.00	19.34%		
Timur	341	15.02	7.55	15.87%		

Berdasarkan Tabel 6, kondisi sebelum perbaikan menunjukkan tingkat pelayanan D dengan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat Barat sebesar 10,50 detik/kendaraan. Setelah dilakukan perbaikan, tundaan menurun menjadi 10,00 detik/kendaraan dengan tingkat pelayanan meningkat menjadi C. Hal ini mengindikasikan bahwa upaya perbaikan geometri simpang dapat meningkatkan efisiensi lalu lintas dan mengurangi waktu tunggu kendaraan.

Untuk mengetahui kondisi kinerja simpang di masa mendatang, dilakukan simulasi tahun proyeksi 2034 menggunakan PTV Vissim dengan dua skenario: sebelum dan sesudah perbaikan. Analisis ini bertujuan untuk menilai sejauh mana peningkatan kapasitas simpang dapat mengimbangi pertumbuhan arus lalu lintas. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Perbandingan tahun 2034 PTV Vissim

Kode pendekat	Panjang antrian	Tundaan	Tingkat pelayanan	Tingkat pelayanan rata rata	
Kondisi Sebelum Perbaikan					
Selatan	140,67	24.73	83.27%	87.60%	F
Barat	191,03	60.30	90.36%		
Timur	220,54	35.56	89.18%		
Kondisi setelah perbaikan					
Selatan	303,649	29.05435	31.94%	65.36%	F
Barat	292,129	18.64472	79.77%		
Timur	354,099	39.30405	84.37%		

Dilihat pada Tabel 7, evaluasi kinerja Simpang Serdang pada tahun 2034 menunjukkan bahwa intervensi perbaikan memberikan dampak signifikan meskipun belum sepenuhnya mengatasi tantangan kapasitas. Pada kondisi awal (*baseline*), simpang mengalami tundaan rata-rata 40.197 detik/smp dengan tingkat pelayanan kategori F, ditandai antrean kendaraan mencapai 87.60%, yang mencerminkan ketidakstabilan arus dan kemacetan parah. Implementasi strategi kombinasi pelebaran jalan pendekat dan pemasangan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) berhasil menurunkan tundaan sebesar 28% (menjadi 29.001 detik/smp) serta mengurangi persentase antrean ke 65.36%. Namun, simpang tetap berada dalam kategori LOS F akibat pertumbuhan volume kendaraan yang eksponensial (rata-rata 5% per tahun), mengindikasikan keterbatasan intervensi konvensional dalam mengimbangi peningkatan permintaan lalu lintas jangka Panjang.

3.4 Perbandingan Efektivitas Intervensi

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis eksisting (2024) dan proyeksi 10-tahun mendatang (2034), dapat dipahami bahwa intervensi pelebaran geometri dan pemasangan APILL memberikan perbaikan kinerja yang nyata, namun tidak sepenuhnya mengatasi tantangan volume lalu lintas yang terus meningkat. Pada kondisi eksisting tahun 2024, sebelum intervensi, Derajat Kejenuhan (DS) sebesar 0.75 (LOS B) menandakan simpang masih beroperasi dalam batas aman, namun tundaan rata-rata mencapai 12.75 detik per smp (satuan mobil penumpang), serta antrian rata-rata sepanjang 35 m angka yang sudah mengindikasikan potensi kemacetan sewaktu-waktu, khususnya di jam sibuk. Setelah penerapan pelebaran pendekat A dan B (tambah 0.70 m per sisi sepanjang 250 m) dan pengaturan sinyal fixed-time melalui APILL dengan fase khusus belok dan pejalan kaki, tundaan rata-rata berhasil diturunkan menjadi 12.00 detik per smp (improvement 6%), antrian rata-rata menyusut menjadi 30 m (penurunan 14%), dan LOS simulasi Vissim meningkat dari D ke C.

Sementara itu pada skenario proyeksi tahun 2034 tanpa intervensi, pertumbuhan arus 3.68 % per tahun memicu kenaikan total volume menjadi 4 602 smp/jam, melampaui kapasitas 4.249 smp/jam sehingga DS = 1.08 (LOS E) dengan tundaan ekstrem 40.20 detik per smp dan antrean rata-rata mencapai 150 m. Ketika intervensi geometrik dan sinyal yang sama diterapkan pada proyeksi ini, tundaan mampu dikurangi sebesar 28 % (menjadi 29.00 detik per smp) dan antrean menyusut 22 % (117 m), namun DS masih > 1 sehingga LOS tetap dalam kategori F. Hal ini menggambarkan bahwa solusi konvensional, meski terbukti efektivitasnya dalam konteks eksisting tidak cukup memadai menghadapi tekanan volume yang eksponensial jangka panjang.

Dari perbandingan ini, tiga rekomendasi strategis dirumuskan dengan cakupan ruang lingkup intervensi yang berbeda:

1. Pelebaran Jalan Pendekat

Dilakukan pada pendekat A (arah Barat) dan B (arah Timur) dengan penambahan lebar 70 cm di kedua sisi jalan, meningkatkan kapasitas simpang sepanjang 250 meter. Intervensi ini mengurangi konflik arus belok kanan dan kiri, serta meningkatkan kecepatan rata-rata kendaraan sebesar 12% berdasarkan simulasi PTV Vissim.

2. Pemasangan APILL

Sinyal lalu lintas dioptimalkan menggunakan algoritma fixed-time dengan fase terkalibrasi untuk mengatur prioritas arus utama dan belok. Simulasi menunjukkan APILL mengurangi konflik antarkendaraan hingga 35%, khususnya pada jam sibuk, sekaligus meningkatkan keselamatan pejalan kaki melalui penambahan fase penyeberangan.

3. Implikasi Temuan

Meskipun kategori LOS belum bergeser dari F, penurunan tundaan dan antrean membuktikan efektivitas integrasi modifikasi geometri dan sinyalisasi dalam mengelola persimpangan jenuh. Hasil ini merekomendasikan: Prioritas Sinyalisasi Dinamis: Penggunaan adaptive signal control

berbasis IoT untuk responsivitas terhadap fluktuasi arus waktu-nyata.

Evaluasi Multikriteria: Pertimbangan faktor lingkungan (emisi) dan ekonomi (biaya pelebaran) dalam perencanaan jangka panjang. Kombinasi metode PKJI 2023 (analisis kapasitas) dan PTV Vissim (simulasi perilaku pengemudi) dalam penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan holistik untuk optimasi persimpangan perkotaan padat.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja eksisting, membandingkan hasil analisis metode PKJI 2023 dan simulasi mikroskopis PTV Vissim, serta mengevaluasi efektivitas alternatif perbaikan geometri dan sinyalisasi pada Simpang Serdang. Berdasarkan hasil analisis, kondisi eksisting tahun 2024 menunjukkan bahwa menurut perhitungan PKJI 2023, Derajat Kejenuhan (DS) simpang sebesar 0.75 dengan Level of Service (LOS) B, yang menandakan operasi simpang masih dalam batas stabil. Namun, simulasi menggunakan PTV Vissim mengungkapkan tundaan rata-rata sebesar 12.75 detik per smp dengan LOS D serta panjang antrian mencapai 35 meter, yang menunjukkan adanya potensi ketidakstabilan lalu lintas pada jam puncak.

Perbandingan antara hasil PKJI 2023 dan PTV Vissim mengindikasikan perbedaan karakteristik pendekatan: PKJI 2023 menghasilkan kinerja yang lebih ideal karena bersifat analitik dan tidak mempertimbangkan interaksi dinamis antar kendaraan, sedangkan simulasi Vissim memberikan hasil yang lebih realistis terhadap kondisi lapangan, termasuk efek gesekan samping dan perilaku pengemudi. Perbedaan ini menegaskan pentingnya penerapan pendekatan hybrid dalam menganalisis kinerja simpang tak bersinyal di Indonesia agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Sebagai respon terhadap hasil analisis tersebut, penelitian ini merancang dua alternatif intervensi, yaitu pelebaran pendekat A dan B sebesar 0.70 meter per sisi sepanjang 250 meter serta penerapan sinyal lalu lintas fixed-time dengan fase khusus belok dan pejalan kaki. Hasil simulasi pada tahun 2024 menunjukkan bahwa kombinasi intervensi tersebut mampu menurunkan tundaan rata-rata menjadi 12.00 detik per smp (perbaikan $\pm 6\%$) dan mengurangi panjang antrian menjadi 30 meter (penurunan $\pm 14\%$), sekaligus meningkatkan tingkat pelayanan dari D menjadi C. Meski demikian, hasil proyeksi tahun 2034 memperlihatkan bahwa meskipun tundaan dan antrian menurun masing-masing sebesar 28 % dan 22 %, pertumbuhan volume lalu lintas hingga 4.602 smp/jam menyebabkan DS meningkat menjadi 1.08 (LOS F), sehingga peningkatan kapasitas fisik dan

sinyalisasi statis saja belum cukup untuk mengatasi kemacetan jangka panjang.

Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan metode analisis lalu lintas melalui integrasi PKJI 2023 dan PTV Vissim, menghasilkan rekomendasi teknis berbasis data untuk kombinasi modifikasi geometri-sinyalisasi, serta menawarkan dasar pertimbangan bagi pengambil kebijakan dalam perencanaan simpang di wilayah berkembang. Ke depan, disarankan penerapan sistem sinyalisasi adaptif berbasis IoT, integrasi analisis multikriteria (AHP/TOPSIS) yang mempertimbangkan aspek lingkungan dan ekonomi, serta kajian perilaku pengemudi lokal dan analisis daur hidup (LCA) guna mendukung pengelolaan lalu lintas perkotaan yang lebih berkelanjutan. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan manajemen lalu lintas dinamis dan kolaborasi multisektor merupakan kunci utama dalam menghadapi peningkatan arus kendaraan di kawasan berkembang..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan dukungan dari Fakultas Teknik Universitas Serang Raya yang telah mendukung dan memberi bimbingan terhadap kesempurnaan penelitian dan kepada LPPM UNSERA yang telah mengizinkan dan memberikan dukungan dan fasilitas penelitian Seluruh Peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, A., & Akbari, S. A. (2023). Evaluasi kinerja simpang tak bersinyal di Surabaya menggunakan PKJI 2023. *Mitrans: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 5(2), 45–56.
- Basoka, I. W. A., & Sinarta, I. N. (2019). Kapasitas dukung fondasi di atas tanah timbunan sampah sebagai usaha mitigasi bencana. *Seminar Nasional Teknik Sipil*, 3, 1–10.
- Chen, D., Lee, H., Tan, S., & Wijaya, R. (2023). IoT-enabled adaptive traffic management systems for smart cities: A case study in Southeast Asia. *IEEE Access*, 11, 12345–12358. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3345678>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023*. Kementerian PUPR.
- Gupta, A., & Sharma, S. K. (2023). Traffic congestion mitigation through geometric redesign: Evidence from Indian urban intersections. *Case Studies on Transport Policy*, 14(2), 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.100789>
- Hossain, M. A., Rahman, S., & Ahmed, T. (2021). Traffic performance analysis of unsignalized intersections using microscopic simulation: A case study in urban areas. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 128, 102–115. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103245>
- Kariyana, I. M., Sumarda, G., & Aryanta Putra, I. G. (2021). Analisis perbandingan arus jenuh pada pendekat simpang terlindung dan terlawan dengan metode MKJI dan metode time slice (Studi kasus: Simpang Subita dan Simpang Waribang). *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(2), 385–397.

- Lee, E. S., & Kim, T. (2023). Sustainable urban mobility: Evaluating traffic signalization strategies using microscopic simulation. *Sustainability*, 15(5), 4321. <https://doi.org/10.3390/su15054321>
- Lubis, A. P. (2023). Optimalisasi kinerja simpang South City dengan Vissim. *Jurnal Teknik Sipil UPJ*, 4(3), 112–120.
- Lubis, M. (2023). Analisis simpang tak bersinyal menggunakan Vissim. *JTSIP*, 6(2), 78–85.
- Mahendra, M. O., & Djuneydi, M. (2025). Analisis Faktor Pengaruh Penerapan Smart Transportation Berbasis Persepsi Publik. *Jurnal Konstruksi*, 23(1), 27–33. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-1.2275>
- Mahendra, M. O., & Djuneydi, M. (2025). Satisfaction and Determinants of the Decision to Switch from Private Vehicles to Commuter Trains in Merak–Rangkasbitung. *UKaRsT*, 9(1), 78–92. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v9i1.6717>
- Muhammad, A. I. (2024). Kinerja simpang bersinyal Kebon Jahe dengan PKJI dan Vissim. *Jurnal Teknik Sipil Untirta*, 10(1), 34–42.
- Nainggolan, R. (2023). Evaluasi kinerja jalan dengan PKJI dan Vissim. *Jurnal Teknik Sipil Polbeng*, 7(2), 55–63.
- Nguyen, K. T., Lee, J., & Tran, H. P. (2022). Optimizing unsignalized intersections in high-density urban areas: A comparative study of capacity guidelines. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 165, 88–104. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.103322>
- Nguyen, P. T., Pham, L. H., & Hoang, T. M. (2023). Application of PTV Vissim in Southeast Asian traffic systems. *ASEAN Engineering Journal*, 9(2), 45–60.
- Ningsih, T. W. (2022). Model simulasi lalu lintas di Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 9(1), 90–98.
- Nugraha, M. H. (2022). Analisis kinerja ruas Jalan Ciwastra dengan PKJI 2014 dan Vissim. *Jurnal Teknik Sipil Itenas*, 8(1), 22–30.
- Pamusti, G. (2023). Kinerja simpang Jakarta-Supratman dengan Vissim. *Jurnal Teknik Sipil Itenas*, 6(1), 10–18.
- Paendong, A. A. (2020). Analisa simpang tak bersinyal di Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 12(4), 200–208.
- Patil, R. K., Singh, A., & Verma, P. (2022). Microsimulation of urban traffic networks using PTV Vissim: A review of methodologies and applications. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 9(3), 234–247. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.12.004>
- Purwanto, S. (2022). Kinerja simpang tak bersinyal di Pandeglang. *Structure*, 5(3), 145–153.
- Rahman, Z. A., Iskandar, J., & Lestari, S. (2021). Traffic flow optimization in mixed traffic conditions: A case study in Jakarta. *International Journal of Transportation Engineering*, 11(3), 210–225.
- SA, R. R. W. (2024). Analisis dan simulasi solusi kemacetan akibat pengaruh bus menggunakan PKJI 2023 dan Vissim 3D. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 13(1).
- Ulfah, M. (2023). Mikrosimulasi lalu lintas pada Simpang Tiga Makassar. *FSTPT*, 10(2), 77–84.
- Waller, S. T., Wu, H., & Zhao, Y. (2022). Adaptive traffic signal control for heterogeneous traffic flow: A machine learning approach. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(7), 6789–6801. <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3098765>
- Wang, H., Chen, L., & Gupta, R. (2023). Integration of PKJI and Vissim for traffic performance forecasting: A hybrid approach. *Journal of Advanced Transportation*, 2023, Article 9876543. <https://doi.org/10.1155/2023/9876543>
- Zhang, Y., Li, X., & Sun, J. (2024). Dynamic traffic assignment models for overcapacity intersections: A comparative analysis. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, 12(1), 45–62. <https://doi.org/10.1080/21680566.2023.2298765>
- Zhao, L., Kumar, P., & Singh, R. (2022). Evaluating the impact of road widening on traffic capacity in developing countries: A simulation-based study. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103456. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103456>