

ANALISIS KAPASITAS SIMPANG TAK BERSINYAL MENGUNAKAN DUKUNGAN SOFTWARE PTV VISSIM DI KAWASAN BALIREJO KELURAHAN ANGSAU

Septia Rona Puspita Gaby^{1*}, Novia Puspita Sari¹, Intan Safitri¹ dan Muhammad Chairi Munanjar¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Jalan dan jembatan, Jurusan Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Tanah Laut, Tanah Laut, Indonesia

*E-mail: septia@politla.ac.id

Received: 27 July 2025

Accepted: 30 July 2025

Published: 31 Juli 2025

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi kinerja operasional Simpang Tak Bersinyal Balirejo berdasarkan pendekatan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan validasi melalui simulasi mikroskopik menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Survei dilakukan selama tiga hari, yaitu Senin, Sabtu, dan Minggu, mencakup tiga periode waktu puncak (pagi, siang, sore), dengan data yang dikumpulkan berupa volume kendaraan berdasarkan jenis dan arah pergerakan, serta parameter geometrik simpang. Hasil analisis menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Senin sebesar 4.087 smp/jam dengan nilai derajat kejenuhan (DJ) mencapai 1,31, mengindikasikan kondisi jenuh (LOS F). Kapasitas pendekat bervariasi, dengan nilai tertinggi pada Jalan Datu Insyad sebesar 5.746 smp/jam. Tundaan rata-rata yang diperoleh dari metode PKJI sebesar 16 detik/smp, sementara hasil simulasi VISSIM menunjukkan nilai tundaan sebesar 19,68 detik/smp (LOS C). Penelitian ini mengindikasikan bahwa simpang beroperasi dalam kondisi tidak stabil pada hari kerja dan memerlukan intervensi rekayasa lalu lintas. Kesesuaian antara hasil analitik dan simulatif menunjukkan bahwa kedua metode saling melengkapi dan dapat digunakan bersama untuk mendukung perencanaan sistem lalu lintas yang lebih adaptif.

Kata Kunci: Simpang tak bersinyal, derajat kejenuhan, kapasitas, PKJI 2023, simulasi PTV VISSIM

Abstract

This study evaluates the operational performance of the unsignalized Balirejo intersection using the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI) 2023 approach and is validated through microscopic simulation with PTV VISSIM software. Traffic observations were conducted over three representative days—Monday, Saturday, and Sunday—covering three peak periods (morning, midday, and afternoon). Data collected included vehicle volumes by type and movement direction, as well as geometric parameters of the intersection. The analysis revealed that Monday exhibited the highest traffic volume, reaching 4,087 pcu/hour, with a degree of saturation (DS) of 1.31, indicating an oversaturated condition (LOS F). Intersection arm capacities varied, with the highest capacity observed on Datu Insyad Street at 5,746 pcu/hour. Average delay calculated using the PKJI method was 16 seconds per vehicle, while VISSIM simulation produced a consistent result of 19.68 seconds per vehicle (LOS C). The findings suggest that the intersection operates under unstable conditions on weekdays and requires traffic engineering interventions. The consistency between analytical and simulation results demonstrates that both approaches are complementary and may be effectively used in tandem to support adaptive and data-driven traffic management planning.

Keywords: *Unsignalized intersection, degree of saturation, capacity, PKJI 2023, PTV VISSIM simulation*

To cite this article:

Septia Rona Puspita Gaby, dkk (2025). Analisis Kapasitas Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Dukungan Software Ptv Vissim di Kawasan Balirejo Kelurahan Angsau. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (06), No. 02, pp: 192-208

PENDAHULUAN

Kapasitas simpang tak bersinyal didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat dilayani dalam kondisi lalu lintas tertentu tanpa menimbulkan keterlambatan yang signifikan [1]. Simpang tak bersinyal banyak ditemukan di wilayah urban maupun semi-perkotaan, dan sering menjadi titik konflik utama akibat pertumbuhan volume kendaraan yang terus meningkat [2-3]. Ketidakseimbangan antara kapasitas simpang dan arus lalu lintas berpotensi menimbulkan kemacetan, memperpanjang waktu tundaan, serta menyebabkan penurunan efisiensi jaringan transportasi.

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 hadir sebagai pembaruan metodologis terhadap MKJI 1997, dengan pendekatan analitis yang lebih sesuai dengan karakteristik lalu lintas di Indonesia saat ini [4]. Dalam praktik rekayasa lalu lintas modern, PKJI 2023 telah banyak diterapkan untuk mengevaluasi kinerja simpang tak bersinyal secara kuantitatif dan sistematis [5-6].

Sejumlah penelitian terbaru menunjukkan bahwa efektivitas PKJI 2023 meningkat secara signifikan ketika dikombinasikan dengan simulasi mikroskopik menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Kristan dan Hartanto [7] menekankan bahwa visualisasi dinamis dari interaksi antar kendaraan dalam skenario realistis melalui simulasi mikroskopik seperti PTV VISSIM sangat membantu dalam mengevaluasi kepadatan dan performa lalu lintas secara kuantitatif serta intuitif. Studi di Pontianak menunjukkan bahwa derajat kejenuhan (DJ) di simpang tiga Jl. Gusti Situt Mahmud meningkat dari 0,95 menjadi 1,07 dalam proyeksi lima tahun ke depan, dengan penurunan tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) dari C ke D, sehingga direkomendasikan pelebaran jalan dan median [8]. Di Kota Bekasi, DJ dapat ditekan dari 1,23 menjadi 0,87 melalui optimalisasi geometrik dan pengaturan prioritas lengan [9].

Temuan dari dua studi di Lampung menunjukkan bahwa pendekatan terpadu PKJI 2023 dan simulasi PTV VISSIM mampu menurunkan waktu tundaan rata-rata secara signifikan, yakni sekitar 17% pada simpang bersinyal Way Halim melalui optimasi waktu hijau [10], dan hingga 20–67% pada simpang tak bersinyal Pulau Sebesi setelah rekayasa ulang geometri simpang [11]. Penelitian di Gorontalo menunjukkan bahwa delay per kendaraan

dapat ditekan hingga di bawah 10 detik, dengan DJ sekitar 0,50 melalui intervensi fisik berskala kecil [12].

Studi di Gorontalo dan Tilingsing Kudus menegaskan pentingnya mengombinasikan analisis kuantitatif berbasis PKJI dengan simulasi mikroskopik berbasis VISSIM untuk menilai performa sistem lalu lintas di simpang tak bersinyal [13-14]. Bahkan, integrasi model *Surrogate Safety Assessment Model* (SSAM) ke dalam simulasi VISSIM menghasilkan pengurangan konflik lalu lintas hingga 46% pada simpang APILL di Kota Tegal [15].

Dalam konteks kawasan Balirejo, Kabupaten Tanah Laut—sebuah daerah urban berkembang dengan intensitas lalu lintas harian yang tinggi—pendekatan gabungan antara PKJI 2023 dan simulasi visual berbasis PTV VISSIM diyakini dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja simpang. Kajian ini menawarkan kontribusi orisinal melalui penerapan integrasi metodologis tersebut secara komprehensif pada simpang tak bersinyal di lingkungan non-metropolitan, suatu konteks yang relatif jarang menjadi fokus dalam literatur teknik transportasi Indonesia. Tujuan utama dari studi ini adalah untuk mengevaluasi kapasitas simpang, derajat kejenuhan (DJ), dan tingkat pelayanan (LOS), serta menghasilkan rekomendasi teknis berbasis data yang mendukung optimalisasi manajemen lalu lintas setempat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis kapasitas dan kinerja operasional simpang tak bersinyal di kawasan Balirejo. Sumber data terdiri atas dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua kategori, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari hasil observasi lapangan di simpang Balirejo. Data ini meliputi:

- Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) per lengan simpang,
- Komposisi jenis kendaraan (kendaraan ringan, berat, sepeda motor),
- Identifikasi jam puncak pagi dan sore,
- Kecepatan rata-rata kendaraan di setiap pendekat.

Seluruh data primer dikumpulkan melalui survei selama tiga hari kerja pada kondisi lalu lintas normal. Data ini menjadi dasar utama dalam perhitungan kapasitas simpang dan input untuk simulasi mikroskopik di perangkat lunak PTV VISSIM. Data sekunder mencakup informasi pendukung yang diperoleh dari instansi teknis dan dokumen resmi, seperti:

- Gambar dan peta lokasi simpang Balirejo,

- Dokumentasi geometri jalan dan fasilitas pendukung simpang,
- Referensi teknis dari *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023* yang digunakan sebagai acuan metodologis dalam perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan, dan tingkat pelayanan (LOS).

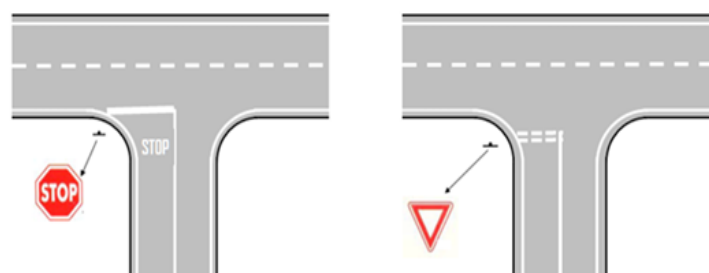
Karakteristik Simpang

Lokasi studi terletak di Simpang Balirejo, Kelurahan Angsau, Kabupaten Tanah Laut. Berdasarkan hasil survei lapangan dan klasifikasi dalam *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023*, simpang ini dikategorikan sebagai simpang tak bersinyal tipe T (simpang tiga) yang dilengkapi dengan bundaran kecil (mini roundabout) sebagai pengatur aliran lalu lintas pada titik konflik.

Simpang tersebut menghubungkan jalan dua arah tanpa median (2/2-TT) dan berada dalam kawasan perkotaan dengan hambatan samping sedang, ditandai dengan adanya aktivitas keluar-masuk kendaraan dari bangunan sekitar, parkir di badan jalan, serta keberadaan pejalan kaki. Lebar pendekat tiap lengan simpang tergolong cukup untuk mendukung dua lajur, dan simpang berada pada permukaan datar dengan sudut perpotongan mendekati 90° antar lengan.

Meskipun tidak dilengkapi sinyal lalu lintas, simpang ini memfasilitasi semua gerakan (belok kiri, lurus, belok kanan) tanpa pengaturan fase eksplisit. Rambu prioritas tersedia namun tidak selalu diikuti, terutama pada periode sibuk pagi dan sore hari. Oleh karena itu, keberadaan bundaran kecil di pusat simpang berfungsi sebagai pengendali pasif aliran kendaraan, sekaligus mereduksi kecepatan kendaraan yang memasuki simpang.

Gambaran visual kondisi geometrik simpang ditampilkan pada Gambar 1, yang menunjukkan bentuk simpang tiga tak bersinyal dengan bundaran pusat sebagai elemen pengatur arus. Konfigurasi ini menjadi dasar dalam pemodelan kapasitas dan simulasi mikroskopik menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Elemen-elemen fisik seperti lebar pendekat, radius bundaran, dan pola pergerakan kendaraan dimasukkan sebagai parameter input geometrik dan perilaku dalam perhitungan dan pemodelan kinerja simpang.



Gambar 1. Simpang Tiga Tak Bersinyal

Perhitungan Kapasitas

Perhitungan kapasitas simpang tak bersinyal dalam penelitian ini didasarkan pada pendekatan analitis dalam *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023*. Tujuannya adalah untuk menentukan besarnya kapasitas pendekat simpang (C), yaitu jumlah maksimum kendaraan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang dapat dilayani oleh simpang pada kondisi lalu lintas tertentu tanpa menimbulkan penurunan pelayanan secara signifikan. Menurut PKJI 2023, kapasitas aktual pendekat dihitung menggunakan model korektif multiplikatif terhadap kapasitas dasar. Persamaan yang digunakan dituliskan sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FLP \times FM \times FUK \times FHS \times FBKi \times FBKa \times FRMi \quad (1)$$

Dimana: C = kapasitas pendekat aktual (smp/jam), C_0 = kapasitas dasar simpang berdasarkan tipe simpang dan arus jenuh dasar, FLP = faktor lebar pendekat, FM = faktor median jalan mayor, FUK = faktor ukuran kota, FHS = faktor hambatan samping, $FBKi$ = faktor koreksi belok kiri, $FBKa$ = faktor koreksi belok kanan, dan $FRMi$ = faktor rasio arus minor terhadap total arus simpang.

Setelah kapasitas pendekat dihitung, nilai tersebut menjadi dasar dalam evaluasi derajat kejenuhan (DJ), yang digunakan untuk menilai efisiensi lalu lintas dan tingkat pelayanan pada simpang. Dengan mempertimbangkan semua faktor korektif tersebut, kapasitas yang diperoleh tidak hanya bersifat teoritis tetapi juga mencerminkan kondisi eksisting simpang secara kontekstual.

Derajat Kejenuhan dan Tingkat Pelayanan (LOS)

Derajat kejenuhan (DJ) merupakan parameter fundamental dalam mengevaluasi efisiensi operasional simpang, khususnya simpang tak bersinyal. Sesuai dengan PKJI 2023, DJ didefinisikan sebagai rasio antara arus lalu lintas aktual pada pendekat dengan kapasitas simpang yang tersedia. Nilai ini mencerminkan sejauh mana kapasitas simpang telah dimanfaatkan oleh kendaraan yang melintas. Perhitungan DJ dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$DJ = \frac{Q}{C} \quad (2)$$

Dimana: Q menyatakan arus lalu lintas aktual dalam satuan smp/jam, sedangkan C menunjukkan kapasitas efektif dari pendekat simpang, juga dalam satuan smp/jam.

Hasil perhitungan DJ kemudian digunakan untuk menentukan klasifikasi Tingkat Pelayanan (Level of Service / LOS). PKJI 2023 mengelompokkan LOS ke dalam enam tingkatan, dari A hingga F, dengan interpretasi yang menggambarkan kualitas kondisi lalu lintas. LOS A menunjukkan kondisi lalu lintas yang sangat lancar, sedangkan LOS F

mengindikasikan kondisi kemacetan atau kejenuhan. Klasifikasi lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Derajat Kejenuhan dan Klasifikasi Tingkat Pelayanan (LOS)

Nilai DJ	Interpretasi Kondisi Lalu Lintas	LOS
$DJ < 0,20$	Lalu lintas sangat lancar	A
$0,20 \leq DJ < 0,44$	Lalu lintas lancar	B
$0,44 \leq DJ < 0,77$	Lalu lintas cukup lancar	C
$0,77 \leq DJ < 0,93$	Lalu lintas agak padat	D
$0,93 \leq DJ < 1,00$	Lalu lintas padat, mendekati jenuh	E
$DJ \geq 1,00$	Lalu lintas macet atau jenuh	F

Nilai DJ yang mendekati atau melebihi 1,00 menandakan bahwa arus lalu lintas telah melebihi kapasitas simpang, yang secara operasional menuntut adanya perbaikan geometri, pengendalian arus, atau intervensi rekayasa lalu lintas lainnya. Sebaliknya, nilai DJ yang sangat rendah (kurang dari 0,20) menunjukkan kapasitas berlebih yang belum dimanfaatkan optimal. Dengan demikian, DJ dan LOS merupakan indikator kuantitatif yang penting dalam pengambilan keputusan teknis pada simpang perkotaan.

Kecepatan dan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas merupakan kecepatan yang dipilih pengemudi saat melaju tanpa hambatan dari kendaraan lain, dan digunakan untuk menilai karakteristik operasional dasar suatu ruas jalan. Dalam konteks PKJI 2023, kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada simpang dinyatakan melalui persamaan 3 berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFVSF \times FFVCS \quad (3)$$

Pada persamaan ini, FV adalah kecepatan arus bebas aktual kendaraan ringan (km/jam), FV_0 adalah kecepatan dasar pada kondisi ideal, dan FV_w adalah penyesuaian terhadap lebar jalan. Faktor $FFVSF$ memperhitungkan pengaruh hambatan samping dan lebar bahu, sedangkan $FFVCS$ adalah koreksi berdasarkan ukuran kota. Untuk menghitung kecepatan aktual kendaraan di lapangan, digunakan formula sederhana berdasarkan waktu tempuh:

$$U = \frac{x}{t} \quad (4)$$

dengan U sebagai kecepatan (km/jam), x jarak tempuh (km), dan t waktu tempuh dalam jam. Data ini dikumpulkan melalui survei pengamatan langsung menggunakan metode pelacakan kendaraan (floating car method) atau stopwatch, untuk memastikan kecepatan aktual yang terjadi pada ruas pendekat simpang sesuai dengan kondisi eksisting. Nilai FV dan U

kemudian digunakan dalam perhitungan lanjutan, seperti estimasi waktu tundaan, pengaruh kapasitas, dan kalibrasi model dalam simulasi mikroskopik PTV VISSIM.

Simulasi Menggunakan PTV VISSIM

Simulasi kondisi lalu lintas pada simpang Balirejo dilakukan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM, sebuah program pemodelan mikroskopik yang mampu merepresentasikan interaksi antar kendaraan secara individual dalam jaringan lalu lintas. Pemodelan ini digunakan untuk menggambarkan kinerja simpang secara visual dan kuantitatif berdasarkan data aktual hasil survei lapangan.

Input yang digunakan dalam simulasi meliputi geometri simpang (berbentuk simpang tiga dengan bundaran kecil di tengah), volume kendaraan pada masing-masing pendekatan, distribusi arah pergerakan (belok kiri, lurus, belok kanan), serta kecepatan rata-rata kendaraan. Seluruh parameter disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan, termasuk pola pergerakan lalu lintas selama jam puncak.

Proses simulasi dilakukan dengan mensetting alur kendaraan sesuai arah gerak dominan dan waktu siklus kendaraan di setiap pendekatan. Output utama yang dihasilkan dari simulasi ini meliputi tundaan rata-rata, panjang antrean, serta visualisasi kepadatan lalu lintas pada waktu tertentu. Hasil simulasi digunakan untuk mendukung analisis kinerja simpang dan membandingkan efektivitasnya dengan hasil perhitungan manual berdasarkan PKJI 2023. Simulasi ini juga dimanfaatkan untuk mengamati potensi kemacetan dan mengidentifikasi titik kritis pada pendekatan tertentu. Dengan demikian, PTV VISSIM tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu perhitungan, tetapi juga sebagai sarana untuk mengevaluasi kebutuhan rekayasa lalu lintas dan pengambilan keputusan teknis berbasis simulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Volume Lalu Lintas

Pengamatan volume lalu lintas di Simpang Tiga Balirejo dilakukan selama tiga hari yang merepresentasikan kondisi lalu lintas pada hari kerja dan akhir pekan, yakni hari Senin, Sabtu, dan Minggu. Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan dalam tiga periode waktu puncak, yaitu pukul 06.00–08.00 (pagi), 11.00–13.00 (siang), dan 16.00–18.00 (sore). Kendaraan dikategorikan ke dalam beberapa jenis, antara lain sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), dan kendaraan berat (HV), dengan satuan yang digunakan adalah mobil penumpang ekuivalen (smp/jam) berdasarkan konversi dari PKJI 2023.

Hari Senin (Hari Kerja)

Volume lalu lintas pada hari Senin tercantum dalam Tabel 2, yang menunjukkan bahwa total volume kendaraan mencapai 4.087 smp/jam. Jumlah tersebut merupakan yang tertinggi dibandingkan dua hari lainnya, yang menandakan bahwa intensitas lalu lintas pada hari kerja lebih padat. Sebagian besar arus berasal dari Jalan Datu Insyad dan Jalan KH. Mansyur, dengan dominasi pada gerakan belok kiri (LT) dan lurus (ST). Volume pergerakan kanan (RT) relatif rendah, hanya sebesar 16 smp/jam, menandakan arah belok kanan bukan jalur dominan di simpang ini.

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Hari Senin di Simpang Tiga Balirejo

Jalan	LT (smp/jam)			ST (smp/jam)			RT (smp/jam)			Total
	SM	MP	KS	SM	MP	KS	SM	MP	KS	
Jl. Balirejo	476	315	1	253	539	1	1	1	0	
Jl. Datu Insyad	613	1081	0	387	378	0	0	0	0	
Jl. KH. Mansyur	342	764	1	281	525	0	3	7	0	
Jumlah	1431	2160	3	921	1442	1	4	8	0	4087

Hari Sabtu (Akhir Pekan)

Kondisi lalu lintas pada hari Sabtu disajikan pada Tabel 3. Total volume kendaraan pada hari tersebut adalah 3.896 smp/jam, sedikit lebih rendah dibanding hari Senin. Distribusi arah pergerakan menunjukkan pola serupa dengan dominasi LT dan ST, sementara RT tetap rendah di sebagian besar pendekatan. Dibandingkan dengan hari kerja, volume kendaraan berat mulai muncul dalam jumlah terbatas, terutama pada ruas Jalan Balirejo.

Tabel 3. Volume Lalu Lintas Hari Sabtu di Simpang Tiga Balirejo

Jalan	LT (smp/jam)			ST (smp/jam)			RT (smp/jam)			Total
	SM	MP	KS	SM	MP	KS	SM	MP	KS	
Jl. Balirejo	583	393	7	784	535	5	2	3	0	
Jl. Datu Insyad	882	928	0	813	583	0	0	0	0	
Jl. KH. Mansyur	400	169	0	688	423	0	1	0	0	
Jumlah	1865	1490	7	2285	1541	5	3	3	0	3896

Hari Minggu (Akhir Pekan)

Tabel 4 menyajikan hasil survei volume kendaraan pada hari Minggu. Total arus lalu lintas mencapai 3.503 smp/jam, menjadikannya sebagai volume terendah dari seluruh hari yang diamati. Meskipun arus kendaraan menurun, pola pergerakan tetap konsisten, dengan LT dan ST mendominasi. Terdapat sedikit peningkatan arus RT, khususnya dari Jalan KH. Mansyur, yang menunjukkan variasi arah perjalanan masyarakat pada hari libur.

Tabel 4. Volume Lalu Lintas Hari Senin di Simpang Tiga Balirejo

Jalan	LT (smp/jam)			ST (smp/jam)			RT (smp/jam)			Total
	SM	MP	KS	SM	MP	KS	SM	MP	KS	
Jl. Balirejo	435	235	0	323	423	0	2	3	0	
Jl. Datu Insyad	376	927	0	395	0	0	4	1	0	
Jl. KH. Mansyur	368	1061	0	311	389	0	11	17	0	
Jumlah	1180	2223	0	1029	812	0	17	21	0	3503

Analisis Awal

Jika ditinjau secara keseluruhan, volume tertinggi tercatat pada hari kerja (Senin) sebesar 4.087 smp/jam, diikuti oleh hari Sabtu (3.896 smp/jam), dan hari Minggu (3.503 smp/jam). Pola pergerakan lalu lintas cenderung konsisten, dengan dominasi kendaraan sepeda motor dan mobil penumpang, serta manuver utama berupa belok kiri dan lurus. Temuan ini menunjukkan bahwa beban lalu lintas pada simpang cenderung tinggi selama hari kerja, dan mulai berkurang saat akhir pekan. Data ini menjadi dasar dalam perhitungan kapasitas simpang, analisis derajat kejenuhan, serta validasi melalui simulasi mikroskopik menggunakan PTV VISSIM.

Perhitungan Faktor Satuan Mobil Penumpang (PEK)

Untuk mengkonversi jumlah kendaraan aktual ke dalam satuan mobil penumpang (smp), digunakan pendekatan faktor ekivalensi kendaraan sebagaimana dijelaskan dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Faktor ini disebut sebagai Faktor Ekivalensi Mobil Penumpang (PEK), yang berfungsi untuk menyetarakan beban lalu lintas dari berbagai jenis kendaraan terhadap kendaraan ringan sebagai acuan dasar. Perhitungan PEK mengikuti rumus umum berikut:

$$PEK = \frac{KR + (KS \times EM_{KS}) + (SM \times EM_{SM})}{100} \tag{5}$$

Dimana: KR adalah jumlah kendaraan ringan, KS adalah jumlah kendaraan sedang, SM adalah jumlah sepeda motor, EM_{KS} dan EM_{SM} adalah faktor ekivalensi masing-masing jenis kendaraan terhadap mobil penumpang.

Berdasarkan data observasi dan ekivalensi dari PKJI, digunakan nilai $EM_{KS} = 1,3$ dan $EM_{SM} = 0,2$. Sebagai contoh, jika pada suatu ruas diperoleh jumlah kendaraan ringan sebanyak 666,5 kendaraan/jam, kendaraan sedang 13 kendaraan/jam, dan sepeda motor 1780 kendaraan/jam, maka perhitungannya adalah:

$$PEK = \frac{666,5 + (13 \times 1,3) + (1780 \times 0,2)}{100} = 77,70 \text{ smp/jam}$$

Nilai PEK ini kemudian digunakan untuk mengonversi seluruh volume lalu lintas ke satuan smp, sehingga dapat digunakan dalam perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan (DJ), serta dalam simulasi mikroskopik menggunakan perangkat lunak seperti PTV VISSIM. Pendekatan ini memastikan bahwa pengaruh jenis kendaraan terhadap kapasitas jalan dapat dipertimbangkan secara proporsional dan sesuai kondisi eksisting di lapangan.

Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) merupakan indikator kuantitatif yang digunakan untuk menggambarkan tingkat kepadatan kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan atau simpang dalam satu hari. LHR dihitung sebagai rata-rata volume kendaraan yang tercatat selama beberapa hari pengamatan, dan menjadi dasar penting dalam analisis kapasitas, perencanaan lalu lintas, serta evaluasi kinerja simpang.

Dalam penelitian ini, perhitungan LHR dilakukan dengan menjumlahkan total volume kendaraan pada hari Senin, Sabtu, dan Minggu, kemudian dibagi dengan jumlah hari pengamatan, yaitu tiga hari. Berdasarkan hasil survei lapangan, diperoleh volume kendaraan sebesar 4.087 smp/jam pada hari Senin, 3.896 smp/jam pada hari Sabtu, dan 3.503 smp/jam pada hari Minggu. Maka perhitungan LHR dirumuskan sebagai berikut:

$$LHR = \frac{\text{Volume Kendaraan}}{\text{Jumlah Hari Pengamatan}} \quad (6)$$
$$LHR = \frac{4087 + 3896 + 3503}{3} = 4062 \text{ smp/hari}$$

Nilai LHR sebesar 4.062 smp/hari tersebut mencerminkan beban lalu lintas rata-rata harian yang harus ditangani oleh simpang Balirejo. Angka ini menjadi acuan dalam perhitungan kapasitas jalan, derajat kejenuhan, dan analisis lebih lanjut terkait tingkat pelayanan lalu lintas di lokasi studi.

Kapasitas Pendekat Simpang

Evaluasi terhadap kapasitas simpang tak bersinyal merupakan langkah krusial dalam menilai efisiensi operasional suatu sistem jaringan jalan. Kapasitas pendekat simpang didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) yang dapat dilayani oleh suatu lengan simpang pada kondisi tertentu tanpa menyebabkan kemacetan yang tidak terkendali. Perhitungan ini mengacu pada formula yang ditetapkan dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023.

Kapasitas aktual setiap pendekat dihitung dengan mengalikan kapasitas dasar (C_0) dengan sejumlah faktor penyesuaian yang mencerminkan karakteristik geometrik dan operasional dari simpang seperti yang dirumuskan dalam persamaan 2. Berdasarkan parameter geometri simpang dan nilai koreksi yang diperoleh dari hasil survei lapangan, kapasitas untuk masing-masing pendekat dihitung dengan mengacu pada formula PKJI 2023. Perhitungan ini mempertimbangkan kapasitas dasar dan dikalibrasi dengan sejumlah faktor penyesuaian seperti lebar pendekat, median jalan, ukuran kota, hambatan samping, serta pengaruh manuver belok kiri dan kanan.

Pada pendekat Jalan KH. Mansyur, kapasitas dasar sebesar 2.700 smp/jam dikalikan dengan faktor koreksi berturut-turut: FLP (1,034), FM (1,000), FUK (0,880), FHS (0,940), FBKi (1,935), FBKa (1,090), dan FRMi (0,851). Hasil perhitungan kapasitas aktual sebagai berikut:

$$C = 2700 \times 1,034 \times 1,000 \times 0,880 \times 0,940 \times 1,935 \times 1,090 \times 0,851$$
$$C = 4.146 \text{ smp/jam}$$

Selanjutnya, pada pendekat Jalan Balirejo, kapasitas dasar digunakan sebesar 3.200 smp/jam. Setelah disesuaikan dengan parameter koreksi, yaitu FLP (0,911), FM (1,050), FUK (0,880), FHS (0,940), FBKi (1,935), FBKa (1,090), dan FRMi (0,851), diperoleh kapasitas efektif sebesar:

$$C = 3200 \times 0,911 \times 1,050 \times 0,880 \times 0,940 \times 1,935 \times 1,090 \times 0,851$$
$$C = 4.544 \text{ smp/jam}$$

Sementara itu, pendekat Jalan Datu Insyad menunjukkan nilai kapasitas tertinggi. Dengan kapasitas dasar sebesar 3.200 smp/jam dan faktor koreksi FLP (1,008), FM (1,200), FUK (0,880), FHS (0,940), FBKi (1,935), FBKa (1,090), dan FRMi (0,851), kapasitas aktual pendekat dihitung sebagai:

$$C = 3200 \times 1,008 \times 1,200 \times 0,880 \times 0,940 \times 1,935 \times 1,090 \times 0,851$$
$$C = 5.746 \text{ smp/jam}$$

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa variasi kapasitas pada masing-masing pendekat dipengaruhi secara signifikan oleh kombinasi faktor geometrik dan operasional, khususnya lebar pendekat dan keberadaan median jalan. Perbedaan ini penting untuk dianalisis lebih lanjut dalam konteks distribusi arus lalu lintas dan penentuan prioritas penanganan simpang. Kapasitas yang telah diperoleh menjadi parameter penting dalam perhitungan nilai derajat kejenuhan (DJ) dan digunakan untuk menetapkan tingkat pelayanan (Level of Service, LOS) yang menggambarkan kinerja lalu lintas pada simpang tersebut.

Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation - DJ)

Derajat kejenuhan (DJ) merupakan parameter kuantitatif yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat utilisasi kapasitas pada suatu simpang. Nilai ini diperoleh melalui perbandingan antara arus lalu lintas aktual dengan kapasitas maksimum yang dapat ditangani oleh simpang dalam satuan waktu tertentu. Dalam konteks evaluasi kinerja lalu lintas, DJ menjadi salah satu indikator utama untuk menilai apakah suatu pendekat simpang telah beroperasi dalam kondisi ideal, mendekati jenuh, atau bahkan telah mengalami overkapasitas. Formulasi dasar yang digunakan untuk menghitung nilai DJ mengacu pada persamaan 2.

Berdasarkan hasil survei lalu lintas dan analisis kapasitas masing-masing pendekat, diperoleh nilai DJ pada tiga hari pengamatan. Untuk hari Senin, volume lalu lintas yang melintasi pendekat Jalan KH. Mansyur mencapai 5.450 smp/jam, sedangkan kapasitas yang tersedia adalah 4.146 smp/jam. Maka, nilai DJ pada hari tersebut sebesar:

$$DJ = \frac{5.450}{4.146} = 1,31$$

Nilai ini menunjukkan bahwa simpang telah mengalami beban melebihi kapasitas, atau beroperasi dalam kondisi jenuh, dengan tingkat pelayanan (LOS) F. Pada hari Sabtu, diperoleh DJ sebesar:

$$DJ = \frac{4742}{4544} = 1,04$$

Nilai ini berada di atas ambang batas ideal ($DJ > 1,00$), menandakan kondisi lalu lintas padat dan cenderung tidak stabil. Sementara itu, pengamatan hari Minggu menunjukkan volume lalu lintas sebesar 3.503 smp/jam dengan kapasitas simpang 5.746 smp/jam, sehingga DJ-nya sebesar:

$$DJ = \frac{3.503}{5.746} = 0,61$$

Nilai ini mencerminkan kondisi lalu lintas yang relatif lancar dan masih dalam kapasitas yang dapat ditoleransi, dengan LOS pada tingkat C atau D, tergantung pada faktor penundaan lainnya.

Secara umum, simpang Balirejo menunjukkan variasi signifikan dalam tingkat kejenuhannya, tergantung pada hari dan volume lalu lintas. Temuan ini mengindikasikan bahwa pengelolaan simpang perlu mempertimbangkan strategi rekayasa lalu lintas yang adaptif, khususnya pada hari kerja, di mana beban lalu lintas secara konsisten melampaui kapasitas pendekat.

Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi kinerja simpang, terutama dalam konteks simpang tak bersinyal. Tundaan didefinisikan sebagai selisih waktu tempuh aktual yang dialami kendaraan dibandingkan dengan waktu tempuh ideal tanpa hambatan. Nilai tundaan mencerminkan tingkat efisiensi operasional simpang dan menjadi indikator utama dalam penentuan tingkat pelayanan (Level of Service/LOS).

Menurut pendekatan dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, tundaan pada simpang tak bersinyal terdiri dari dua komponen, yaitu tundaan akibat lalu lintas (TLL) dan tundaan geometrik (TG). Rumus yang digunakan untuk menghitung tundaan total adalah sebagai berikut:

$$T = TLL + TG \quad (7)$$

Dalam studi ini, hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai tundaan lalu lintas (TLL) sebesar 11 detik per kendaraan dan tundaan geometrik (TG) sebesar 5 detik per kendaraan. Dengan demikian, tundaan total rata-rata yang terjadi pada simpang Balirejo dihitung sebagai:

$$T = 11 + 5 = 16$$

Nilai tundaan ini mencerminkan kinerja simpang yang masih berada dalam batas toleransi, meskipun menunjukkan tanda-tanda penurunan efisiensi pada jam puncak. Menurut klasifikasi LOS dalam PKJI 2023, tundaan sebesar 16 detik per kendaraan dikategorikan dalam Level of Service (LOS) C, yang menandakan kondisi lalu lintas masih dapat diterima meskipun terjadi penurunan kecepatan dan peningkatan waktu tempuh.

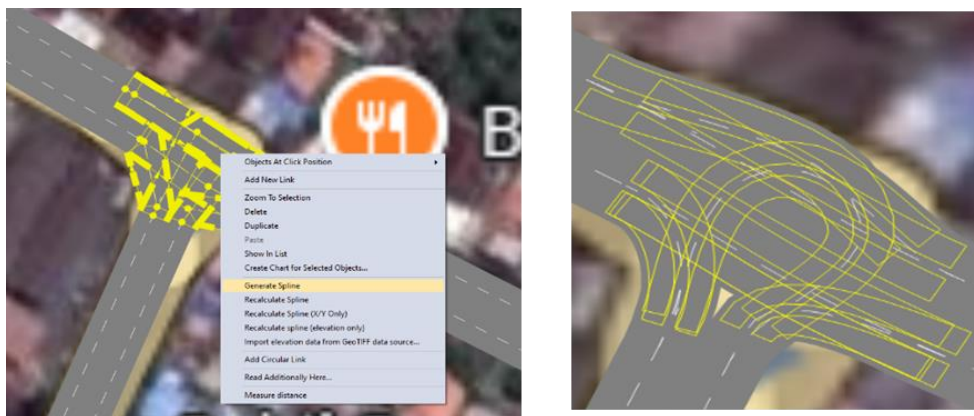
Hasil ini kemudian dibandingkan dengan simulasi mikroskopik menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM untuk validasi performa operasional simpang secara visual dan numerik. Simulasi menunjukkan bahwa rata-rata tundaan dari model virtual mencapai 19,68 detik per kendaraan, yang juga dikategorikan sebagai LOS C. Konsistensi antara hasil perhitungan manual dan simulasi mengindikasikan bahwa metode PKJI masih relevan dalam

merepresentasikan kondisi lalu lintas aktual, dan bahwa simpang Balirejo berada dalam kondisi operasional yang cukup stabil, terutama pada akhir pekan.

Simulasi PTV VISSIM

Simulasi mikroskopik merupakan pendekatan analitis yang digunakan untuk memodelkan perilaku lalu lintas secara mendetail berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Dalam penelitian ini, aplikasi PTV VISSIM dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk merepresentasikan dinamika pergerakan kendaraan pada simpang tak bersinyal Balirejo. Simulasi ini bertujuan untuk menguji akurasi hasil perhitungan manual yang diperoleh melalui metode PKJI 2023 serta memvisualisasikan kinerja operasional simpang dalam berbagai skenario waktu puncak.

Parameter masukan yang digunakan dalam model VISSIM mencakup data volume kendaraan berdasarkan hasil survei, distribusi arah gerakan (belok kiri, lurus, dan belok kanan), kecepatan rata-rata, serta geometri simpang yang telah dikalibrasi menyerupai kondisi eksisting. Proses pemodelan juga mencakup tahapan pembuatan jaringan jalan, pengaturan lintasan kendaraan (generate spline), serta konfigurasi area konflik antar gerakan lalu lintas, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Mengatur Generate Spline dan reduce speed



Gambar 4. Hasil Konflik Area

Hasil simulasi menunjukkan bahwa rata-rata tundaan kendaraan pada simpang Balirejo adalah sebesar 19,68 detik per mobil penumpang (smp). Berdasarkan klasifikasi tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) menurut PKJI, nilai tersebut berada dalam kategori LOS C, yang mengindikasikan kondisi lalu lintas masih tergolong stabil, meskipun terdapat penurunan efisiensi pada waktu puncak.

Apabila dibandingkan dengan hasil perhitungan manual menggunakan PKJI 2023 yang menunjukkan tundaan sebesar 16 detik/smp, maka perbedaan sebesar $\pm 3,68$ detik dapat dianggap wajar mengingat pendekatan simulatif memperhitungkan dinamika perilaku pengemudi secara lebih realistis dan acak. Kedekatan hasil antara metode manual dan simulasi memperkuat validitas model serta membuktikan bahwa simpang masih beroperasi dalam batas toleransi kinerja yang dapat diterima.

Dengan demikian, penggunaan VISSIM dalam studi ini tidak hanya memperkuat hasil analisis kuantitatif, tetapi juga memberikan gambaran visual yang komprehensif terkait distribusi beban lalu lintas, potensi kemacetan, dan efektivitas desain simpang. Model ini dapat dijadikan alat prediktif dalam merancang skenario rekayasa lalu lintas ke depan, termasuk optimalisasi fase, pengaturan ulang geometri, atau bahkan pertimbangan pemasangan sistem sinyal lalu lintas bila diperlukan. Simulasi VISSIM dapat diakses melalui tautan berikut: https://drive.google.com/drive/folders/1eaVEXyT-TT396_HuQAM0ZvEzxDG1XXkF?usp=drive_link.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil survei dan analisis menggunakan metode PKJI 2023 serta simulasi PTV VISSIM, diketahui bahwa Simpang Tak Bersinyal Balirejo menunjukkan performa lalu lintas yang kurang optimal pada hari kerja. Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Senin dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,31 (LOS F), yang menandakan kondisi jenuh dan potensi kemacetan. Sebaliknya, pada hari Minggu, simpang masih berada dalam kondisi terkendali dengan DJ sebesar 0,61 (LOS C).

Hasil perhitungan kapasitas menunjukkan bahwa pendekat Jalan Datu Insyad memiliki kapasitas tertinggi yaitu 5.746 smp/jam, diikuti Balirejo dan KH. Mansyur. Nilai tundaan yang diperoleh melalui pendekatan manual adalah 16 detik/smp, yang konsisten dengan simulasi VISSIM sebesar 19,68 detik/smp. Keselarasan hasil ini menunjukkan bahwa metode konvensional masih relevan dalam menggambarkan kinerja lalu lintas aktual, sementara simulasi memberikan gambaran yang lebih komprehensif untuk evaluasi operasional.

Sebagai rekomendasi, diperlukan strategi rekayasa lalu lintas seperti pelebaran pendekat dengan volume tinggi, pengelolaan prioritas gerakan kendaraan, dan pertimbangan pemasangan sinyal lalu lintas apabila volume terus meningkat. Pemanfaatan simulasi VISSIM disarankan untuk menguji berbagai skenario desain guna meningkatkan efisiensi dan keselamatan simpang secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Bina Marga. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum, 2014.
- [2] Hermawan, D., & Utami, D. D. (2021). “Perencanaan Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Terminal Ciledug Kabupaten Cirebon).” *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(05), 743–758.
- [3] Pranata, J., & Judiono (2024). “Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal dan Alternatif Penanganannya Studi Kasus: Simpang Tiga Kahuripan, Jalan Jati Raya Kabupaten Sidoarjo.” *PORTAL: Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 157–164. <http://dx.doi.org/10.30811/portal.v16i2.5555>
- [4] Hutahaean, A., & Lubis, K. (2025). Evaluasi Kapasitas Ruas Jalan Menggunakan Metode Mkji 1997 Dan PKJI 2023 Pada Jalan Kl. Yos Sudarso Kota Medan. *Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)*, 6(1), 507-514. <https://doi.org/10.54297/sciej.v6i1.1077>
- [5] Desanta, D. F. F. D., Sholichin, I., & Estikhamah, F. (2024). Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Menganti – Jalan Sepat – Jalan Wisma Lidah Kulon Kota Surabaya Menggunakan Metode PKJI 2023. *AGREGAT*, 9(2), 1109–1116. <https://doi.org/10.30651/ag.v9i2.23975>
- [6] Hawinuti, M. (2025). “Perbandingan Estimasi Kapasitas Simpang Tak Bersinyal antara MKJI dan PKJI.” *Jurnal Transportasi Wilayah*, 5(2), 77–86. <https://doi.org/10.20527/jtb.v14i01.298>
- [7] A. Kristan dan F. Hartanto, *Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PKJI 2023 dan Simulasi PTV VISSIM di Kota Semarang*, Skripsi, Universitas Katolik Soegijapranata, 2025. [Online]. Tersedia: <https://repository.unika.ac.id/37555/>
- [8] Nisa, M., Mukti, E. T., & Mayuni, S. (2024). “Performance Analysis and Alternative Treatments at the Intersection of Jl. Gusti Situt Mahmud-Parit Pangeran in Pontianak.” *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*, 24(3), 1339–59. <https://doi.org/10.26418/jts.v24i3.86346>

- [9] Ichwan, M., & Arifin, Z. N. (2024). “Analisa Kinerja Simpang 3 Tak Bersinyal Pada Simpang Jalan Wibawa Mukti – Jalan Villa Jatirasa Kota Bekasi.” *C-Line, Jurnal Teknik Sipil*, XI (2), 27–34.
- [10] Wicaksono, A. T., & Priyanto, S. (2018). *Optimasi Green Time Simpang Bersinyal dengan Menggunakan PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Way Halim, Bandar Lampung)*. Universitas Katolik Soegijapranata. Diakses dari <https://media.neliti.com/media/publications/262589-optimasi-green-time-simpang-bersinyal-de-1564d3d0.pdf>
- [11] Pangestu, H., Herianto, E., & Putra, R. D. (2025). *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PKJI 2023 dan Simulasi PTV VISSIM di Pulau Sebesi, Lampung*. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 20–27. Diakses dari <https://www.sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/1106>
- [12] Hidayat, A. S., Bumulo, N., & Nento, S. (2024). Tinjauan Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jl. AA Wahab, Jl. Sun Ismail, Dan Jl. Kh Hutu Badu Di Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Simetrik*, 14(1), 806-811.
- [13] Syaifullah, M., Kadir, Y., & Desei, F. L. (2024). Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 dan Software VISSIM. *Konstruksia*, 15(2), 147-163.
- [14] Setyawan, I. R. (2025). *Evaluasi Kinerja Simpang Empat Tilingsing Kudus Jawa Tengah Berdasarkan Pkji 2023 dan Pemodelan Vissim* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- [15] Arfian, S. A., Prasetyo, T. T., & Nariendra, P. W. (2024). Analisis Fase Dan Waktu Siklus Simpang Apill Dalam Upaya Peningkatan Keselamatan Lalu Lintas Menggunakan Simulasi PTV Vissim dan Software Surrogate Safety Assessment Model. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 11(2), 92-103.