

ANALISIS KINERJA LALU LINTAS SIMPANG TIGA BERSINYAL BERDASARKAN METODE PKJI 2023 (STUDI KASUS: SIMPANG TOBEK GODANG, KOTA PEKANBARU)

Muchammad Zaenal Muttaqin

Fakultas Teknik

Universitas Islam Riau

Jalan Kaharuddin Nasution 113

Pekanbaru

muchzaenalmuttaqin@eng.uir.ac.id

Wahyuda Ariandi

Fakultas Teknik

Universitas Islam Riau

Jalan Kaharuddin Nasution 113

Pekanbaru

Wahyuda.ariandi@gmail.com

Abstract

Tobek Godang Intersection in Pekanbaru is a signalized three-leg intersection located in a commercial zone with high traffic activity, especially during peak hours. This research aims to analyze the performance of the intersection using the 2023 Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI 2023), focusing on saturation degree and delay. Traffic volume, speed, and geometric data were collected through field surveys. The results showed that the degree of saturation exceeded the PKJI threshold ($D_j \leq 0.85$), with values of 1.04 for the north approach, 1.22 for the east approach, and 1.28 for the west approach. These indicate that the intersection operates under oversaturated conditions, contributing to severe traffic delays. The findings underscore the urgency of improving traffic flow through geometric reconfiguration or signal timing optimization to reduce congestion. This study supports local traffic management policies with empirical data on intersection performance.

Keywords: *signalized intersection, saturation degree, delay, PKJI 2023, traffic performance*

Abstrak

Simpang Tobek Godang di Kota Pekanbaru merupakan simpang tiga bersinyal yang berada di kawasan komersial dengan intensitas lalu lintas tinggi, khususnya pada jam sibuk. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja simpang berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, khususnya terhadap nilai derajat kejenuhan dan tundaan. Data volume lalu lintas, kecepatan, dan geometri dikumpulkan melalui survei lapangan. Hasil menunjukkan nilai derajat kejenuhan melampaui ambang batas PKJI ($D_j \leq 0,85$), yaitu 1,04 untuk pendekat utara, 1,22 untuk timur, dan 1,28 untuk barat. Kondisi ini menunjukkan simpang berada dalam keadaan jenuh, yang berkontribusi terhadap tundaan lalu lintas signifikan. Hasil penelitian merekomendasikan perlunya perbaikan tata guna simpang melalui rekayasa geometri atau pengaturan waktu sinyal guna mengurangi kemacetan. Kajian ini memberikan dasar empiris bagi pengambilan kebijakan manajemen lalu lintas perkotaan.

Kata-kata kunci: simpang bersinyal, derajat kejenuhan, tundaan, PKJI 2023, kinerja lalu lintas

PENDAHULUAN

Kota Pekanbaru merupakan ibu kota Provinsi Riau yang mengalami pertumbuhan pesat baik dari aspek demografi, ekonomi, maupun pembangunan infrastruktur. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Riau (2020), jumlah penduduk Pekanbaru mencapai 1.122.000 jiwa pada tahun 2020 dan terus mengalami pertumbuhan signifikan. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor di wilayah ini juga meningkat secara tajam. Data Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru (2023) menunjukkan bahwa pada tahun 2023 jumlah kendaraan bermotor tercatat sebanyak 1.077.000 unit,

meningkat menjadi 1.230.000 unit pada Mei 2025. Kenaikan sebesar 153.000 unit kendaraan dalam waktu kurang dari dua tahun memberikan tekanan besar terhadap kapasitas jaringan jalan kota.

Pertumbuhan kendaraan yang tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas dan kualitas infrastruktur transportasi menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan antara volume lalu lintas dan kemampuan jalan untuk melayani pergerakan (Simanjuntak et al., 2022; Ardiansyah et al., 2021). Hal ini mengakibatkan peningkatan kemacetan di berbagai titik strategis, terutama pada simpang-simpang jalan yang menjadi titik temu arus lalu lintas dari berbagai arah. Fenomena ini diperburuk oleh penurunan jumlah pejalan kaki dan belum optimalnya sistem transportasi umum, sehingga kendaraan pribadi menjadi moda utama masyarakat (Juliansyah dan Moetriono, 2021). Transportasi, yang merupakan aspek krusial dalam menunjang aktivitas masyarakat kota, menjadi sumber permasalahan ketika tidak ditunjang oleh sistem dan manajemen yang baik (Safri et al., 2021). Menurut Pratama et al. (2022), ketidakseimbangan antara pertumbuhan kendaraan dan kapasitas jalan merupakan penyebab utama kemacetan. Hal ini relevan dengan kondisi di Kota Pekanbaru yang mengalami kepadatan lalu lintas di ruas-ruas dan simpang-simpang utama, khususnya pada jam sibuk.

Simpang Tobek Godang merupakan simpang bersinyal tipe 322 dengan tiga pendekat utama yaitu Jalan SM Amin (dari utara) serta Jalan HR Soebrantas (dari timur dan barat). Berdasarkan klasifikasi jaringan jalan dalam Peraturan Daerah Kota Pekanbaru Nomor 7 Tahun 2020, ruas-ruas pada simpang ini termasuk dalam kategori Jalan Kolektor Primer II (JKP II), dengan kelas jalan I dan muatan sumbu terberat hingga 10 ton (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Kawasan sekitar simpang didominasi oleh aktivitas komersial seperti pertokoan, sekolah, pergudangan, serta area perkantoran yang memiliki akses langsung ke jalan. Hal ini menjadikan simpang Tobek Godang sebagai simpul pergerakan kendaraan yang signifikan, baik dari pusat kota maupun dari pinggiran Pekanbaru.

Pemilihan lokasi di simpang Tobek Godang didasarkan pada beberapa pertimbangan, yakni: intensitas lalu lintas yang tinggi sepanjang hari, karakteristik simpang yang kompleks karena dominasi aktivitas komersial dan pendidikan, serta seringnya terjadi kemacetan pada jam puncak. Selain itu, lokasi ini juga menjadi salah satu simpang utama di jaringan jalan kolektor primer yang menghubungkan pusat kota dan kawasan pinggiran Pekanbaru, menjadikannya representatif untuk dikaji sebagai studi kasus pengelolaan simpang perkotaan.

Karakteristik eksisting simpang menunjukkan bahwa volume lalu lintas yang melewati tiap pendekat sangat tinggi, khususnya pada jam puncak pagi dan sore. Berdasarkan survei lapangan dan studi sebelumnya, diketahui bahwa kemacetan sering terjadi pada ketiga lengan simpang akibat tingginya derajat kejenuhan (Dj), serta tundaan yang melebihi standar (Natasya et al., 2024). Keberadaan sekolah dan pertokoan menyebabkan lonjakan arus kendaraan pada waktu-waktu tertentu, yang mengindikasikan adanya potensi konflik lalu lintas yang tinggi jika tidak dikelola dengan baik.

Simpang bersinyal berfungsi sebagai alat pengendali arus lalu lintas melalui sistem pemberi isyarat (APILL), yang dirancang untuk meminimalkan konflik lalu lintas dan mengatur pergerakan kendaraan dari berbagai arah (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Namun, menurut Rizal et al. (2022), sistem APILL tidak akan bekerja optimal jika pengaturan sinyal tidak disesuaikan dengan kondisi eksisting lalu lintas atau jika volume kendaraan telah melampaui kapasitas simpang.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja lalu lintas di Simpang Tiga Tobek Godang Kota Pekanbaru berdasarkan pendekatan PKJI 2023. Penelitian berfokus pada pengukuran kecepatan kendaraan, volume lalu lintas, derajat kejenuhan, dan tundaan pada tiap pendekat. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan masukan teknis bagi Dinas Perhubungan maupun perencana lalu lintas dalam mengambil kebijakan peningkatan kinerja simpang, baik melalui rekayasa geometrik maupun pengaturan ulang fase sinyal lalu lintas.

Namun, kajian terdahulu yang menggunakan pendekatan PKJI 2014 dinilai belum mampu menggambarkan kompleksitas kondisi lalu lintas terkini pada simpang perkotaan, terutama dalam hal distribusi waktu hijau, pola manuver dominan, serta dinamika kepadatan lalu lintas. Selain itu, belum banyak studi yang mengkaji kinerja simpang bersinyal di Pekanbaru dengan pendekatan PKJI 2023, yang memiliki perbedaan signifikan dalam metode perhitungan kapasitas dan tundaan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut dengan memberikan analisis yang lebih mutakhir dan relevan terhadap kondisi eksisting simpang Tobek Godang menggunakan PKJI 2023.

Persimpangan merupakan salah satu komponen krusial dalam sistem jaringan jalan yang berfungsi sebagai titik temu atau simpul arus lalu lintas dari berbagai arah. Dalam konteks lalu lintas perkotaan, persimpangan menjadi titik kritis karena sebagian besar pengambilan keputusan arah (belok kiri, kanan, atau lurus) terjadi di lokasi ini. Menurut AASHTO (2001), persimpangan didefinisikan sebagai area umum tempat dua atau lebih jalan bertemu, termasuk fasilitas tepi jalan yang mendukung pergerakan lalu lintas di dalamnya. Persimpangan memiliki peran penting dalam menentukan kapasitas dan efisiensi jaringan jalan. Abubakar (1995) menyatakan bahwa persimpangan merupakan simpul jaringan jalan yang sangat menentukan waktu tempuh dan kapasitas sistem transportasi, khususnya di wilayah perkotaan. Persimpangan menjadi lokasi dengan potensi konflik lalu lintas tinggi akibat pergerakan kendaraan dari berbagai arah yang berbagi ruang pada waktu yang sama. Terdapat tiga jenis titik konflik utama di simpang: crossing (bersilangan), merging (bergabung), dan diverging (berpencar). Jumlah dan jenis konflik bergantung pada jumlah lengan, arah pergerakan, dan pengaturan fase sinyal (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

Menurut Atisusanti (2009), pengendalian simpang harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti volume lalu lintas, kapasitas, desain geometrik, jarak pandang, keselamatan, dan akses terhadap aktivitas sekitar. Sementara itu, Abubakar (1995) menekankan bahwa tujuan utama pengendalian simpang adalah untuk mengurangi titik konflik dan memastikan operasi simpang mendekati kapasitas optimal dengan petunjuk pergerakan yang jelas dan sederhana.

Kinerja simpang bersinyal diukur berdasarkan indikator teknis seperti arus jenuh, derajat kejenuhan (D_j), kapasitas pendekat, dan tundaan. Menurut PKJI 2023, kapasitas simpang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, geometrik, parkir, arus belok, dan waktu hijau. Derajat kejenuhan digunakan untuk menilai apakah arus lalu lintas telah melampaui kapasitas pendekat. Jika nilai $D_j > 0,85$, maka simpang dinilai bekerja dalam kondisi jenuh, yang berpotensi menimbulkan kemacetan. Kinerja simpang juga berkaitan erat dengan konsep delay, yaitu waktu tundaan kendaraan karena harus berhenti atau melambat saat mendekati simpang. Semakin besar volume dan arus konflik, semakin tinggi nilai tundaan yang terjadi. Berdasarkan indikator kinerja simpang yang telah dijelaskan, pendekatan evaluasi dalam penelitian ini akan mengikuti metodologi PKJI 2023. Dengan mengukur arus jenuh, kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan pada masing-masing pendekat, analisis ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif terhadap efisiensi operasional simpang. Pendekatan ini dipilih karena mencerminkan parameter teknis yang lebih sesuai dengan kondisi lalu lintas perkotaan saat ini, khususnya pada simpang bersinyal dengan konfigurasi kompleks seperti Tobek Godang. Metode pengumpulan data, perhitungan kapasitas, dan evaluasi kinerja akan dijelaskan pada bagian metode penelitian berikutnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Simpang Tiga Bersinyal Tobek Godang, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru. Simpang ini merupakan simpang tipe 322 dengan tiga pendekat utama, yaitu:

1. Pendekat Utara: Jalan SM Amin
2. Pendekat Timur: Jalan HR Soebrantas
3. Pendekat Barat: Jalan HR Soebrantas

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Pekanbaru Nomor 7 Tahun 2020, jalan-jalan tersebut diklasifikasikan sebagai Jalan Kolektor Primer (JKP-2) dan merupakan bagian dari jaringan jalan provinsi dengan fungsi penghubung antara kawasan pinggiran dan pusat kota. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

[illegible]

Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pekanbaru Nomor 7 Tahun 2013 yang berbatasan dengan Jalan HR. Soerbrantas dan Jalan S.M.Amin adalah Kolektor sekunder yang menghubungkan jaringan jalan Provinsi. Data primer dan sekunder adalah data yang digunakan dalam pengumpulan informasi pada penelitian ini. Untuk data primer dilakukan survei langsung di lapangan selama satu minggu dari bulan Januari 2024 dengan memperoleh data geometri jalan, volume lalu lintas pada pagi (6.00-09.00 WIB), sesi siang (11.00-14.00 WIB), sesi sore (15.00-18.00 WIB), dan sesi malam (19.00-22.00 WIB). Sedangkan data sekunder adalah data penduduk dan penggunaan lahan.

$$J = J_0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times FBK_i \times FBK_a \quad (1)$$

FBKa = faktor koreksi J0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan.

Penentuan nilai dari arus jenuh dasar menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif (Le). Arus jenuh dasar pada Simpang APILL dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$J_0 = 600 \times L_e \quad (2)$$

Le merupakan lebar efektif dari setiap pendekat yang ada.

Selanjutnya, dilakukan analisis terkait dengan kapasitas. Kapasitas simpang bersinyal merupakan kemampuan suatu persimpangan untuk menampung jumlah maksimum arus lalu lintas dalam satu satuan waktu. Kapasitas dapat dihitung dengan Persamaan (3).

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (3)$$

dengan:

C = kapasitas Simpang APILL (SMP/jam),

J = arus jenuh (SMP/jam),

W_H = total waktu hijau dalam satu siklus (detik), dan

s = waktu siklus (detik).

Analisis kapasitas kinerja simpang bersinyal memperhitungkan pengaruh kondisi arus lalu lintas, geometri, dan lingkungan, didasarkan atas data empiris. Dalam menganalisa kinerja lalu lintas simpang bersinyal, di dalam PKJI 2023 menggunakan derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan (DJ) yaitu rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan dinyatakan dalam Persamaan (4).

$$D_J = \frac{q}{c} \quad (4)$$

dengan:

D_J = derajat kejenuhan,

C = kapasitas segmen jalan (SMP/jam), dan

q = volume lalu lintas (SMP/jam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja Simpang Tiga Bersinyal Tobek Godang di Kota Pekanbaru berdasarkan pendekatan kuantitatif yang mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Evaluasi dilakukan melalui survei lapangan yang mencatat volume kendaraan berdasarkan pendekat dan jenis manuver selama periode puncak sore hari. Data yang dikumpulkan diolah menjadi satuan mobil penumpang (smp) untuk memperoleh gambaran yang lebih objektif mengenai kapasitas dan tingkat pelayanan simpang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa persimpangan ini memiliki konfigurasi 3 pendekat dengan jumlah lajur sebagai berikut.

1. Pendekat Utara (Jalan SM Amin): 2 lajur masuk, 1 lajur keluar.

2. Pendekat Timur (Jalan HR Soebrantas): 3 lajur masuk, 1 lajur keluar.
3. Pendekat Barat (Jalan HR Soebrantas): 2 lajur masuk, 2 lajur keluar.

Lebar efektif lajur berkisar antara 3,2–3,5 meter. Tidak tersedia lajur eksklusif untuk belok kanan maupun kiri. Median jalan hanya tersedia pada pendekat Timur dan Barat. Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa arus kendaraan sangat padat, khususnya pada pendekat dari arah Timur dan Barat. Volume lalu lintas tertinggi ditemukan pada pendekat Timur yang mencapai 2.245 smp/jam, disusul pendekat Barat sebesar 2.134 smp/jam, dan pendekat Utara sebesar 1.740 smp/jam. Pola manuver kendaraan menunjukkan dominasi pada pergerakan lurus dan belok kanan yang menyebabkan beban lalu lintas signifikan pada ruang simpang. Lokasi dan fungsi kawasan sekitar sebagai pusat aktivitas komersial dan pendidikan semakin memperberat kondisi lalu lintas di simpang ini, khususnya pada jam-jam sibuk. Rincian distribusi volume kendaraan dan manuver dari masing-masing pendekat tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1 Volume lalu lintas berdasar arah lalu lintas

Pendekat	Arah	Smp/Jam
Utara	Belok Kiri	378,50
	Lurus	0
	Belok Kanan	457,60
	Total	836,10
Timur	Belok Kiri	0
	Lurus	339
	Belok Kanan	512,35
	Total	851,35
Barat	Belok Kiri	331,05
	Lurus	494,90
	Belok Kanan	0
	Total	825,95

Berdasarkan konfigurasi sinyal yang ada, panjang siklus sinyal pada simpang ini adalah 120 detik, yang terbagi dalam tiga fase. Waktu hijau efektif untuk masing-masing pendekat berbeda-beda, tergantung pada distribusi waktu sinyal dan waktu hilang. Pendekat Timur memperoleh alokasi waktu hijau efektif selama 45 detik, pendekat Barat 20 detik, dan pendekat Utara 28 detik. Ketimpangan dalam alokasi ini menyebabkan ketidakseimbangan antara volume kendaraan dengan kapasitas pelepasan kendaraan tiap pendekat. Terutama pada pendekat Barat, alokasi waktu hijau yang minim berkontribusi terhadap peningkatan akumulasi antrian kendaraan yang tidak sempat terurai dalam satu siklus sinyal. Rincian waktu hijau efektif tiap pendekat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Waktu hijau efektif

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Waktu Hijau
Utara	109	29
Timut	109	29
Barat	109	33

Selanjutnya, perhitungan kapasitas efektif dilakukan dengan mempertimbangkan volume jenuh per pendekat serta alokasi waktu hijau relatif terhadap total siklus. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas efektif tidak cukup untuk melayani volume kendaraan aktual, terutama pada pendekat dengan volume tinggi dan waktu hijau pendek. Analisis derajat kejenuhan (Dj) menunjukkan bahwa seluruh pendekat telah melampaui nilai ambang batas maksimum 0,85 yang ditetapkan dalam PKJI 2023. Pendekat Barat memiliki Dj sebesar 1,28, pendekat Timur sebesar 1,22, dan pendekat Utara sebesar 1,04. Ini menandakan bahwa ketiga pendekat telah memasuki kondisi jenuh hingga sangat jenuh, yang berarti arus kendaraan melebihi kapasitas layanan pada saat waktu puncak. Data perhitungan kapasitas dan nilai derajat kejenuhan tersaji dalam Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3 Kapasitas dan derajat jenuh

Pendekat	Kapasitas (Smp/Jam)	Derajat Kejenuhan
Utara	801,4	1,04
Timur	697,9	1,22
Barat	646,0	1,28

Selain kapasitas, aspek penting lain dalam analisis kinerja simpang adalah tundaan rata-rata per kendaraan. Tundaan dihitung berdasarkan rumus empiris yang memperhitungkan tundaan akibat siklus sinyal dan tundaan akibat antrian. Nilai tertinggi ditemukan pada pendekat Barat sebesar 147,89 detik/smp, diikuti oleh pendekat Timur sebesar 123,33 detik/smp, dan pendekat Utara sebesar 75,08 detik/smp. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa simpang berada pada tingkat pelayanan (LOS) F untuk pendekat Barat dan Timur, dan E untuk pendekat Utara. Hal ini menandakan kemacetan yang sangat tinggi, ketidakstabilan arus, serta antrian kendaraan yang panjang. Dengan tundaan di atas 120 detik/smp, kendaraan yang datang tidak dapat segera melewati simpang dalam satu siklus sinyal, sehingga menimbulkan arus sisa yang terus bertambah pada siklus-siklus berikutnya. Rincian tundaan per pendekat dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut,

Tabel 4 Tundaan tiap pendekat

Pendekat	Tundaan Simpang (detik)
Utara	75,08
Timut	123,33
Barat	147,89

Hasil evaluasi terhadap Simpang Tiga Bersinyal Tobek Godang menunjukkan bahwa kondisi eksisting simpang berada dalam tingkat pelayanan yang rendah, dengan derajat kejenuhan (Dj) yang melebihi ambang batas ketentuan PKJI 2023. Ketiga pendekat yang

dianalisis, yakni dari arah utara, timur, dan barat, secara konsisten menunjukkan nilai D_j di atas 1,00. Hal ini menandakan bahwa volume lalu lintas yang masuk jauh melampaui kapasitas pelayanan simpang, sehingga menghasilkan kondisi lalu lintas yang jenuh hingga sangat jenuh, khususnya pada saat jam puncak. Dampak dari kondisi ini tercermin pada nilai tundaan kendaraan yang signifikan, terutama pada pendekat timur dan barat, masing-masing sebesar 123,33 detik/smp dan 147,89 detik/smp, yang masuk dalam kategori tingkat pelayanan F sesuai kriteria PKJI 2023. Sedangkan pendekat utara menunjukkan nilai tundaan sebesar 75,08 detik/smp dengan tingkat pelayanan E, yang tetap menunjukkan kondisi lalu lintas yang tidak stabil dan menyebabkan akumulasi antrean kendaraan.

Kontribusi terhadap tingginya tingkat kejenuhan dan tundaan dapat ditelusuri melalui ketidakseimbangan alokasi waktu hijau antar fase sinyal. Pendekat dengan volume lalu lintas tinggi, seperti dari arah timur, hanya memperoleh waktu hijau selama 45 detik dari siklus 120 detik, sementara pendekat barat memperoleh waktu lebih singkat, yakni 20 detik. Distribusi waktu ini tidak berbanding lurus dengan volume lalu lintas aktual yang tercatat dalam survei, sehingga mengakibatkan penumpukan kendaraan pada pendekat dengan beban lebih tinggi. Selain distribusi waktu hijau yang tidak optimal, karakteristik geometrik simpang juga turut memengaruhi kinerja simpang secara keseluruhan.

Perbandingan dengan studi sebelumnya menguatkan bahwa kinerja simpang Tobek Godang memang memerlukan perhatian khusus. Penelitian yang dilakukan oleh Natasya et al. (2024) menunjukkan pola serupa, dengan dominasi manuver belok kanan dan tundaan tinggi akibat tidak tersedianya manajemen simpang berbasis adaptif. Akan tetapi, studi ini memberikan kontribusi tambahan berupa pengukuran rinci terhadap aspek geometrik, waktu sinyal (termasuk waktu kuning dan all-red), serta perhitungan berbasis PKJI 2023 yang lebih mutakhir dibanding pedoman sebelumnya. Hal ini memberikan nilai lebih dalam validitas teknis hasil perhitungan, karena pendekatan PKJI 2023 telah disesuaikan dengan kondisi lalu lintas perkotaan yang semakin kompleks dan dinamis.

Secara konseptual, simpang bersinyal dirancang untuk mengendalikan konflik arus lalu lintas dan memfasilitasi pergerakan secara bergantian. Namun, seperti dikemukakan oleh Majstorović et al. (2023), sinyal lalu lintas dengan waktu tetap (*fixed-time signal control*) memiliki keterbatasan karena tidak mampu menangani fluktuasi volume lalu lintas harian secara efektif. Dalam konteks simpang Tobek Godang, keberadaan sekolah, pusat perbelanjaan, dan aktivitas perkantoran yang terletak dalam radius kurang dari 200 meter dari titik simpang turut menyebabkan lonjakan lalu lintas pada waktu-waktu tertentu. Arus puncak yang bersifat temporal ini menimbulkan kejenuhan mendadak yang tidak dapat diakomodasi dengan baik oleh sistem sinyal statis, sehingga dibutuhkan evaluasi menyeluruh terhadap konfigurasi fase sinyal dan struktur simpang.

Sebagai bentuk intervensi teknis, diperlukan redistribusi alokasi waktu hijau berdasarkan volume aktual kendaraan pada setiap pendekat. Pendekat dengan volume tinggi seharusnya memperoleh waktu hijau yang lebih besar untuk mengurangi antrean dan menghindari pembentukan arus sisa. Selain itu, rekayasa geometri simpang dapat dilakukan melalui pelebaran lajur pendekat, penambahan jalur eksklusif untuk belok kanan dan kiri,

serta pemasangan median yang dapat mengarahkan arus kendaraan secara lebih efisien. Penggunaan sistem sinyal adaptif berbasis sensor lalu lintas juga merupakan solusi jangka menengah yang dapat diterapkan, mengingat potensi peningkatan efisiensi yang cukup besar dari pengaturan waktu sinyal yang responsif terhadap kondisi lalu lintas real-time.

Untuk menunjang usulan perbaikan tersebut, simulasi mikroskopis menggunakan perangkat lunak seperti PTV VISSIM dapat dilakukan guna menguji berbagai skenario rekayasa lalu lintas. Simulasi ini tidak hanya memberikan gambaran kuantitatif terhadap penurunan tundaan dan peningkatan kapasitas, tetapi juga memungkinkan perencana lalu lintas untuk memvisualisasikan dampak perubahan terhadap perilaku pengemudi dan distribusi arus. Studi oleh Qiao et al. (2023) mengatakan bahwa *modelling* dan *simulation* merupakan metode penting untuk merepresentasikan kompleksitas sistem lalu lintas perkotaan, termasuk konflik kendaraan, signal timing, serta menguji opsi perencanaan secara fleksibel berbasis data. Oleh karena itu, implementasi pendekatan berbasis data dan simulasi menjadi keharusan dalam penyusunan kebijakan perbaikan simpang, terutama pada kota-kota dengan pertumbuhan kendaraan yang cepat seperti Pekanbaru.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Simpang Tiga Bersinyal Tobek Godang di Kota Pekanbaru berada dalam kondisi jenuh dengan nilai derajat kejenuhan (D_j) seluruh pendekat melebihi ambang batas yang ditetapkan PKJI 2023 ($D_j > 0,85$), dan tundaan tertinggi tercatat pada pendekat barat sebesar 147,89 detik/SMP. Kondisi ini menandakan bahwa kapasitas simpang tidak lagi mampu menampung volume lalu lintas eksisting, terutama pada jam puncak. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan volume lalu lintas akibat fungsi kawasan komersial yang dominan menjadi faktor utama menurunnya kinerja simpang. Implikasi teknis yang dapat diusulkan adalah evaluasi ulang terhadap pembagian fase sinyal dan pertimbangan rekayasa geometri simpang untuk mengurangi konflik. Keterbatasan studi ini terletak pada cakupan data yang terbatas secara waktu dan belum mempertimbangkan karakteristik kendaraan besar secara spesifik. Studi lanjutan disarankan menggunakan pendekatan mikrosimulasi untuk mengevaluasi efektivitas alternatif perbaikan kinerja simpang secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru atas dukungan data lalu lintas dan fasilitas survei lapangan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh tim survei lapangan atas kontribusinya dalam pengumpulan dan pengolahan data. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan akademik yang dilakukan dalam lingkup Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, I. 1995. *Manajemen lalu lintas*. Jakarta: Erlangga.
- Abubakar, I., Das, A. M., dan Setiawan, A. 1995. *Dasar-Dasar Teknik Lalu Lintas*. Jakarta: UI Press.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. 2001. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DC.
- Ardiansyah, A., Das, A. M., dan Setiawan, A. 2021. *Evaluasi Simpang Tiga pada Jalan Jendral Sudirman Kuala Tungkal*. Jurnal Talenta Sipil, 4 (2): 99-105.
- Atisusanti. 2009. *Evaluasi Kinerja Kapasitas Simpang Bersinyal* (Tugas Akhir). Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2020. *Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Riau, 2020*. Pekanbaru.
- Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru. 2023. *Laporan Tahunan Manajemen Lalu Lintas Kota Pekanbaru*. Pekanbaru: Dishub Pekanbaru.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2021. *Pedoman Desain Geometrik Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2021. *Spesifikasi Umum untuk Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Juliansyah, D. A. dan Moetriono, H. 2021. *Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Kota Surabaya)*. Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 1 (2): 154–169.
- Kota Pekanbaru. 2020. *Peraturan Daerah Nomor 7 Tahun 2020 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pekanbaru*. Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Majstorović, Ž., Tišljarić, L., Ivanjko, E., dan Carić, T. 2023. *Urban Traffic Signal Control Under Mixed Traffic Flows: Literature Review*. Applied Sciences, 13 (7): 4484.
- Natasya, Riani, D., dan Silitonga, S. P. 2024. *Evaluasi kinerja APILL di Simpang Empat Bundaran Burung Kota Palangka Raya*. Jurnal Talenta Sipil, 7 (2): 670–677.
- Pratama, A. S., Hermawanto, T., dan Astuti, R. 2022. *Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal pada Persimpangan Jalan Tanjung – Jalan Aryo Blitar – Jalan Bengawan Solo*. Journal of Science Nusantara, 2 (4): 156–167.
- Qiao, F., Liu, T., Sun, H., Guo, L., dan Chen, Y. 2021. *Modelling and Simulation of Urban Traffic Systems: Present and Future*. International Journal of Cybernetics and Cyber-Physical Systems, 1 (1): 1–32.
- Rizal, R. S., Wiyono, E., dan Danisworo, R. 2022. *Analisis Kinerja Simpang Berdasarkan PKJI 2014 dan Software PTV Vistro*. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, 8 (2): 355-362.
- Safri, A., Das, A. M., dan Dony, W. 2021. *Evaluasi Simpang Empat Bersinyal Jalan Kolonel Polisi M Taher Kota Jambi*. Jurnal Talenta Sipil, 4 (2): 94-98.

Simanjuntak, J. O., Simanjuntak, N. I., dan Harefa, O. I. 2022. *Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal*. Jurnal Teknik Sipil, 1 (2): 24–37.