

## **Penggunaan MKJI 1997 dalam Rekomendasi Kebijakan Pengaturan Sinyal Lalu Lintas di Pekanbaru (Studi Kasus : Simpang Parit Indah)**

Muchammad Zaenal Muttaqin<sup>1</sup>

Attila Zalfa Zutia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau  
muchzaenalmuttaqin@eng.uir.ac.id

*Received: 10/05/2025; Revised: 11/06/2025; Accepted: 25/06/2025; Published: 30/06/2025*

### **ABSTRACT**

*The signaled intersection of Jalan Parit Indah in Pekanbaru City is one of the significant congestion points due to the high volume of vehicles and the suboptimal timing of signals. This study aims to evaluate the performance of the intersection based on the Indonesian Road Capacity Manual 1997 (MKJI) method and to prepare recommendations for more effective signal timing. The research was conducted for three days during the peak hours of morning, noon, and evening, with the collection of primary data in the form of vehicle volume, speed, and intersection geometry. The data were analyzed using the 1997 MKJI approach to calculate the saturation current, degree of saturation, queue length, and delay in existing conditions and after alternative signal settings were applied. The results showed that in the existing conditions, the intersection operated at a Level of Service (LOS) F (the worst service level), with high queue lengths and delays. After modifying the signal time based on the MKJI method, there was a decrease in the average queue length by 20 meters and an improvement in traffic delays. This study provides evidence that signal time optimization based on MKJI 1997 can serve as a basis for formulating technical policies for urban traffic regulation, with its recommendations expected to be a direct input for the Pekanbaru City Transportation Agency in improving the efficiency of signaled intersections*

*Key words : MKJI 1997, signal regulation, signalling intersections, traffic performance, transportation policy*

### **ABSTRAK**

Simpang bersinyal Jalan Parit Indah di Kota Pekanbaru merupakan salah satu titik kemacetan utama akibat tingginya volume kendaraan dan pengaturan waktu sinyal yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 serta menyusun rekomendasi pengaturan waktu sinyal yang lebih efisien. Data primer berupa volume kendaraan, kecepatan, dan geometri simpang dikumpulkan selama tiga hari pada jam sibuk pagi, siang, dan sore. Analisis dilakukan dengan menghitung arus jenuh, derajat kejenuhan (DS), panjang antrian, dan tundaan menggunakan rumus MKJI 1997. Hasil menunjukkan bahwa kondisi eksisting berada pada tingkat pelayanan terendah, yaitu Level Of Service (LOS) F, dengan antrian panjang dan tundaan tinggi. Setelah dilakukan penyesuaian waktu sinyal berdasarkan distribusi arus lalu lintas aktual, panjang antrian berkurang sekitar 20 meter dan tingkat pelayanan meningkat lebih baik, yakni menjadi LOS C hingga D. Kajian ini menunjukkan bahwa MKJI 1997 masih relevan sebagai metode dasar analisis teknis dan dapat diintegrasikan dengan rekomendasi kebijakan lokal berbasis data. Temuan ini diharapkan menjadi acuan bagi Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru serta berpotensi diterapkan di kota-kota lain dengan karakteristik lalu lintas serupa.

Kata Kunci : kebijakan transportasi, kinerja lalu lintas, MKJI 1997, pengaturan sinyal, simpang bersinyal

### **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan kota-kota besar di Indonesia memicu peningkatan

volume kendaraan dan kompleksitas pergerakan lalu lintas, khususnya di kawasan simpang bersinyal yang

menjadi titik temu arus kendaraan dari berbagai arah. Ketidakseimbangan antara kapasitas simpang dengan volume kendaraan yang tinggi menyebabkan antrian panjang, tundaan signifikan, dan penurunan tingkat pelayanan lalu lintas (Hasibuan & Muttaqin, 2021). Fenomena ini umum terjadi di kota-kota berkembang yang mengalami urbanisasi pesat namun terbatas dalam pengembangan infrastruktur fisik secara simultan (Ghaderi, 2021b).

Data publikasi Kota Pekanbaru dalam Angka 2022 menunjukkan peningkatan tren jumlah kendaraan bermotor di Pekanbaru, mencerminkan lonjakan signifikan seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi kota dalam beberapa tahun terakhir (Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru, 2023). Salah satu simpang kritis yang terdampak oleh kepadatan lalu lintas tinggi adalah simpang bersinyal Jalan Parit Indah. Salah satu penyebab dominan adalah pengaturan waktu sinyal yang belum menyesuaikan dengan distribusi arus aktual kendaraan. Studi oleh (Firdausi et al., 2022) menunjukkan bahwa optimasi durasi sinyal berdasarkan distribusi lalu lintas aktual secara signifikan meningkatkan *Level of Service* (LOS) dari kategori terburuk, yakni F menjadi C, serta menurunkan panjang antrean dan tundaan pada simpang bersinyal di kawasan perkotaan.

Penilaian kinerja simpang bersinyal di Indonesia umumnya mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Evaluasi kinerja simpang bersinyal menggunakan MKJI 1997 dan simulasi mikroskopik menunjukkan peningkatan *Level of Service* (LOS) dari kategori D ke C melalui intervensi sinyal adaptif yang

mengurangi rasio *Volume-per-Capacity* (V/C) secara signifikan (Sandhyavitri et al., 2021). Namun demikian, validitas MKJI 1997 perlu terus diuji, terutama jika dibandingkan dengan pendekatan internasional yang lebih mutakhir seperti *Highway Capacity Manual (HCM) 6th Edition*, yang telah mengakomodasi dinamika lalu lintas urban, waktu hilang (*lost time*), dan kompleksitas adaptasi waktu sinyal terhadap perilaku pengemudi heterogen.

Di samping itu, pendekatan baru dalam pengelolaan simpang bersinyal pada lalu lintas campuran juga telah dikembangkan di berbagai negara berkembang, seperti India dan Tiongkok, yang menunjukkan bahwa faktor heterogenitas lalu lintas memerlukan model simulasi dan optimasi waktu sinyal yang lebih responsif (S. Rao & Mathew, 2023). Oleh karena itu, penggunaan MKJI 1997 dalam konteks lalu lintas Indonesia tetap perlu dikaji ulang, terutama melalui integrasi dengan pendekatan berbasis data aktual.

Kebaruan dalam penelitian ini tidak hanya terletak pada lokus studi di Pekanbaru—yang masih minim eksplorasi akademik—tetapi juga pada upaya mengintegrasikan hasil evaluasi teknis menggunakan MKJI 1997 dengan formulasi kebijakan lalu lintas lokal. Studi oleh (Sandhyavitri et al., 2021) di Kota Medan menunjukkan bahwa penyesuaian waktu sinyal berbasis MKJI dapat menurunkan tundaan hingga 25%. Hasil evaluasi kinerja simpang bersinyal menggunakan MKJI 1997, PKJI 2023, dan simulasi PTV VISSIM menunjukkan bahwa penyesuaian durasi siklus sinyal terutama reset *cycle time* berdasarkan data lapangan dapat mengurangi panjang antrian dan

*delay* secara signifikan di simpang utama (Putriningtiazti et al., 2024). Sementara itu, (Pratama, 2016) menekankan bahwa optimalisasi sinyal tidak hanya berdampak pada efisiensi lalu lintas tetapi juga mampu mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi kendaraan. Namun, studi-studi tersebut umumnya hanya menyajikan hasil teknis tanpa menjabarkan keterkaitannya dengan kebijakan transportasi lokal.

Sebaliknya, penelitian ini bertujuan untuk mengisi gap tersebut dengan mengintegrasikan analisis teknis simpang menggunakan MKJI dengan formulasi rekomendasi kebijakan berbasis data. Studi (Li & Zhao, 2022) menunjukkan bahwa kebijakan pengaturan sinyal berbasis data di kota-kota Asia seperti Nanjing mampu menurunkan antrean tanpa perlu perubahan geometrik. Dokumen dan kajian dari Asian Development Bank menunjukkan bahwa pengelolaan transportasi perkotaan termasuk manajemen sinyal lalu lintas yang adaptif dan ramah lingkungan merupakan elemen penting dalam pengembangan sistem transportasi yang aman dan berkelanjutan di kawasan Asia dan Pasifik (P. Zhao et al., 2017).

Pendekatan evaluasi lapangan dengan simulasi mikroskopik sering digunakan di kota menengah untuk optimasi sinyal, seperti dikemukakan oleh (Soehandoko, 2023), yang memanfaatkan MKJI 1997 dan VISSIM untuk menilai perbaikan performa simpang bersinyal di Kabupaten Ngawi, dan berhasil mengurangi delay dan panjang antrean secara substansial. Dengan demikian, gap teoretis dan praktis yang diangkat dalam kajian ini adalah belum terintegrasinya hasil evaluasi teknis berbasis MKJI dengan

pendekatan kebijakan lalu lintas perkotaan secara sistematis, terutama dalam konteks lalu lintas campuran di kota berkembang seperti Pekanbaru. Penelitian ini juga memberikan kontribusi pada pengujian relevansi MKJI 1997 di tengah berkembangnya pendekatan global yang lebih komprehensif dalam menilai kinerja simpang.

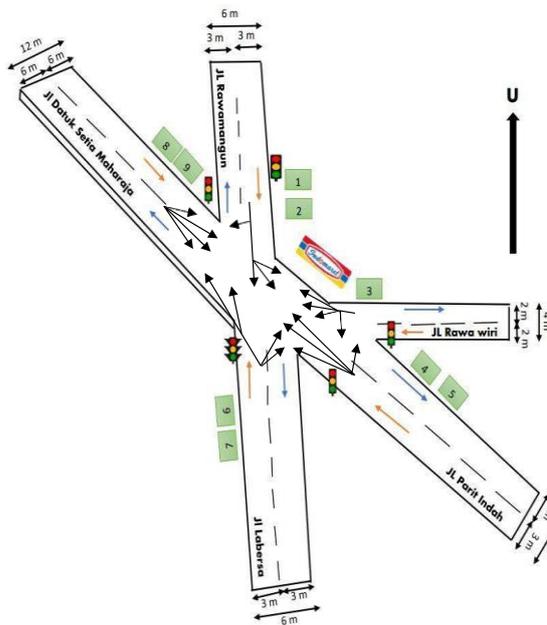
Berdasarkan hal tersebut, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah: (1) Bagaimana kinerja eksisting simpang bersinyal Jalan Parit Indah jika dianalisis menggunakan MKJI 1997 dan (2) Bagaimana alternatif pengaturan waktu sinyal dapat diusulkan sebagai dasar kebijakan pengelolaan lalu lintas lokal berbasis data aktual. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal Jalan Parit Indah berdasarkan parameter teknis MKJI 1997 serta merumuskan rekomendasi pengaturan waktu sinyal yang efisien sebagai bagian dari inovasi kebijakan transportasi berbasis bukti (*evidence-based policy*) di tingkat kota.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif evaluatif dengan desain studi terapan. Lokasi simpang dipilih secara purposif berdasarkan observasi awal berupa tinjauan terhadap lokasi penelitian yang menunjukkan bahwa simpang tersebut merupakan salah satu titik kemacetan utama di kawasan timur kota. Secara umum, Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKJIP) Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru tahun 2022–2023 menyebutkan bahwa simpang bersinyal di area perkotaan mengalami peningkatan tundaan selama jam sibuk, melampaui ambang

batas toleransi yang ditetapkan dalam standar Kinerja Pelayanan Publik instansi (Pekanbaru, 2023).

Simpang Jalan Parit Indah merupakan simpang empat bersinyal yang mempertemukan arus lalu lintas dari Jalan Rawamangun, Jalan Parit Indah, Jalan Labersa, dan Jalan Datuk Setia Maharaja. Kawasan ini berada dalam jaringan jalan kolektor sekunder dan memiliki karakteristik lalu lintas campuran dengan dominasi sepeda motor dan kendaraan ringan, serta sejumlah kendaraan berat pada jam-jam tertentu. Keempat lengan simpang memiliki perbedaan karakteristik dalam hal lebar lajur, jumlah lajur, arah dominan, dan distribusi volume kendaraan, yang menjadikan lokasi ini relevan untuk dijadikan studi kasus optimasi sinyal lalu lintas. Adapun untuk geometri simpang pada lokasi penelitian dapat ditampilkan pada Gambar 1 berikut,



Gambar 1. Geometri Simpang

Pengumpulan data primer dilakukan secara manual melalui pengamatan langsung di lapangan oleh tim surveyor. Survei dilakukan selama

tiga hari berturut-turut, yaitu pada hari Senin, Jumat, dan Minggu, untuk menangkap variasi kondisi lalu lintas antara hari kerja dan akhir pekan. Setiap hari pengamatan dilakukan pada tiga periode waktu sibuk, yakni pukul 07.00–08.00 WIB (pagi), 12.00–13.00 WIB (siang), dan 16.00–17.00 WIB (sore). Pemilihan waktu ini didasarkan pada pola harian beban lalu lintas dan mengikuti praktik pengamatan volume lalu lintas yang lazim digunakan dalam kajian evaluasi simpang (Hormansyah et al., 2016). Pengukuran data geometri dan volume kendaraan untuk analisis MKJI dan simulasi VISSIM umumnya dilakukan secara langsung di lapangan. Sebagai contoh, studi oleh (Elsa Tri Mukti & Sopian, 2023) di Pontianak mengungkapkan bahwa pengukuran lapangan akan menghasilkan estimasi panjang antrian dan *delay* yang akurat, membantu evaluasi kondisi eksisting dan alternatif rekayasa simpang bersinyal.

Volume kendaraan pada masing-masing pendekatan simpang dihitung secara manual oleh 4 orang surveyor yang ditempatkan pada keempat sisi pendekatan. Setiap surveyor mencatat jumlah kendaraan yang lewat setiap 5 detik, menggunakan lembar pencatatan yang telah diklasifikasikan menurut jenis kendaraan, yakni sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Untuk menjaga konsistensi pencatatan, para surveyor diberi pelatihan terlebih dahulu terkait teknik klasifikasi dan penghitungan kendaraan. Selain itu, pengukuran langsung juga dilakukan untuk mengumpulkan data geometri simpang, seperti lebar lajur, jumlah lajur efektif, dan radius belokan, menggunakan alat ukur lapangan manual sebagaimana dilakukan dalam

studi serupa (Sandhyavitri et al., 2021).

Data mengenai waktu siklus sinyal juga diperoleh melalui pengamatan manual di lapangan. Durasi waktu hijau, merah, dan total siklus sinyal dicatat secara langsung oleh pengamat menggunakan *stopwatch* selama beberapa siklus berturut-turut agar diperoleh nilai rata-rata yang akurat. Semua pengukuran dilakukan tanpa bantuan perangkat elektronik seperti CCTV atau sensor otomatis, sebagaimana juga diterapkan dalam penelitian terdahulu di kawasan perkotaan (Lestari, 2015). Pemeriksaan ulang hasil pencatatan dilakukan setiap akhir hari untuk mengecek konsistensi antar pengamat dan memastikan tidak terjadi selisih data yang signifikan.

Seluruh data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, yang merupakan pedoman nasional untuk evaluasi kapasitas dan kinerja jalan dan simpang di Indonesia. Meskipun dokumen ini telah berusia lebih dari dua dekade, MKJI 1997 dipilih karena validitasnya dalam mengakomodasi faktor-faktor khas lalu lintas Indonesia, seperti pengaruh kuat dari lalu lintas campuran dan hambatan samping (*side friction*) yang tidak secara spesifik terkuantifikasi dalam metode internasional seperti *Highway Capacity Manual (HCM) 6th Edition*, yang lebih adaptif terhadap variasi perilaku pengemudi, waktu hilang (*lost time*), dan model simulasi sinyal (Tarko & Perez-cartagena, 2005).

Dalam menghitung parameter teknis, arus jenuh ( $S$ ) ditentukan dengan mengalikan nilai dasar arus jenuh dari tabel MKJI dengan faktor koreksi yang meliputi ukuran kota,

hambatan samping, kelandaian, serta pengaruh parkir dan manuver belok (Izha, 2023). Nilai kapasitas ( $C$ ) simpang diperoleh dari hasil pengalihan arus jenuh dengan rasio waktu hijau terhadap siklus total, sedangkan derajat kejenuhan ( $DS$ ) dihitung dari rasio antara volume kendaraan aktual dengan kapasitas. Faktor Hambatan Samping ( $FSF$ ) dikuantifikasi berdasarkan klasifikasi kondisi di lapangan (misalnya, 'Rendah', 'Sedang', 'Tinggi') sesuai kriteria yang ditetapkan dalam MKJI, seperti jarak kerb, aktivitas pejalan kaki, dan kendaraan berhenti. Faktor koreksi lainnya (ukuran kota, kelandaian, parkir, belokan) juga ditentukan berdasarkan pedoman MKJI. Rumus-rumus ini digunakan secara konsisten berdasarkan struktur formula dalam MKJI. Secara umum, perhitungan dapat menggunakan rumus menurut aturan simpang bersinyal MKJI, 1997 sebagai berikut,

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \quad (1)$$

Dimana :

$S_0$  = Arus Jenuh

$FCS$  = Faktor koreksi penyesuaian ukuran kota

$FSF$  = factor koreksi hambatan samping

$FG$  = Faktor koreksi kelandaian

$FP$  = Faktor koreksi Parkir

$FRT$  = Faktor koreksi belok kanan

$FLT$  = Faktor koreksi belok kiri

Setelah nilai arus jenuh diperoleh, kapasitas masing-masing lengan dihitung berdasarkan durasi waktu hijau efektif untuk setiap fase.

Selanjutnya, derajat kejenuhan ( $DS$ ) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DS = \frac{q}{c} \quad (2)$$

di mana  $Q$  merupakan volume kendaraan aktual dan  $C$  adalah kapasitas simpang. Rumus ini digunakan untuk menilai tingkat beban lalu lintas terhadap kemampuan simpang dalam menampung arus kendaraan. Selanjutnya, untuk menghitung nilai tundaan rata-rata dan panjang antrian, digunakan rumus sebagai berikut,

Tundaan lalu lintas ( $DT$ ) dihitung menggunakan rumus empiris MKJI yang mempertimbangkan pengaruh siklus, durasi hijau, dan derajat kejenuhan. Sebagai contoh, studi di Surabaya menunjukkan bahwa intervensi sinyal menyebabkan penurunan panjang antrian dari 394 m menjadi 164 m, dan Level of Service meningkat dari kategori F ke D berkat penyesuaian siklus sinyal berbasis simulasi dan metode MKJI 1997 (Hafizah & Firdausi, 2021). Semua perhitungan dilakukan menggunakan spreadsheet untuk menjaga ketelusuran proses penghitungan dan memudahkan pengujian sensitivitas parameter. Oleh karena itu, tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat ( $DT$ ) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang menurut aturan simpang bersinyal MKJI, 1997 sebagai berikut,

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \quad (3)$$

Dimana :

$DT$ =Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

$C$ = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR \times DS}$$

$GR$  = Rasio Hijau (g//c)

$DS$ = Derajat Kejenuhan

$NQ1$ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

$C$ = Kapasitas (smp/jam)

Setelah diperoleh kinerja simpang dalam kondisi eksisting, dilakukan simulasi pengaturan ulang waktu sinyal. Distribusi waktu hijau antar pendekat disesuaikan berdasarkan proporsi volume kendaraan aktual tanpa mengubah total durasi siklus. Tujuannya adalah untuk melihat sejauh mana pengaturan ulang ini dapat memperbaiki parameter teknis seperti derajat kejenuhan dan tundaan. Prinsip pengaturan ulang ini mengikuti pendekatan efisiensi operasional yang juga diterapkan pada studi perkotaan lain (Pebriyetti et al., 2018).

Validasi hasil simulasi dilakukan dengan membandingkan parameter kinerja sebelum dan sesudah optimasi, serta melalui uji sensitivitas. Namun, perlu diakui bahwa penelitian ini memiliki keterbatasan. Tidak dilakukan validasi empiris, seperti observasi ulang kondisi lapangan setelah rekomendasi diterapkan, untuk membuktikan efektivitas aktual dari perubahan waktu sinyal. Keterbatasan ini, bersama dengan tidak digunakannya perangkat lunak simulasi mikro (seperti VISSIM), menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh bersifat teoretis dan perlu diuji lebih lanjut dalam implementasi nyata. Namun demikian, pendekatan ini tetap relevan dan sering digunakan dalam studi optimasi berbasis data lapangan di kota-kota menengah di Indonesia (Putri & Nugroho, 2021). Struktur analisis dalam kajian ini disusun secara bertahap mulai dari deskripsi kondisi eksisting, perhitungan parameter teknis, penyusunan skenario alternatif, analisis hasil simulasi, hingga perumusan rekomendasi kebijakan teknis. Seluruh proses dilakukan secara sistematis dan berlandaskan

pada data primer aktual agar hasil kajian dapat digunakan sebagai rujukan dalam pengambilan kebijakan pengelolaan lalu lintas di tingkat kota.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Evaluasi terhadap kinerja simpang bersinyal di Jalan Parit Indah dilakukan berdasarkan data volume kendaraan aktual selama tiga hari pengamatan (Senin, Jumat, dan Minggu) pada waktu puncak pagi, siang, dan sore. Berdasarkan hasil penghitungan menggunakan metode MKJI 1997, kondisi eksisting simpang menunjukkan nilai derajat kejenuhan (DS) pada sebagian besar lengan melebihi angka 0,95 bahkan mencapai lebih dari 1,0, yang mengindikasikan bahwa simpang telah beroperasi dalam kondisi jenuh. Selain itu, tundaan rata-rata tercatat berkisar antara 62 hingga 78 detik per kendaraan, yang menempatkan simpang dalam tingkat pelayanan terburuk, yakni Level of Service (LOS) F. Rincian nilai DS dan tundaan eksisting dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.**  
 Nilai Derajat Kejenuhan dan Tundaan

Hari	Jalan	Derajat Kejenuhan	Tundaan (detik)
Senin	Jl.Rawamangun (U)	2,1	2033,8
	Jl. Parit Indah (T)	0,6	22,4
	Jl.Labersa (S)	1,2	381,3
	Jl.Datuk Setia M (B)	0,8	46,7
Jumat	Jl.Rawamangun (U)	1	103,57
	Jl. Parit Indah (T)	0,5	20,24
	Jl.Labersa (S)	1,2	385,58
	Jl.Datuk Setia M (B)	0,4	33,2
Minggu	Jl.Rawamangun (U)	1,1	314,4
	Jl. Parit Indah (T)	0,6	22,8
	Jl.Labersa (S)	1,3	617

Hari	Jalan	Derajat Kejenuhan	Tundaan (detik)
	Jl.Datuk Setia M (B)	0,9	62,7

Sebaran volume lalu lintas menunjukkan ketidakseimbangan antar lengan simpang. Lengan utara (Jl. Rawamangun) dan selatan (Jl. Labersa) memiliki volume kendaraan lebih tinggi dibandingkan pendekatan lainnya. Namun, durasi waktu hijau yang diberikan tidak proporsional terhadap volume aktual tersebut. Kondisi ini menyebabkan antrean yang menumpuk pada pendekatan tertentu. Distribusi volume kendaraan dan rasio arus pada masing-masing pendekatan disajikan dalam Tabel 2 berikut,

**Tabel 2.**  
 Arus dan Rasio Arus

Hari	Jalan	Arus	Arus Jenuh	Rasio Arus
Minggu	Jl.rawamangun (U)	341,1	1520	0,22
	Jl. Parit Indah (T)	449,3	1800	0,25
	Jl.Labersa (S)	323,9	1250	0,26
	Jl.Datuk Setia M (B)	699,5	3600	0,19
Jumat	Jl.rawamangun (U)	284,8	1520	0,19
	Jl. Parit Indah (T)	377,1	1800	0,21
	Jl.Labersa (S)	321	1250	0,26
	Jl.Datuk Setia M (B)	332,5	3600	0,09
Senin	Jl.rawamangun (U)	667,1	1600	0,42
	Jl. Parit Indah (T)	439,9	1800	0,24
	Jl.Labersa (S)	327,4	1410	0,23
	Jl.Datuk Setia M (B)	628,3	3600	0,17

Dengan menggunakan rumus dan parameter MKJI 1997, perhitungan arus jenuh (S) dilakukan terlebih dahulu, disesuaikan dengan lebar lajur, hambatan samping, dan komposisi kendaraan pada tiap lengan simpang.

Nilai kapasitas (C) kemudian dihitung berdasarkan waktu hijau efektif dan menghasilkan data pada Tabel 3 berikut,

**Tabel 3.**  
 Kapasitas

Hari	Jalan	Kapasitas (smp/jam)
Senin	Jl.Rawamangun (U)	319,2
	Jl. Parit Indah (T)	736,6
	Jl.Labersa (S)	281,3
	Jl.Datuk Setia M (B)	752,4
Jumat	Jl.Rawamangun (U)	299,25
	Jl. Parit Indah (T)	736,56
	Jl.Labersa (S)	275,31
	Jl.Datuk Setia M (B)	752,4
Minggu	Jl.Rawamangun (U)	303
	Jl. Parit Indah (T)	737
	Jl.Labersa (S)	249
	Jl.Datuk Setia M (B)	752

Setelah diperoleh nilai kapasitas, derajat kejenuhan (DS) dihitung dan dihasilkan pada kondisi eksisting, nilai DS pada sebagian besar lengan melebihi 0,95, bahkan mencapai 1,08 untuk lengan tertentu, yang menandakan bahwa simpang telah beroperasi dalam kondisi jenuh (*oversaturated*). Nilai tundaan rata-rata yang diperoleh berkisar antara 62 hingga 78 detik per kendaraan. Berdasarkan klasifikasi MKJI, nilai tundaan tersebut menempatkan simpang pada tingkat pelayanan LOS yang terburuk, yakni LOS F. Hal ini memiliki arti bahwa simpang mengalami kemacetan berat, antrean panjang, dan waktu tempuh yang tidak efisien. Selain itu, hasil analisis juga menunjukkan bahwa lonjakan antrean tertinggi tercatat pada hari Minggu di lengan selatan, dengan tundaan

mencapai 617 detik. Fenomena ini diduga disebabkan oleh peningkatan aktivitas sosial seperti pasar mingguan dan hambatan parkir liar yang tidak tercakup dalam parameter teknis MKJI (Muttaqin et al., 2022).

Oleh karena itu, secara kuantitatif, simpang Jalan Parit Indah berada dalam kondisi operasional yang tidak efisien menurut indikator MKJI 1997. Hal ini menunjukkan perlunya intervensi teknis yang tidak hanya berbasis observasi, tetapi didukung oleh evaluasi numerik berbasis metode yang terstandarisasi.

Setelah dilakukan skenario pengaturan ulang waktu sinyal berdasarkan proporsi arus kendaraan aktual, hasil simulasi menunjukkan adanya perbaikan signifikan. Nilai DS rata-rata menurun menjadi 0,72–0,84, dan tundaan turun menjadi 35–48 detik per kendaraan. Tingkat pelayanan meningkat menjadi LOS C atau D tergantung pada pendekatnya. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah pengaturan ulang sinyal ditampilkan pada Tabel 4 berikut,

**Tabel 4.**  
 Nilai hasil skenario

Jalan	waktu Sinyal	D S	QL (m)	DT (Det/smp)
Jl.Rawamangun (U)	60	2	213	1861,5
Jl. Parit Indah (T)	60	1,7	120	1398,2
Jl.Labersa (S)	60	2	107	1838
Jl.Datuk Setia M (B)	60	0,6	60	20,6
Jl.Rawamangun (U)	70	1,8	147	1536,4
Jl. Parit Indah (T)	70	1,8	113	1592,6
Jl.Labersa (S)	70	0,5	73	22,6
Jl.Datuk Setia M (B)	70	1,9	247	1603,5
Jl.Rawamangun (U)	90	1,7	160	1318,3

Jalan	waktu Sinyal	D S	QL (m)	DT (Det/smp)
Jl. Parit Indah (T)	90	1,8	133	1519,2
Jl. Labersa (S)	90	0,5	83	27,8
Jl. Datuk Setia M (B)	90	1,8	293	1580,2

Perbaikan ini konsisten dengan penelitian (Lestari, 2015) yang menyatakan bahwa penyesuaian waktu hijau terhadap distribusi arus aktual mampu meningkatkan efisiensi operasional simpang secara signifikan.

Secara teoretis, penyesuaian waktu hijau yang lebih proporsional terhadap beban lalu lintas pada masing-masing pendekat dapat menurunkan akumulasi antrean dan mencegah *spillback* antar fase. Prinsip ini dijelaskan dalam teori antrean (*queueing theory*) dan teori gelombang kejut (*shockwave theory*), yang menyatakan bahwa keseimbangan antara waktu layanan dan arus masuk akan menghasilkan sistem lalu lintas yang lebih stabil dan efisien (Ghaderi, 2021a). Secara implisit, temuan ini juga menunjukkan bahwa solusi terhadap kemacetan tidak selalu harus melalui pembangunan infrastruktur besar, melainkan dapat dilakukan melalui optimalisasi pengaturan lalu lintas berbasis evaluasi teknis. Dalam konteks Kota Pekanbaru, pendekatan ini dapat direplikasi pada simpang-simpang lain dengan karakteristik lalu lintas yang sejenis, dan menjadi salah satu strategi kebijakan transportasi perkotaan yang efisien dan adaptif terhadap keterbatasan anggaran.

Namun demikian, MKJI 1997 memiliki keterbatasan. Dokumen ini belum secara eksplisit mempertimbangkan *start-up lost time*, ketidakaturan perilaku pengemudi, pengaruh hambatan samping, serta karakteristik lalu lintas campuran.

Studi oleh (K. R. Rao & Mathew, 2023) di India menyatakan bahwa pendekatan konvensional seringkali tidak cukup adaptif terhadap lalu lintas heterogen yang melibatkan sepeda motor dan kendaraan berat secara bersamaan. Hal ini relevan dalam konteks perkotaan tropis seperti Pekanbaru.

Lebih lanjut, tidak semua pendekat mengalami peningkatan yang merata. Sebagai contoh, lengan timur tetap menunjukkan tundaan tinggi meskipun telah dilakukan optimasi. Ini menunjukkan bahwa pendekatan teknis melalui pengaturan sinyal perlu dipadukan dengan evaluasi spasial-fungsional simpang, termasuk zonasi aktivitas, intensitas penyeberangan pejalan kaki, dan kapasitas simpang jangka panjang (Putri & Nugroho, 2021).

Dari sisi kebijakan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa intervensi sederhana tanpa pembangunan fisik dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kinerja lalu lintas. Strategi ini sejalan dengan pendekatan *demand management* yang telah diterapkan di berbagai kota berkembang seperti Nanjing (L. Zhao & Sun, 2013) dan Surabaya (Musyarofah et al., 2012). Selain hemat biaya, metode ini mudah direplikasi di simpang lain, selama pengumpulan data dilakukan secara aktual dan periodik.

Untuk meningkatkan validitas hasil, simulasi lebih lanjut menggunakan perangkat lunak mikrosimulasi seperti VISSIM sangat disarankan. Pendekatan tersebut dapat menangkap dinamika interaksi kendaraan secara lebih rinci, termasuk variasi perilaku pengemudi dan waktu respons terhadap sinyal. Evaluasi lanjutan ini penting agar hasil penelitian dapat menjadi dasar yang

kuat bagi pengambilan keputusan teknis dan perumusan kebijakan transportasi kota yang adaptif dan berkelanjutan.

## KESIMPULAN

Hasil evaluasi kinerja simpang bersinyal Jalan Parit Indah di Kota Pekanbaru menunjukkan bahwa dalam kondisi eksisting, simpang tersebut berada pada tingkat pelayanan yang sangat rendah dengan nilai derajat kejenuhan dan tundaan yang tinggi. Hal ini menandakan bahwa sistem pengaturan sinyal saat ini belum mampu mengakomodasi volume lalu lintas aktual secara efektif. Setelah dilakukan pengaturan ulang waktu sinyal berdasarkan distribusi arus lalu lintas aktual, terjadi perbaikan yang signifikan terhadap parameter kinerja simpang, termasuk penurunan derajat kejenuhan, berkurangnya panjang antrian, dan peningkatan tingkat pelayanan menjadi LOS C dan D pada beberapa pendekat. Meskipun hasil simulasi menunjukkan efektivitas pendekatan berbasis MKJI 1997 dalam meningkatkan efisiensi operasional simpang, perlu diakui bahwa metode ini memiliki keterbatasan. MKJI 1997 belum sepenuhnya mempertimbangkan variasi perilaku pengemudi, waktu hilang pada awal fase hijau (*start-up lost time*), serta dinamika lalu lintas campuran di lingkungan urban tropis. Selain itu, data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dalam waktu terbatas selama tiga hari dan belum divalidasi melalui simulasi mikro seperti VISSIM, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan kehati-hatian. Penelitian ini juga mengungkapkan bahwa ketimpangan antar-lengan simpang masih terjadi meskipun

pengaturan sinyal telah dioptimalkan. Misalnya, tundaan pada lengan selatan tetap tinggi pada waktu tertentu akibat faktor eksternal seperti aktivitas pasar dan hambatan samping yang tidak tercermin dalam parameter teknis. Oleh karena itu, evaluasi lanjutan dengan mempertimbangkan faktor spasial dan sosial sangat diperlukan. Dari sisi kebijakan, temuan ini menegaskan bahwa intervensi sederhana tanpa pembangunan fisik, seperti optimasi waktu sinyal berdasarkan data lalu lintas aktual, dapat menjadi solusi yang efektif dan hemat biaya untuk kota-kota berkembang. Strategi ini berpotensi untuk direplikasi di simpang lain di Kota Pekanbaru maupun kota-kota lain di Indonesia yang memiliki keterbatasan fiskal dan struktur lalu lintas serupa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan teknis bagi Dinas Perhubungan dalam menyusun strategi manajemen lalu lintas perkotaan secara sistematis dan berbasis data. Dengan demikian, MKJI 1997 masih relevan digunakan sebagai kerangka evaluasi awal, namun penggunaannya perlu disertai dengan pendekatan yang lebih mutakhir, baik melalui permodelan mikro maupun integrasi dengan perangkat lunak simulasi untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan adaptif terhadap kondisi lalu lintas masa kini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru atas izin dan dukungan yang diberikan selama proses pengumpulan data di lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen pembimbing di

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau yang telah memberikan arahan, masukan, dan koreksi selama penyusunan kajian ini. Tidak lupa, apresiasi diberikan kepada rekan-rekan mahasiswa dan pihak-pihak lain yang turut membantu dalam proses survei lalu lintas serta pengolahan data yang diperlukan untuk mendukung keberhasilan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru. (2022). *Kota Pekanbaru dalam angka 2022*.
- Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru. (2023). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKJIP) Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru Tahun 2022–2023*.
- Elsa Tri Mukti, M. N., & Sopian, S. (2023). Application of the VISSIM program in evaluation and improving the performance of unsignaled intersections in Pontianak City. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 24(2), 104–112.
- Firdausi, A. P., Putra, W., & Hafizah, R. (2022). Simulation using MKJI 1997 and VISSIM to analyze effect of road marking on intersection delay. *Journal of Infrastructure and Transportation*, 8(3), 75–84.
- Ghaderi, R. (2021a). A comprehensive model of signalized intersection performance under varying traffic demands. *Transportation Research Record*, 2675(10), 430–444. <https://doi.org/10.1177/03611981211011640>
- Ghaderi, R. (2021b). Evaluating signalized intersection performance in mixed traffic conditions. *Transport Policy*, 100, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.07.010>
- Hafizah, N. El, & Firdausi, M. (2021). Analisis karakteristik parkir, drop off dan pick up area berdasarkan demand Bandara Juanda Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 121–128. <https://doi.org/10.31284/j.jts.2020.v1i2.1411>
- Hasibuan, D. Y. F. C., & Muttaqin, M. Z. (2021). Analisis kinerja simpang tak bersinyal persimpangan Pasar Sibuhuan, Kabupaten Padang Lawas, Sumatera Utara. *Jurnal Sainis*, 21(1).
- Hormansyah, D. S., Sugiarto, V., & Amalia, E. L. (2016). Penggunaan Vissim model pada jalur lalu lintas empat ruas. *Jurnal Teknologi Informasi*. <https://doi.org/10.36382/jti-tki.v7i1.194>
- Izha, R. (2023). A decision support system for priority calculation of travel routes using Analytical Hierarchy Process. *International Journal for Applied Information Management*, 3(1), 33–45. <https://doi.org/10.47738/ijaim.v3i1.41>
- Lestari, N. G. (2015). Pengelolaan sistem transportasi oleh Dinas Perhubungan Kota Pekanbaru Tahun 2013-2015. *Journal of Applied Microbiology*, 119(3), 1–14.
- Li, Y., & Zhao, X. (2022). Cost-effective signal optimization strategies in mid-sized Asian cities: Case study in Nanjing. *Asian Transport Studies*, 8(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2022.100123>
- Musyarofah, H. I., Widodo, W., & Agustriono, H. (2012). *Evaluasi kinerja detektor adaptif pada sistem ATCS (Area Traffic Control Sytem) (Studi kasus : Simpang Gamping, Yogyakarta) mengkaji dan mengidentifikasi kinerja detektor adaptif pada sistem ATCS (area traffic contro system) merupakan langkah awal*.
- Muttaqin, M. Z., Munawar, A., & Irawan, M. Z. (2022). Development of a pedestrian capacity using a movement simulation model in Malioboro, Yogyakarta, Indonesia. *ASM Science Journal*, 17(1). <https://doi.org/10.32802/asmscj.2022.1282>
- Pebriyetti, Widodo, S., & Akhmadali. (2018). Penggunaan software Vissim untuk analisa simpang bersinyal (Studi kasus : Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat). *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 5(3), 1–14.
- Pratama, P. (2016). Penggunaan jalur pejalan kaki di Koridor Jalan Pahlawan dan Jalan Pemuda Kota Semarang oleh masyarakat difabel. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 12(3), 336.

- <https://doi.org/10.14710/pwk.v12i3.12908>
- Putri, H. A., & Nugroho, A. P. (2021). Analisis spasial kinerja simpang di kawasan mixed-use. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 9(2), 101–114. <https://doi.org/10.14710/jwl.9.2.101-114>
- Putriningtiazti, A., Azwansyah, H., & Mayuni, S. (2024). Performance evaluation of signalized intersections using MKJI 1997, PKJI 2023, and PTV VISSIM software (Case study: Jakarta–Pontianak corridor). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 24(4), 1609–1622.
- Rao, K. R., & Mathew, T. V. (2023). Critical review of intersection control strategies under heterogeneous traffic. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 144, 103911. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103911>
- Rao, S., & Mathew, T. V. (2023). Revisiting signalized intersection analysis under heterogeneous traffic using revised capacity models. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 169, 103507. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.103507>
- Sandhyavitri, A., Maulana, A., Ikhsan, M., Putra, A. I., Husaini, R. R., & Restuhadi, F. (2021). Simulation modelling of traffic flows in the central business district using PTV Vissim in Pekanbaru, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 2049(1), 12096. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2049/1/012096>
- Soehandoko, S. (2023). Analisis kinerja simpang bersinyal (Studi kasus simpang Dungus di Kabupaten Ngawi). *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 13(1), 27–35.
- Tarko, A. P., & Perez-cartagena, R. I. (2005). *TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM Paper revised from original submittal*.
- Zhao, L., & Sun, J. (2013). Simulation framework for vehicle platooning and car-following behaviors under connected-vehicle environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96, 914–924. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.105>
- Zhao, P., Diao, J., & Li, S. (2017). The influence of urban structure on individual transport energy consumption in China's growing cities. *Habitat International*, 66, 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.06.001>