

## Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dengan Metode Pedoman Kinerja Jalan Indonesia (PKJI) 2023 (Studi Kasus: Simpang Alai, Kota Padang)

Fito Irawan<sup>1</sup>, Rizky Indra Utama<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Negeri Padang

E-mail: fitoirawan0@gmail.com

Published: Mei, 2026

### ABSTRAK

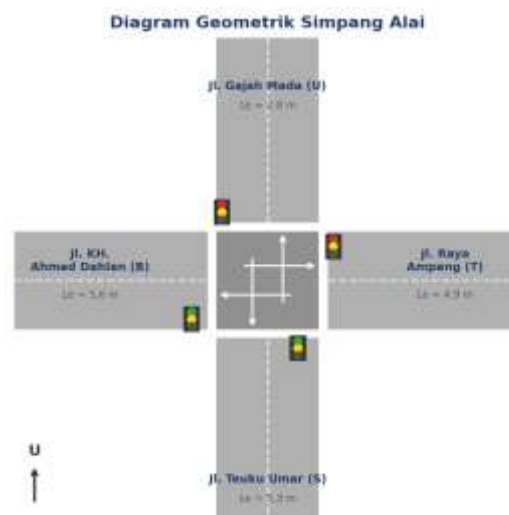
Simpang Alai di Kecamatan Padang Utara, Kota Padang merupakan simpang empat bersinyal yang menghubungkan Jalan Gajah Mada, Jalan Raya Ampang, Jalan Jati, dan Jalan KH. Ahmad Dahlan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja simpang bersinyal menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Survei lapangan dilakukan selama tiga hari pada jam-jam sibuk (pagi, siang, sore). Parameter yang dianalisis meliputi kapasitas, derajat kejenuhan (DS), tundaan, dan peluang antrian. Hasil analisis menunjukkan nilai DS tertinggi sebesar 0,672 pada pendekatan Timur, masih di bawah ambang batas PKJI 2023 ( $DS \leq 0,85$ ). Nilai tundaan total pada seluruh pendekatan berada pada rentang 7,821–11,809 detik/SMP yang mengindikasikan Tingkat Pelayanan (LOS) B atau kondisi Lancar. Kondisi eksisting Simpang Alai masih layak melayani arus lalu lintas, namun perlu pemantauan berkala mengingat potensi pertumbuhan volume kendaraan.

**Kata Kunci:** Simpang bersinyal, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrian, PKJI 2023, Simpang Alai.

### PENDAHULUAN

Transportasi merupakan sektor strategis yang menjadi tulang punggung aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Ketersediaan infrastruktur transportasi yang memadai menjadi indikator kemajuan sebuah daerah karena mampu meningkatkan konektivitas antarwilayah dan memperlancar arus pergerakan manusia maupun komoditas (Kementerian Perhubungan RI, 2017). Indonesia dengan jumlah penduduk mencapai 275,77 juta jiwa (BPS, 2022) menghadapi tantangan besar dalam penyediaan infrastruktur transportasi yang memadai.

Persimpangan jalan merupakan titik krusial dalam sistem jaringan transportasi karena berfungsi sebagai tempat bertemunya berbagai arus lalu lintas dari beberapa arah. Kegagalan dalam pengelolaan persimpangan dapat menimbulkan efek domino yang mengganggu kelancaran lalu lintas pada ruas-ruas jalan yang terhubung dengannya (Muhammad Eka, 2017). Simpang bersinyal dirancang untuk mengatur pergerakan kendaraan berdasarkan fase dan waktu siklus tertentu guna mengurangi konflik antarkendaraan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan.



Gambar 1. Diagram Geometrik Simpang Alai Kota Padang

Simpang Alai yang terletak di Kecamatan Padang Utara merupakan simpang empat bersinyal yang mempertemukan Jalan Gajah Mada, Jalan Raya Ampang, Jalan Jati, dan Jalan KH. Ahmad Dahlan. Letaknya yang strategis di sekitar Pasar Alai menjadikannya pusat aktivitas perdagangan yang ramai, dengan lonjakan volume kendaraan pada jam pagi (06.00–08.00), siang (11.30–13.30), dan sore (16.00–18.00) WIB.

Seiring diterbitkannya Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023 oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, diperlukan kajian evaluasi kinerja simpang yang mengacu pada pedoman terbaru tersebut. PKJI 2023 merupakan penyempurnaan dari MKJI sebelumnya yang lebih sesuai dengan karakteristik lalu lintas dan kondisi geometrik jalan di Indonesia.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kinerja Simpang Bersinyal

Kinerja simpang adalah ukuran efektivitas suatu simpang dalam mengatur arus lalu lintas agar berjalan lancar, aman, dan efisien. Menurut HCM (2016) dan PKJI 2023, simpang dianalisis melalui parameter kapasitas, derajat kejenuhan (DS), tundaan, panjang antrian, dan tingkat pelayanan (Level of Service/LOS). Simpang bersinyal merupakan simpang sebidang yang dilengkapi alat pengendali lalu lintas berbasis waktu, yang mengatur pergerakan berdasarkan fase dan waktu siklus tertentu.

Menurut Tamin (2000), simpang bersinyal yang dirancang dan dikendalikan secara optimal dapat mengurangi waktu tundaan hingga 40% dibandingkan simpang tak bersinyal pada volume lalu lintas tinggi. Komponen utama simpang bersinyal meliputi: lampu lalu lintas (merah, kuning, hijau), detektor lalu lintas, panel kontrol, dan rambu lalu lintas.

### Parameter Kinerja Simpang (PKJI 2023)

- Kapasitas Simpang (C): arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu pendekat. Dihitung dengan rumus:  $C = S \times g/c$ , di mana S = arus jenuh, g = waktu hijau efektif, dan c = waktu siklus.
- Derajat Kejenuhan ( $DS = q/C$ ): rasio volume lalu lintas terhadap kapasitas.  $DS < 0,75$  berarti lancar;  $0,75 \leq DS < 0,90$  mulai padat;  $DS \geq 0,90$  macet. Ambang batas PKJI 2023 adalah  $DS \leq 0,85$ .
- Tundaan ( $T = TLL + TG$ ): waktu tambahan kendaraan melewati simpang dibandingkan situasi ideal. TLL = tundaan lalu lintas, TG = tundaan geometrik.
- Peluang Antrian ( $Pa$ ): kemungkinan terjadinya antrian kendaraan, dinyatakan dalam persen. Pa batas atas =  $47,71 \cdot Dj + 24,68 \cdot Dj^2 + 56,47 \cdot Dj^3$ ; Pa batas bawah =  $9,02 \cdot Dj + 20,66 \cdot Dj^2 + 10,49 \cdot Dj^3$ .



Gambar 2. Klasifikasi Tingkat Pelayanan (LOS) Simpang Bersinyal – PKJI 2023

Tabel 1. Kriteria Tingkat Pelayanan (LOS) Simpang Bersinyal (PKJI, 2023)

LOS	Tundaan (detik/SMP)	Keterangan
A	< 5	Sangat Lancar
B	5 – 15	Lancar
C	15 – 25	Stabil
D	25 – 40	Padat
E	40 – 60	Macet
F	> 60	Sangat Macet

Sumber: Pedoman Kinerja Jalan Indonesia, 2023

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Simpang Alai, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang. Pengamatan dilakukan selama tiga hari (Senin, Rabu, Jumat) pada jam-jam sibuk: pagi (06.00–08.00), siang (11.30–13.30), dan sore (16.00–18.00) WIB dengan interval pencatatan 15 menit menggunakan aplikasi traffic count.

## Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui survei lapangan oleh ±20 surveyor per hari yang ditempatkan pada setiap pendekatan. Data yang dikumpulkan meliputi: (1) data geometrik simpang; (2) kondisi siklus lampu lalu lintas; dan (3) volume arus lalu lintas. Kendaraan diklasifikasikan menjadi Kendaraan Sedang (KS), Mobil Penumpang (MP), dan Sepeda Motor (SM), lalu dikonversi ke satuan mobil penumpang (SMP) menggunakan nilai emp PKJI 2023.

**Tabel 2. Penempatan dan Pembagian Tugas Surveyor**

Posisi	Jalan	Jml. Surveyor	Tugas
1	Raya Ampang	3	Arus kendaraan (BK <sub>i</sub> , LRS, BK <sub>a</sub> )
2	Raya Ampang	2	Mengamati tundaan
1	Ps. Alai / Gajah Mada	3	Arus kendaraan (BK <sub>i</sub> , LRS, BK <sub>a</sub> )
2	Ps. Alai / Gajah Mada	2	Mengamati tundaan
1	Jl. Jati	3	Arus kendaraan (BK <sub>i</sub> , LRS, BK <sub>a</sub> )
2	Jl. Jati	2	Mengamati tundaan

Sumber: Fito Irawan, 2025

## Analisis Data

Analisis data berpedoman pada PKJI 2023 dengan tahapan: (1) menghitung volume lalu lintas jam puncak dan konversi ke SMP; (2) menghitung arus jenuh dasar ( $J_0 = 600 \times Le$ ) dan kapasitas (C); (3) menghitung derajat kejenuhan ( $DS = q/C$ ); (4) menghitung tundaan total ( $T = TLL + TG$ ); dan (5) menghitung peluang antrian. Analisis diterapkan pada kondisi eksisting untuk mengevaluasi tingkat pelayanan simpang saat ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Geometrik Simpang

Simpang Alai merupakan simpang empat bersinyal yang berada pada pertemuan Jl. Raya Ampang (Timur/T), Jl. Teuku Umar (Selatan/S), Jl. Gajah Mada (Utara/U), dan Jl. KH. Ahmad Dahlan (Barat/B). Seluruh pendekatan berada di kawasan komersil dengan hambatan samping tinggi dan memiliki median jalan.

**Tabel 3. Kondisi Geometrik Simpang Alai**

Nama Jalan	W Pendekatan (m)	W Masuk (m)	W Keluar (m)	LTOR
Jl. Raya Ampang (T)	6,2	4,9	7,0	Ya
Jl. Teuku Umar (S)	5,3	5,3	4,8	Tidak
Jl. Gajah Mada (U)	4,8	2,4	6,0	Ya
Jl. KH. Ahmad Dahlan (B)	8,2	5,6	5,6	Ya

Sumber: Hasil Survei, 2025

### Kondisi Siklus Lampu Lalu Lintas

Kondisi sinyal eksisting memiliki waktu siklus 132–134 detik pada seluruh pendekatan dengan durasi hijau 26–30 detik. Pendekat Timur dan Utara memiliki waktu hijau 30 detik, sedangkan pendekat Barat dan Selatan masing-masing 26 detik.

**Tabel 4. Waktu Sinyal Simpang Alai**

Nama Jalan	Merah (dtk)	Hijau (dtk)	Kuning (dtk)	Siklus (dtk)
Jl. Raya Ampang	100	30	2	132
Jl. Teuku Umar	104	26	2	132
Jl. Gajah Mada	102	30	2	134
Jl. KH. Ahmad Dahlan	104	26	2	132

Sumber: Hasil Survei, 2025

### Volume Arus Lalu Lintas Jam Puncak

Volume jam puncak tertinggi terjadi pada pukul 17.00–18.00 WIB dengan total 9.667 kend/jam. Setelah konversi ke SMP menggunakan nilai emp (MP = 1,00; KS = 1,30; SM = 0,15 terlindung/0,40 terlawan), diperoleh volume SMP per pendekat: Timur 1.932, Barat 1.314, Utara 744, dan Selatan 757 smp/jam.

### Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Arus jenuh dasar dihitung dengan  $J_0 = 600 \times L_e$ . Kapasitas dihitung dengan faktor koreksi:  $F_{uk} = 0,94$ ;  $F_{hs} = 0,95$ ;  $F_G = 1,00$ ;  $F_p = 1,00$ . Derajat kejenuhan diperoleh dari  $DS = q/C$ .

**Tabel 5. Hasil Analisis Kapasitas dan Derajat Kejenuhan**

Arah Pendekat	Le (m)	J <sub>0</sub> (smp/jam)	q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
Timur (Ampang)	4,9	2.940	1.932	2.876	0,672
Barat (Mesjid Raya)	5,6	3.360	1.314	3.033	0,433
Utara (Gn. Pangilun)	2,8	1.680	744	1.591	0,468
Selatan (Jati)	5,3	3.180	757	3.193	0,237

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Seluruh nilai DS masih di bawah batas PKJI 2023 ( $DS \leq 0,85$ ). DS tertinggi terdapat pada pendekat Timur (0,672) yang dipengaruhi tingginya volume kendaraan dari arah Jalan Raya Ampang. Kondisi ini menandakan kapasitas simpang masih mampu melayani arus lalu lintas eksisting.



**Gambar 3. Derajat Kejenuhan (DS) Tiap Pendekat vs. Batas PKJI 2023**

### Analisis Tundaan

Tundaan kendaraan dihitung menggunakan formula PKJI 2023 untuk  $DS \leq 0,60$  dan  $DS > 0,60$ . Semua pendekat simpang Alai memiliki  $DS \leq 0,75$  sehingga menggunakan formula:  $TLL = 2 + 8,2078 \cdot D_j - (1 - D_j)^2$ .

**Tabel 6. Rekapitulasi Tundaan Tiap Pendekat Simpang Alai**

Arah Pendekat	TLL (dtk/SMP)	TG (dtk/SMP)	T Total (dtk/SMP)	LOS
Timur (Ampang)	7,612	4,197	11,809	B
Barat (Mesjid Raya)	5,235	4,298	9,533	B
Utara (Gn. Pangilun)	5,558	4,324	9,882	B
Selatan (Jati)	3,363	4,457	7,821	B

Sumber: Hasil Analisis, 2025



Gambar 4. Tundaan Kendaraan (detik/SMP) Tiap Pendekat Simpang Alai

Seluruh nilai tundaan berada pada rentang 7,821–11,809 detik/SMP. Berdasarkan kriteria LOS PKJI 2023 (Tabel 1), nilai ini berada pada rentang 5–15 detik/SMP yang mengklasifikasikan seluruh pendekat pada Tingkat Pelayanan B (Lancar). Pendekat Timur memiliki tundaan tertinggi akibat volume kendaraan dominan.

### Analisis Peluang Antrian

Tabel 7. Rekapitulasi Peluang Antrian Tiap Pendekat

Arah Pendekat	DS	Batas Atas (%)	Batas Bawah (%)
Timur (Ampang)	0,672	40,200	19,773
Barat (Mesjid Raya)	0,433	20,628	8,638
Utara (Gn. Pangilun)	0,468	22,707	9,819
Selatan (Jati)	0,237	10,674	3,439

Sumber: Hasil Analisis, 2025



Gambar 5. Peluang Antrian (%) Batas Atas dan Batas Bawah Tiap Pendekat

Pendekat Timur (Ampang) memiliki peluang antrian tertinggi (19,8–40,2%), konsisten dengan nilai DS tertinggi pada pendekat tersebut. Meskipun peluang antrian cukup besar, kondisi antrian kendaraan masih dapat tertampung pada ruang pendekat yang tersedia. Apabila terjadi peningkatan volume kendaraan tanpa penanganan, pendekat ini berpotensi mencapai kondisi jenuh.

### Penilaian Kinerja Lalu Lintas Simpang

Berdasarkan hasil analisis ketiga parameter utama (DS, tundaan, dan peluang antrian), kondisi operasional Simpang Alai pada kondisi eksisting masih tergolong baik. Nilai DS pada seluruh pendekat masih di bawah batas yang disyaratkan PKJI 2023. Nilai tundaan kendaraan mengindikasikan Tingkat Pelayanan B (Lancar) pada seluruh pendekat. Simpang ini memiliki kapasitas tersisa yang cukup untuk menyerap pertumbuhan lalu lintas beberapa tahun ke depan, namun pendekat Timur perlu mendapat perhatian utama.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Derajat Kejenuhan (DS) seluruh pendekat berada di bawah batas PKJI 2023 ( $DS \leq 0,85$ ). Nilai DS tertinggi pada pendekat Timur (0,672) dan terendah pada pendekat Selatan (0,237). Kapasitas simpang kondisi eksisting masih memadai.
- Tundaan kendaraan pada rentang 7,821–11,809 detik/SMP mengklasifikasikan seluruh pendekat pada Tingkat Pelayanan B (Lancar) berdasarkan PKJI 2023. Pendekat Timur memiliki tundaan tertinggi (11,809 dtk/SMP).
- Peluang antrian tertinggi pada pendekat Timur (batas atas 40,2%; batas bawah 19,8%). Secara keseluruhan, kondisi antrian masih dapat tertampung pada ruang pendekat yang tersedia.
- Secara keseluruhan, Simpang Alai pada kondisi eksisting masih beroperasi dengan baik. Namun, pertumbuhan volume kendaraan tanpa penanganan berpotensi menurunkan tingkat pelayanan simpang di masa mendatang.

### Saran

- Perlu evaluasi dan pemantauan lalu lintas secara berkala di Simpang Alai untuk mengetahui perkembangan volume kendaraan dan perubahan tingkat pelayanan.
- Pendekat Timur (Jalan Raya Ampang) perlu mendapat perhatian utama karena memiliki nilai DS, tundaan, dan peluang antrian tertinggi. Alternatif penanganan meliputi pelebaran pendekat, penambahan lajur, atau pengaturan ulang waktu sinyal.
- Pengaturan fase sinyal lalu lintas perlu dievaluasi agar distribusi waktu hijau lebih optimal, sehingga tundaan dan panjang antrian kendaraan dapat dikurangi.
- Penelitian selanjutnya disarankan melakukan analisis proyeksi pertumbuhan lalu lintas pada tahun rencana agar dapat ditentukan umur pelayanan simpang serta kebutuhan penanganan di masa mendatang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2022). Jumlah penduduk Indonesia tahun 2022. Jakarta: BPS.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Jakarta: Kementerian PUPR.
- Highway Capacity Manual. (2016). Highway Capacity Manual (6th ed.). Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Hobbs, F. D. (1995). Traffic planning and engineering. Oxford: Pergamon Press.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2017). Rencana induk transportasi nasional. Jakarta: Kemenhub RI.
- Mamu, R., dkk. (2021). Evaluasi kinerja simpang bersinyal Jalan J. A. Katili – Jalan Tondano – Jalan Madura dengan metode PKJI. Jurnal Teknik Sipil.
- Muhammad Eka. (2017). Analisis kinerja persimpangan. Jurnal Rekayasa Transportasi.
- Tamin, O. Z. (2000). Perencanaan dan pemodelan transportasi. Bandung: ITB Press.
- Veronika, & Prayitno, E. (2020). Kinerja simpang bersinyal pada jam puncak (Studi kasus: Simpang Empat Alai, Kota Padang). Jurnal Teknik Sipil.
- Warwick, K., & Hollick, M. (1994). Traffic intersection design. London: Engineering Press.