

Transformasi Simpang Tak Bersinyal Menjadi Simpang Bersinyal Untuk Optimalisasi Kinerja Lalu Lintas pada Simpang UMMAT

Nurul Jumiati*, Anwar Efendy, Swahip, Adryan Fitrayudha

Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram-83111, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

APILL; Kinerja Simpang;
PKJI 2023 ; Derajat
Kejenuhan

***Correspondence email:**

nuruljmt@gmail.com

Submitted: 21 Juli 2026

Revised: 05 Agustus 2026

Accepted: 05 Agustus 2026

Published: 09 Agustus 2026

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk dan kendaraan yang terus terjadi di wilayah Kota Mataram dan kepadatan volume lalu lintas merupakan salah satu faktor utama yang sering terjadi di berbagai daerah Indonesia, salah satunya terjadi di Kota Mataram khususnya pada simpang (empat) UMMAT. Simpang ini memiliki aktivitas lalu lintas yang cukup tinggi karena berada di kawasan pendidikan, perdagangan dan perkantoran sehingga berpotensi menimbulkan tundaan antrean, dan konflik kendaraan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan kinerja simpang dari simpang tak bersinyal menjadi bersinyal berdasarkan pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI) 2023. Penelitian menggunakan metode kuantitatif melalui survei geometrik dan volume lalu lintas, kemudian dianalisis berdasarkan parameter kapasitas derajat kejenuhan, tundaan, dan panjang antrean. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting kapasitas simpang sebesar 3.524 SMP/Jam, dan derajat kejenuhan 0.83, dengan tundaan 13,96 detik/SMP. Setelah perencanaan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dengan waktu siklus 66 detik, diperoleh derajat kejenuhan sebesar 0,67 pada setiap pendekatan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan (APILL) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas mampu menurunkan tingkat kejenuhan, meskipun tundaan kendaraan meningkat akibat pengaturan pelayanan berdasarkan fase sinyal. Dengan demikian penerapan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) mampu mengurangi tingkat kejenuhan.

ABSTRACT

Keywords:

APILL; Intersection
Performance; PKJI 2023;
Degree of saturation

The continuous increase in population and the number of vehicles in Mataram City, along with the growing traffic volume, has become one of the major transportation issues experienced in many regions of Indonesia. One such case occurs at the UMMAT four-legged intersection in Mataram City. This intersection experiences high traffic activity due to its location within an area dominated by educational institutions, commercial activities, and government offices, resulting in the potential for traffic delays, vehicle queues, and traffic conflicts. This study aims to evaluate the changes in intersection into a signalized intersection based on the Indonesian road capacity guidelines (PKJI) 2023. The study employed a quantitative method through geometric and traffic volume surveys, followed by an analysis of intersection performance parameters, including capacity, degree of saturation, delay, and queue length. The analysis results indicate that, under the existing unsignalized condition, the intersection capacity was 3,524 pcu/h, with a degree of saturation of 0.83 and an average delay of 13.96 s/pcu. After the implementation of the traffic signal (APILL) with an optimal cycle time of 66 second, the degree of saturation at each approach decreased to 0.67. These findings indicate that the implementation of Traffic Signal Device (APILL) was able to reduce the degree of saturation, although vehicle delay increased due to signal phase-based traffic control. Therefore, the implementation of Traffic Signal Device (APILL) effectively reduced traffic saturation at the intersection.

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dan kendaraan yang terus terjadi di wilayah atau kawasan perkotaan, seperti di Kota Mataram, dan kepadatan volume lalu lintas. Kepadatan volume lalu lintas merupakan salah satu faktor utama yang sering terjadi di berbagai daerah Indonesia, salah satunya terjadi di Kota Mataram khususnya pada simpang 4 (empat) jalan Gajah Mada-Jalan Merdeka raya- Jalan KH Ahmad Dahlan, Kelurahan Pagesangan, kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. Simpang empat UMMAT memiliki aktivitas yang cukup tinggi, seperti kegiatan pendidikan, pertokoan dan perkantoran. Hal ini disebabkan oleh faktor kepadatan penduduk yang terhitung sebanyak 462.775 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Mataram, 2025). Tingginya angka jumlah penduduk tersebut menyebabkan pemilik kendaraan bermotor maupun yang roda (empat) semakin meningkat. Peningkatan volume lalu lintas berpotensi menimbulkan konflik. Konflik yang terjadi di antaranya konflik dengan gerakan yang berbelok kanan dan kiri yang menjadi faktor utama

penyebab hambatan lalu lintas. Konflik berikutnya merupakan konflik dengan gerakan lalu lintas yang berjalan lurus dengan jalan yang bertemu atau menyatu Efendy & Wahyuningsih, (2024).

Simpang ini merupakan persimpangan yang tidak menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) Ariyani et al., (2026). Penelitian yang berkaitan dengan analisis kinerja simpang tak bersinyal telah banyak dilakukan, sebagian besar hanya berfokus pada evaluasi simpang tak bersinyal. Kajian mengenai transformasi simpang tak bersinyal menjadi bersinyal pada simpang empat UMMAT hingga saat ini belum ditemukan, khususnya pada simpang empat UMMAT. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi perubahan kinerja simpang setelah dilakukan transformasi menjadi simpang bersinyal. Analisis kinerja simpang tak bersinyal dilakukan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 yang mampu mengevaluasi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrean.

Penelitian ini penting dilakukan mengingat meningkatnya volume lalu lintas di simpang UMMAT berpotensi menimbulkan tundaan, antrean, dan konflik kendaraan yang dapat menurunkan kinerja simpang. Analisis kinerja simpang bersinyal dilakukan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 (Direktorat Jendral Bina Marga, 2023) yang mampu mengevaluasi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrean. Untuk mengatasi permasalahan di atas dapat dilakukan peningkatan pada kinerja simpang yaitu dengan cara perencanaan dan pengaturan simpang Agastya, (2024). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 merupakan panduan yang digunakan untuk menganalisis kinerja lalu lintas di indonesia Savitri, (2025). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan kinerja simpang dari simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Analisis dilakukan dengan membandingkan parameter kinerja simpang yaitu, kapasitas, derajat kejenuhan (DJ) tundaan, dan antrean, sebelum dan sesudah penerapan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

METODE

Metode pengumpulan data menentukan langkah dan cara yang digunakan untuk mengambil atau mendapatkan data yang digunakan dalam sebuah proses penelitian (Prasetyo, 2024). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis kinerja simpang berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 Wirawan et al., (2025). Tahapan awal penelitian ini diawali dengan tahap pendahuluan berupa survei pada simpang empat UMMAT untuk mengidentifikasi kondisi lebar efektif tiap pendekat geometrik jalan, jumlah lengan simpang, serta kondisi hambatan samping Kaloko, (2025). Data arus lalu lintas dikumpulkan selama tiga hari kerja dan satu hari akhir pekan. Pengumpulan data dilakukan selama dua belas jam dari pagi pukul 06.00-09.00 WITA kemudian dilanjutkan siang hari jam 11.00-14.00 kemudian dilanjutkan di sore hari jam 15.00-18.00 WITA. Dari hasil analisis data tersebut, diketahui jam puncak pada hari rabu terbagi ke dalam 1 periode jam puncak yaitu 07.00-08.00 (WITA). Pencatatan arus dilakukan tiap periode 15 menit agar fluktuasi kendaraan tergambar rinci. Data lalu lintas yang telah dikumpulkan selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan jenis kendaraan seperti kendaraan sepeda motor, mobil penumpang (SMP) sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Nilai Kapasitas yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis untuk menentukan beberapa parameter kinerja, yaitu derajat kejenuhan (D_j), tundaan rata-rata kendaraan (T), serta peluang antrian (P_A). Analisis data dilakukan setelah seluruh data terkumpul. Pengumpulan data bertujuan untuk kinerja simpang, baik yang tak bersinyal maupun yang sudah diterapkan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), menggunakan metode dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 Ramzy et al., (2025). Sumber data penelitian berasal dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan berupa data geometrik simpang, data volume lalu lintas, data komposisi kendaraan, data pergerakan kendaraan. Adapun data sekunder diperoleh dari instansi terkait Desanta et al., (2024)

HASIL

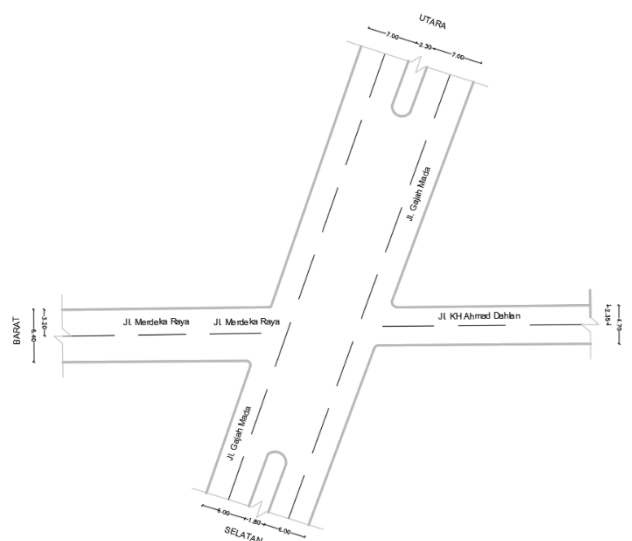
Hasil penelitian menunjukkan bahwa transformasi simpang tak bersinyal menjadi bersinyal mampu meningkatkan kinerja lalu lintas pada simpang empat UMMAT. Berdasarkan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, penerapan (APILL) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas berhasil menurunkan derajat kejenuhan.

Data Geometrik Simpang

Setelah survei lapangan dilaksanakan, dilakukan pengukuran langsung di lokasi menggunakan alat ukur guna mendapatkan data geometrik simpang. Selanjutnya ditampilkan lokasi penelitian beserta kondisi geometrik simpang dicantumkan pada Gambar 1 dan 2 berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Sumber: Google Earth

Gambar 2. Sketsa Geometrik Simpang

Sumber: Data Geometrik Simpang

Data geometrik simpang yang diperoleh dari lokasi penelitian digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kapasitas serta analisis kinerja simpang sesuai dengan ketentuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Hasil perhitungan dicantumkan pada Tabel 1 berikut.

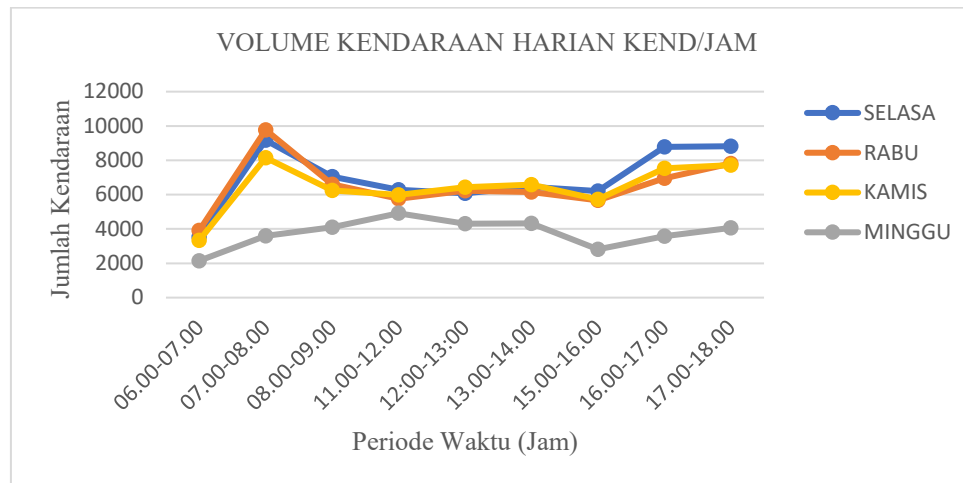
Tabel 1. Perhitungan Lebar Pendekat Simpang

Geometrik Jalan	Jl. KH Ahmad Dahlan (T)	Jl. Merdeka Raya (B)	Jl. Gajah Mada (S)	Jl. Gajah Mada (U)
Lebar Jalan (m)	4,70	6,40	6	7
Lebar Masuk (m)	2,35	3,20	6	7
Lebar Keluar(m)	3,20	2,35	7	6

Sumber: Data Geometrik Simpang Empat UMMAT (2026)

Volume Kendaraan

Berdasarkan pengambilan data kendaraan pada persimpangan ini dilakukan selama empat hari pengamatan yaitu hari Selasa 6 Januari, Rabu 7 Januari, Kamis 8 Januari, Minggu 11 Januari. Pengumpulan data dilakukan selama dua belas jam dari pagi jam 06.00-09.00 kemudian dilanjutkan siang hari jam 11.00-14.00 dan dilanjutkan sore hari jam 15.00-18.00 WITA. yang menunjukkan variasi kendaraan sepanjang periode pengamatan. Seperti dicantumkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Jumlah Kendaraan Pada Simpang Per Jam
Sumber: Data Olahan Grafik (2026)

Berdasarkan Gambar 3 terlihat pola fluktuasi volume lalu lintas pada hari kerja (Selasa, Rabu dan Kamis) menunjukkan kecenderungan peningkatan signifikan pada periode pagi hari, yang berkaitan dengan aktivitas perjalanan menuju tempat kerja dan sekolah, dengan puncak tertinggi terjadi pada hari Rabu pukul 07.00-08.00. sedangkan volume lalu lintas pada hari minggu memperlihatkan distribusi yang lebih merata dan tidak setinggi hari kerja pada periode pagi yang mengendalikan dominasi perjalanan rekreasi atau kegiatan non rutin; perbedaan karakteristik arus lalu lintas ini menunjukkan bahwa dinamika volume harian berpengaruh terhadap besarnya arus puncak yang menempatkan volume puncak sebagai indikator utama analisis kinerja arus.

Kondisi Eksisting dan Kinerja Simpang

Berdasarkan penelitian sebelumnya Bahri et al., (2026) dicantumkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perhitungan Kondisi Eksisting dan Kinerja Simpang

Kinerja Simpang	Hasil
Kapasitas (C)	3.524 SMP/jam
Derajat Kejenuhan (D_j)	0,83
Tundaan lalu lintas (T_{LL})	9,97 det/SMP
Tundaan lalu lintas (TLL_{MA})	7,35 det/SMP
Tundaan lalu lintas jalan minor (TLL_{MI})	21,75 det/SMP
Tundaan geometrik (T_G)	3,39 det/SMP
Tundaan Simpang (T)	13,96 det/SMP
Peluang Antrian (P_a)	Panjang antrean atas (P_a) 54,70% Panjang antrean bawah (P_a) 27,64 %

Sumber: Data Olahan (2026)

Perencanaan Penerapan APILL

Alat pemberi isyarat lalu lintas atau yang biasa disebut (APILL) adalah Perangkat elektronik yang digunakan sebagai isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat untuk mengatur lalu lintas. Adapun perhitungan sebagai berikut.

1. Perhitungan arus lalu lintas jam sibuk

Sebagai tahap awal dalam menganalisis kinerja simpang, dilakukan identifikasi karakteristik arus lalu lintas pada setiap pendekat simpang berdasarkan arah pergerakan kendaraan. Data arus lalu lintas yang yang diperoleh dari hasil survei selanjutnya diubah ke dalam satuan mobil penumpang (SMP) menggunakan faktor ekivalensi kendaraan sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Hasil perhitungan dicantumkan pada Tabel 3 berikut.

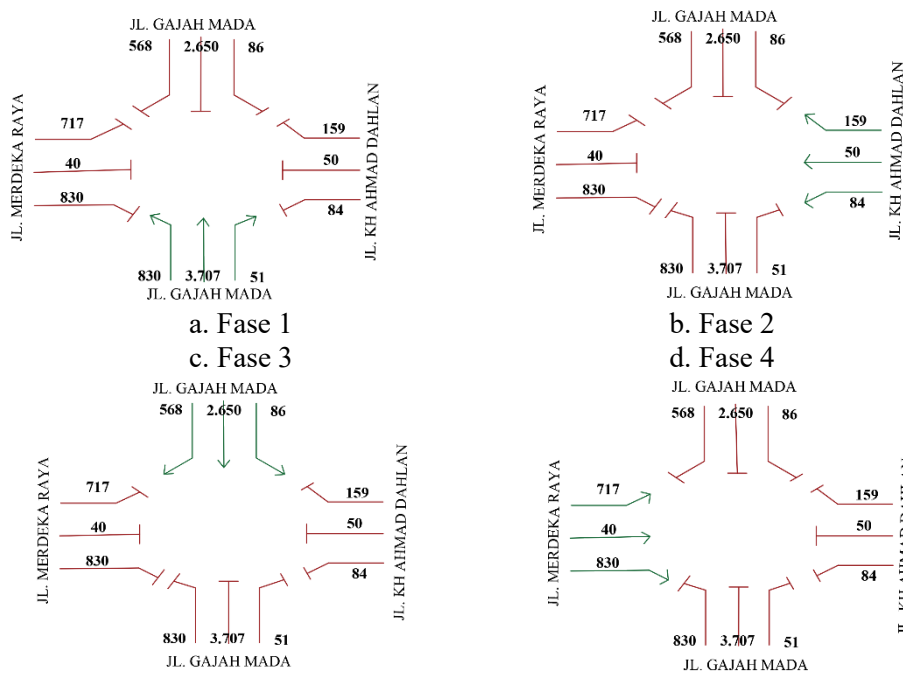
Tabel 3. Perhitungan Arus Lalu Lintas Jam Puncak Tinggi

Kode Pendekat	Arah	Tipe Pendekat			Arus Lalu Lintas	
		SM	MP	KS	Kendaraan/jam	SMP/jam
(T) Jl. KH Ahmad Dahlan	BKI	72	12	0	84	22,8
	LURUS	50	0	0	50	20
	BKA	139	20	0	159	75,6
	TOTAL	261	32	0	293	118,4
(B) Jl. Merdeka Raya	BKI	651	64	2	717	164,25
	LURUS	36	4	0	40	18,4
	BKA	742	85	3	830	385,7
	TOTAL	1.429	153	5	1.587	568,35
(S) Jl. Gajah Mada	BKI	766	63	1	830	179,2
	LURUS	3.247	434	26	3.707	1766,6
	BKA	42	9	0	51	25,8
	TOTAL	4.055	506	27	4.588	1971,6
(U) Jl. Gajah Mada	BKI	75	11	0	86	22,25
	LURUS	2.254	390	6	2.650	1299,4
	BKA	530	37	1	568	250,3
	TOTAL	2.859	434	7	3.304	1571,95

Sumber: Data Olahan (2026)

2. Penentuan Waktu Isyarat

- Tipe pendekat, berdasarkan simpang empat UMMAT yaitu tipe pendekat (P), pendekat tipe (P) adalah pengaturan fase sinyal dimana suatu arus kendaraan diberikan hak jalan secara eksklusif selama fase hijau berlangsung. Dan waktu siklus yang akan diterapkan yakni 4 fase. Seperti dicantumkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Penerapan APILL dengan 4 fase

Sumber: Data Olahan (2026)

- Arus Jenuh, berdasarkan saat menentukan arus jenuh dengan tipe pendekat terlindung (P) ditentukan oleh persamaan $(J_0) = 600 \times L_E$ lebar efektif. Nilai 600 berdasarkan persamaan (PKJI) 2023 kemudian nilai (L_E) lebar efektif yaitu data pada geometrik simpang. Hasil perhitungan dicantumkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perhitungan Arus Jenuh Dasar

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Lebar Efektif (m)	Arus jenuh dasar (J_0)
Timur	Terlindung (P)	2,35	1.410
Barat	Terlindung (P)	3,20	1.920
Selatan	Terlindung (P)	3	1.800
Utara	Terlindung (P)	3,5	2.100

Sumber: Data Olahan (2026)

Perhitungan arus jenuh (J) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor-faktor koreksi yaitu, faktor koreksi hambatan samping, faktor ukuran kota, faktor kelandaian pendekat, faktor parkir, faktor belok kiri dan faktor belok kanan. Hasil perhitungan arus jenuh (J) dicantumkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perhitungan Perolehan Nilai Arus Jenuh

Jo (SMP/Jam)	Timur 1.410	Barat 1.920	Selatan 1.800	Utara 2.100
F_{HS}	0,94	0,94	0,94	0,94
F_{UK}	0,88	0,88	0,88	0,88
F_G	1,00	1,00	1,00	0,99
F_P	0,49	0,54	0,53	0,55
F_{BKI}	0,95	0,92	0,95	0,95
F_{BKA}	1,15	1,14	1,01	1,03
J (SMP/Jam)	619,876	899,547	794,497	897,587

Sumber: Data Olahan (2026)

Arus jenuh (J) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor faktor koreksi.

Arus jenuh (J) dan rasio fase diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Arus jenuh dasar } (J_0) = 600 \times L_E \quad (1)$$

$$= 600 \times 2,35 = 1.410 \text{ SMP/jam}$$

$$\text{Arus jenuh } (J) = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKI} \times F_{BKA} \quad (2)$$

$$= 1.410 \times 0,94 \times 0,88 \times 1,00 \times 0,49 \times 0,94 \times 1,15$$

$$= 619,876 \text{ SMP/jam}$$

3. Rasio Arus

Perhitungan rasio arus bertujuan mengetahui besarnya proporsi arus jenuh pada setiap pendekat simpang. Nilai rasio arus diperoleh dari pembagian arus lalu lintas (q) dengan arus jenuh (J). Nilai arus lalu lintas (q) diperoleh dari nilai arus lalu lintas dan nilai arus jenuh (J) diperoleh dari hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor-faktor koreksi yaitu, faktor hambatan samping, faktor ukuran kota, faktor kelandaian pendekat, faktor parkir, faktor belok kiri dan faktor belok kanan. Hasil Perhitungan dicantumkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Perhitungan Rasio Arus dan Fase

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (SMP/jam)	Arus Jenuh (SMP/jam)	Rasio Arus	Rasio Fase
Timur	22,8	619,063	0,037	0,078
Barat	164,25	899,547	0,183	0,389
Selatan	179,2	794,494	0,226	0,480
Utara	22,25	897,587	0,025	0,053
	$\sum_i (R_{qj} \text{ kritis})$		0,470	

Sumber: Data Olahan (2026)

Rasio Arus dan rasio fase diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

Rasio Arus

$$q / J \quad (3)$$

$$= 22,8 / 619,876$$

$$= 0,037$$

Rasio Fase

$$\text{Rasio Arus } R_q / R_{qj} \sum \text{ kritis} \quad (4)$$

$$= 0,037 / 0,470$$

$$= 0,078$$

4. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan agar seluruh fase sinyal pada suatu simpang bersinyal selesai dilayani dalam satu putaran, dimulai dari fase pertama hingga kembali ke fase pertama berikutnya. Waktu siklus terdiri dari waktu hijau, waktu kuning, dan waktu merah. Perhitungan waktu siklus diperoleh dari nilai persamaan 1,5 dikali waktu hilang hijau (W_{HH}) di tambah 5 dibagi 1 dikurang rasio arus simpang (R_{AS}). Waktu hilang hijau diperoleh dari nilai (W_{MS}) nilai rasio arus simpang diperoleh dari perjumlahan nilai arus di semua pendekat. Pengaturan waktu siklus Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) bertujuan mengoptimalkan arus lalu lintas di persimpangan. Hasil perhitungan data lalu lalu lintas dicantumkan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Perhitungan Data Lalu Lintas

Kode Pendekat	Waktu Hijau (detik)	Waktu Kuning (detik)	Waktu Merah (detik)	All Red (detik)	Siklus Waktu (detik)
Timur	3,57	3	50	2,3	66
Barat	17,76	3	36	2.191	66
Selatan	21,93	3	32	3.411	66
Utara	2,41	3	51	2,23	66

Sumber: Data Olahan (2026)

- Menentukan waktu hijau
waktu hijau diperoleh menggunakan rumus
 $WH = (Waktu siklus - waktu hijau) \times rasio$ (5)
 - Menentukan waktu kuning
Penentuan waktu kuning berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 ditetapkan 3 hingga 5 detik per fase
 - Menentukan waktu merah
Waktu merah diperoleh menggunakan rumus
 $WM = Waktu siklus - (waktu hijau per fase + total waktu kuning)$ (6)
 - Menentukan waktu merah semua (All red)
 $WMS = Jarak berangkat - jarak datang$ (7)
 - Menentukan siklus
 $S = (1,5 \times W_{HH} + 5) / (1 - \sum Rq \text{ kritis})$ (8)
 $= (1,5 \times 19,832 + 5) / (1 - 0,470)$
 $= 66 \text{ detik}$
5. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan
- Perhitungan kapasitas dilakukan setelah diperoleh nilai arus jenuh (J) waktu hilang hijau (W_H) dan waktu siklus (W_S). Kemudian setelah mendapatkan nilai, nilai arus jenuh (J) dikalikan dengan waktu hijau (W_H) dan dibagi waktu siklus (S). Hasil perhitungan kapasitas dicantumkan pada Tabel 8 berikut.
- Perhitungan derajat kejenuhan (D_j) diperoleh dari pembagian arus lalu lintas (q) terhadap kapasitas (C) pada pendekat simpang. Nilai arus lalu lintas (q) diperoleh berdasarkan dari hasil survei volume kendaraan yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang (SMP/jam) sedangkan perolehan nilai kapasitas (C) yaitu dari arus jenuh dikali waktu hijau dan dibagi waktu siklus. Hasil perhitungan derajat kejenuhan dicantumkan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Perhitungan Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (SMP/jam)	Kapasitas (SMP/jam)	Derajat Kejenuhan
Timur	22,8	33,84	0,67
Barat	164,25	243,84	0,67
Selatan	179,2	266,04	0,67
Utara	22,25	33,03	0,67
Total	388,50		

Sumber: Data Olahan (2026)

Nilai Kapasitas dan derajat kejenuhan diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas (C)} = J \times W_H / W_S \quad (9)$$

$$= 619,876 \times 3,57 / 66 = 33,84 \text{ SMP/jam}$$

$$D_j = q / C \quad (10)$$

$$= 22,8 / 33,84 = 0,67$$

6. Panjang Antrean simpang

Panjang antrian merupakan Panjang antrian kendaraan yang terbentuk pada suatu pendekat simpang bersinyal selama fase merah atau saat kendaraan belum dapat dilayani. Nilai panjang antrean (P_A) diperoleh dari hasil nilai (N_q) dikali 20 dan dibagi (L_M) data geometrik. Nilai (N_q) diperoleh dari perjumlahan $N_q^1 + N_q^2$, nilai 20 yaitu luas area rata-rata yang digunakan oleh satuan mobil penumpang (SMP) dan data geometrik yaitu nilai lebar masuk pada simpang. Hasil perhitungan panjang antrean dicantumkan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Perhitungan Panjang Antrean Simpang

Kode Pendekat	NQ (SMP)	Lebar Masuk (meter)	Panjang Antrean (meter)
Timur	0,90	2,35	7,65
Barat	3,16	3,20	19,74
Selatan	3,29	6	10,98
Utara	0,89	7	2,55

Sumber: Data Olahan (2026)

Nilai panjang antrian diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

Panjang antrian (PA)

$$P_A = N_q \times 20 / L_m \quad (11)$$

$$= 0,90 \times 20 / 2,35 = 7,65 \text{ meter}$$

7. Tundaan simpang

Tundaan simpang merupakan total waktu ke terlambatan rata-rata yang dialami kendaraan ketika melintasi simpang. Nilai tundaan diperoleh dari penjumlahan tundaan lalu lintas (T_L) dan tundaan geometric (T_G). Nilai tundaan lalu lintas (T_L) diperoleh berdasarkan penjumlahan nilai kapasitas (c) dikali 0,5 dikali derajat kejenuhan (D_j) dikali rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dikali porsi kendaraan (P_s) dikali 6 ditambah rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dikali 4. Hasil perhitungan tundaan simpang dicantumkan pada Tabel 10 berikut.

Tundaan Pada suatu simpang APILL terjadi karena 2 (dua) hal, yaitu:

- Tundaan lalu lintas T_{LL} dan
- Tundaan Geometrik T_G

Tabel 10. Perhitungan Tundaan Simpang

Kode Pendekat	Kapasitas SMP/jam	Tundaan Lalu Lintas (detik)	Tundaan Geometrik (detik)	Tundaan Rata-rata (detik)	Tundaan Total (detik)
Timur	33,84	82,73	3,07	85,80	5,04
Barat	243,84	28,56	4,09	32,65	13,80
Selatan	266,04	25,37	13,10	38,47	17,74
Utara	33,03	84,79	7,09	91,88	5,26

Sumber: Data Olahan (2026)

Nilai tundaan simpang diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = T_L + T_G \quad (12)$$

$$= 82,73 + 3,07$$

$$= 85,80 \text{ (detik/SMP)}$$

Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Perencanaan APILL

Perbandingan sebelum dan sesudah perencanaan APILL difokuskan pada derajat kejenuhan dan tundaan. Kapasitas kondisi simpang tak bersinyal tidak dibandingkan secara langsung dengan kapasitas masing-masing pendekat pada kondisi bersinyal karena keduanya memiliki dasar perhitungan dan unit analisis yang berbeda.

1. Perbandingan Kapasitas Simpang

Perbandingan kapasitas simpang sebelum dan sesudah perencanaan APILL, pada kondisi sebelum penerapan APILL, kapasitas dihitung sebagai kapasitas total simpang, yaitu kapasitas gabungan dari seluruh lengan simpang. Sementara itu pada kondisi sesudah penerapan APILL, kapasitas tidak lagi dihitung sebagai kapasitas total simpang, melainkan dihitung secara terpisah untuk setiap lengan pendekat karena masing-masing lengan memperoleh waktu hijau yang berbeda sesuai pengaturan fase sinyal. Hasil perbandingan kapasitas dicantumkan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Perbandingan Kapasitas Simpang

Kondisi Simpang	Kapasitas SMP/jam
Sebelum Perencanaan APILL	3.524
Sesudah Perencanaan APILL (Timur)	33,84
(Barat)	243,84
(Selatan)	266,04
(Utara)	33,03

Sumber: Data Olahan (2026)

2. Perbandingan Derajat Kejenuhan

Perbandingan derajat kejenuhan dilakukan untuk mengetahui perubahan tingkat kejenuhan simpang sebelum dan sesudah penerapan APILL. Nilai derajat kejenuhan merupakan indikator yang menunjukkan tingkat pemanfaatan kapasitas yang tersedia masih mampu melayani volume kendaraan dengan baik. Hasil perbandingan derajat kejenuhan dicantumkan pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Perbandingan Derajat Kejenuhan

Kondisi Simpang	Derajat Kejenuhan
Sebelum Perencanaan APILL	0,83
Sesudah Perencanaan APILL	0,67
Selisih	0,16

Sumber: Data Olahan (2026)

3. Perbandingan Tundaan Simpang

Perbandingan tundaan simpang sebelum dan sesudah simpang penerapan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dilakukan untuk mengevaluasi perubahan waktu yang dialami kendaraan saat melintasi simpang. Tundaan merupakan salah parameter utama kinerja simpang yang menunjukkan tingkat hambatan lalu lintas. Hasil perbandingan kapasitas simpang dicantumkan pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Perbandingan Tundaan Simpang

Kondisi Simpang	Tundaan lalu lintas simpang (detik/kendaraan)
Sebelum Perencanaan APILL	9,97
Sesudah Perencanaan APILL	28,56
Selisih	-18,59
Kondisi Simpang	Tundaan geometrik simpang (detik/kendaraan)
Sebelum Perencanaan APILL	3,99
Sesudah Perencanaan APILL	3,07
Selisih	0,92
Kondisi Simpang	Tundaan rata-rata simpang (detik/kendaraan)
Sebelum Perencanaan APILL	13,96
Sesudah Perencanaan APILL	32,65
Selisih	-18,69

Sumber: Data Olahan (2026)

4. Perbandingan Panjang Antrean

Perbandingan Panjang antrean sebelum dan sesudah penerapan APILL dilakukan untuk mengevaluasi perubahan jumlah kendaraan yang mengantre pada setiap pendekat simpang. Panjang antrean merupakan parameter kinerja simpang yang menunjukkan Tingkat pengumpulan kendaraan akibat kondisi lalu lintas dan pengaturan sinyal. Hasil perbandingan Panjang antrean dicantumkan pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Perbandingan Panjang Antrean

Sebelum Perencanaan APILL	27,64%-54,70%	
Sesudah Perencanaan APILL	Timur	7,65 (meter)
	Barat	19,74 (meter)
	Selatan	10,98 (meter)
	Utara	2,55 (meter)

Sumber: Data Olahan (2026)

Ringkasan Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum dan Sesudah Penerapan APILL

Berdasarkan hasil perbandingan, penerapan APILL memberikan peningkatan kinerja simpang. Sebelum penerapan APILL, simpang tak bersinyal memiliki derjat kejenuhan yang tinggi sehingga berpotensi menimbulkan tundaan, antrean, dan konflik. Perhitungan perbandingan sebelum dan sesudah penerapan (APILL) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dicantumkan pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Ringkasan Perbandingan Kinerja Simbang Sebelum dan Sesudah Penerapan APILL

Parameter	Sebelum Perencanaan APILL	Sesudah Perencanaan APILL	Keterangan
Derajat Kejenuhan	0,83	0,67	Menurun
Tundaan lalu lintas simbang (detik/kendaraan)	9,97	28,56	Meningkat
Tundaan geometrik simbang (detik/kendaraan)	3,99	3,07	Menurun
Tundaan rata-rata simbang (detik/kendaraan)	13,96	32,65	Meningkat
Peluang Antrean (%)	27,64-54,70	-	Menurun

Sumber: Data Olahan (2026)

Berdasarkan hasil analisis, derajat kejenuhan dari 0,83 pada kondisi tak bersinyal menjadi 0,67 pada masing-masing pendekat setelah perencanaan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Namun, tundaan lalu lintas meningkat karena kendaraan harus menunggu pelayanan fase hijau secara bergantian. Dengan demikian, penerapan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) menurunkan tingkat kejenuhan dan mengatur pergerakan kendaraan secara lebih terstruktur. Tetapi menyebabkan peningkatan antrian.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis transformasi simbang UMMAT dari simbang tak bersinyal menjadi simbang bersinyal menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dapat disimpulkan sebagai berikut: pada kondisi eksisting simbang tak bersinyal, diperoleh kapasitas simbang sebesar 3.524 SMP/Jam sehingga menghasilkan derajat kejenuhan (Dj) sebesar 0,83. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kinerja simbang telah mendekati jenuh sehingga berpotensi menimbulkan tundaan dan antrean kendaraan, terutama pada jam puncak. tundaan simbang sebesar 13,96 detik/SMP dengan peluang antrean berkisar antara 27,64%-54,70%, yang menunjukkan mulai terjadinya penurunan tingkat pelayanan simbang. Berdasarkan hasil perencanaan penerapan alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) diperoleh kapasitas pada masing-masing pendekat, yaitu Timur 33,84 SMP/jam, Barat 243,84 SMP/jam, Selatan 266,04 SMP/jam, dan Utara 33,03 SMP/jam, dengan waktu siklus optimal selama 66 detik dengan pengaturan 4 fase. Nilai derajat kejenuhan (Dj) pada seluruh pendekat yaitu 0.67, yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas masih di bawah kapasitas pendekat sehingga operasional simbang menjadi lebih stabil. Transformasi simbang tak bersinyal menjadi simbang bersinyal menurunkan derajat kejenuhan dari 0,83 menjadi 0,67 sehingga arus lalu lintas dapat diatur secara lebih tersruktur pada setiap pendekat. Namun, penerapan APILL meningkatkan tundaan karena harus menunggu pelayanan fase hijau secara bergantian. Oleh karena itu, penerapan (APILL) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas dinilai mampu mengurangi tingkat kejenuhan dan mengendalikan konflik pergerakan kendaraan, tetapi pengaturan waktu siklus dan waktu hijau masih perlu dioptimalkan untuk mengurangi tundaan. Hal ini ditunjukan dengan menurunkan derajat kejenuhan dari 0,83 menjadi 0.67, sehingga tingkat pelayanan simbang menjadi lebih baik. Pengaturan sinyal berpotensi mengatur pergerakan kendaraan secara lebih terstruktur. Namun, pengaruh penerapan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) terhadap konflik dan keselamatan lalu lintas masih memerlukan kajian lebih lanjut menggunakan data kecelakaan atau analisis konflik kendaraan. berdasarkan hasil analisis tersebut, penerapan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) pada simbang UMMAT di nilai layak sebagai alternatif penanganan untuk mengoptimalkan kinerja lalu lintas, terutama dalam mengurangi tingkat kejenuhan, serta menciptakan pengaturan lalu lintas yang lebih efektif sesuai dengan ketentuan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Efendy, A., & Wahyuningsih, T. (2024). Kajian Rekayasa Lalu Lintas Simpang Tiga Dakota Akibat Pemberlakuan Ssa Dan Penambahan Arus JL. Adi Sucipto Rembiga Kota. *Spektrum.Unram.Ac.Id*, 11(1), 60–70. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v11i1.337>
- Ariyani, R., Efendy, A., & Fariyadin, A. (2026). Kajian Rekayasa Lalu Lintas Simbang Tiga Narmada Menggunakan Software PTV VISSIM. *Jurnal Konstruksi*, 24(1), 1115–1126. <https://doi.org/10.33364/KONSTRUKSI/V.24-1.3516>
- Agastya, K. R. (2024). *Analisis Peningkatan Kinerja Simbang Melalui Transportasi Jalan*. 1–35. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v8i1.11564>
- Savitri, L. P. A. W. (2025). *Analisis Desain Rekayasa Simbang Bersinyal : Studi Kasus Simbang 4 Gatot Subroto Malang*. 1–77. <https://doi.org/10.30630/jirs.v22i2.2057>
- Prasetyo, Y. P. W. (2024). Optimalisasi Kinerja Simbang Lalu Lintas: Studi Transformasi Dari Simbang Tidak Bersinyal ke Simbang Bersinyal. *JUTEKS-JURNAL TEKNIK SIPIL*, 09 (1)(01), 40–47. <https://doi.org/10.32511>
- Wirawan, M. D., Prasetyo, P. Y., & Hutabarat, T. (2025). Optimalisasi Simbang Apill Pasar Jelojok Kopang Kabupaten Lombok Tengah. *Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 10, 1–13. <https://doi.org/10.55511>

- Kaloko, B. I. (2025). Peningkatan Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Pada Simpang Kromasan di Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 20, 1–10. <https://doi.org/10.35793/jts.v21i83.46600>
- Ramzy, M., Rahadjo, B., & Supriyanto, B. (2025). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Malang Menggunakan PKJI 2023 (Studi Kasus: Simpang Dieng Malang). *Journal-Teori, Praktik, Peneliti, Dan Pengajaran Teknik Bangunan*, 30 (1)(1), 27–40. <https://doi.org/10.17977/um068.v4.i7.2024.4>
- Desanta, D. F. F., Sholichin, Ibnu, & 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>
- Bahri, H., Efendy, A., Wahyuningsih, T., & Fitrayudha, A. (2026). Evaluasi Kapasitas dan Kinerja Lalu Lintas Simpang Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. *Jurnal Konstruksi*, 24 (1)(1), 266–277. <https://doi.org/10.33364/KONSTRUKSI/V.24-1.3362>
- Direktorat Jendral Bina Marga (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia PKJI (2023). Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Badan Pusat Statistik Kota Mataram. (2025). *Statistik Daerah Kota Mataram tahun 2025*.