

Evaluasi kinerja simpang bersinyal Jl. Imam Bonjol – Jl. Gunung Sopotan Kecamatan Denpasar Barat

I Putu Arya Alit Kamboja^{a*}, Dewa Ayu Nyoman Sriastuti^a, I Gusti Agung Gede Nodya Dharmastika^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Warmadewa

Corresponding Author:

Email: aryaalit333@gmail.com

Keywords:

Congestion, intersection performance, signalized

Received :

Revised :

Accepted :

Abstract: *Transportation plays an important role in supporting community activities, both in individual mobility and in the process of distributing goods. In general, transportation activities are never separated from the problem of traffic congestion that generally occurs in urban areas, especially at road intersections that are the meeting point of vehicle flows from various directions. In Denpasar City, the growth rate of vehicles continues to increase reaching around 10-12% per year. This is very unbalanced with the available road capacity, causing congestion, especially in commercial areas. The Imam Bonjol - Gunung Sopotan intersection is one of the signalized intersections known to experience traffic congestion due to non-optimal signal timing. The survey results show that the redlight duration is too long causing queues of vehicles, especially during peak hours because the area is a commercial area with high activity. This study aims to evaluate the performance of the intersection and plan more effective signal timings to improve optimal traffic flow at the intersection.*

Copyright © 2026 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan masyarakat modern, transportasi memainkan peran yang sangat penting dalam memfasilitasi aktivitas masyarakat, baik mobilitas individu maupun pendistribusian barang. Menurut Khaerat Nur et al. (2021), transportasi merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan, mengangkut, atau mengalihkan manusia maupun barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Saat ini, peran transportasi semakin penting, yang secara tidak langsung berdampak pada peningkatan volume pergerakan di berbagai jaringan jalan. Dampak tersebut terjadi sebagai akibat peningkatan mobilitas masyarakat serta pertumbuhan jumlah moda transportasi yang lebih cepat dibandingkan dengan perkembangan infrastruktur dan fasilitas lalu lintas yang tersedia (Markus, Tjitra Handayani, & Astutik, 2023). Sejalan dengan hal tersebut, ketidaksesuaian yang terjadi tentunya dapat menyebabkan permasalahan lalu lintas salah satunya kemacetan (Ariawan et al., 2024). Lokasi kemacetan umumnya terjadi pada persimpangan yang menjadi titik sentral kemacetan lalu lintas khususnya pada jam sibuk (*peak hour*) di hari kerja maupun hari libur karena banyaknya pergerakan arus lalu lintas (Supriyanto, Pranoto, & Prabandari, 2025).

Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan (Khisty & Kent Lall, 2003). Persimpangan harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas (Khisty & Kent Lall, 2003). Persimpangan merupakan salah satu elemen penting yang perlu diperhatikan dalam upaya memperlancar arus lalu lintas di kawasan perkotaan. Kinerja simpang yang baik dapat mendukung terciptanya sistem transportasi yang lancar dan sesuai dengan harapan. Kinerja sebuah persimpangan dapat diukur dari tundaan dan kapasitas persimpangan. Dimana tundaan pada persimpangan adalah total waktu dari hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan saat melewati suatu persimpangan (Alvian Ariesta, Sugiarto Waloejo, & Widyawati Agustin, 2020). Besarnya tundaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya pengaturan waktu sinyal yang tepat pada lampu lalu lintas.

Kota Denpasar mengalami laju pertumbuhan kendaraan yang cukup tinggi, dimana kondisi ini memberikan dampak langsung terhadap kinerja infrastruktur transportasi, khususnya pada titik-titik simpang bersinyal. Berdasarkan survei pendahuluan, pada simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Gunung

Soputan ditemukan adanya ketidakseimbangan durasi siklus sinyal lalu lintas, dimana sinyal merah berlangsung lebih lama dibandingkan sinyal hijau pada setiap lengan simpang. Ketidakseimbangan ini mengakibatkan antrean kendaraan yang cukup panjang dan kepadatan lalu lintas, terutama pada jam-jam sibuk, mengingat tingginya aktivitas komersial di kawasan tersebut.

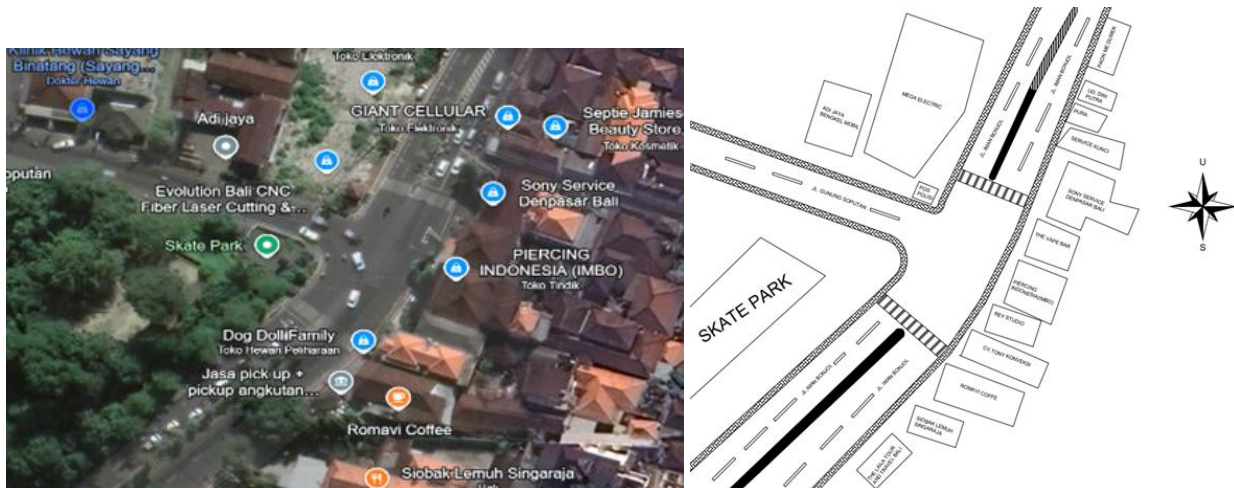
Penelitian terkait kinerja simpang bersinyal telah banyak dilakukan oleh berbagai peneliti sebelumnya. Salah satunya penelitian oleh Hendratma, Sriastuti, & Eryani (2024) yang menganalisis kinerja simpang bersinyal pada simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Sunset Road, akibat pengaturan waktu sinyal dan waktu siklus yang kurang optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan waktu siklus dan waktu sinyal dapat menghasilkan pengaturan sinyal yang lebih efisien dengan tingkat pelayanan meningkat ke kategori B. Penelitian serupa dilakukan oleh Widana Negara, Karnata Mataram, & Premana Sigraha (2017) pada simpang Jalan Raya Tuban–Jalan Satria–Jalan Raya Kuta. Berdasarkan hasil analisis dengan beberapa alternatif, diperoleh bahwa *resetting* lampu lalu lintas dengan teknik multi program menghasilkan tingkat pelayanan yang lebih baik yaitu C-F. Penelitian lainnya dilakukan oleh Warianti, Windari, & Sari (2024) pada simpang Jalan TB Simatupang – Jalan Condet, Jakarta. Hasil analisis menunjukkan bahwa pelebaran pada masing-masing pendekat menjadi solusi terbaik, dengan peningkatan tingkat pelayanan dari kategori F (sebelum pelebaran) menjadi D (setelah pelebaran). Sementara itu, Basuki, M, & Subagio (2024) melakukan penelitian pada simpang Jalan Kallmamtan – Jalan Bali – Jalan Maluku – Jalan Raya Kuningan. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi pengaturan ulang sinyal dan pelarangan belok kanan merupakan alternatif yang paling efektif, dengan peningkatan tingkat pelayanan menjadi kategori C.

Berdasarkan hal tersebut, permasalahan yang terjadi pada area persimpangan memerlukan adanya upaya untuk membenahi pengaturan lalu lintas agar bisa mengoptimalkan dan meningkatkan kinerja simpang. Hal yang sama juga terjadi pada simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Gunung Soputan, yang memerlukan penanganan untuk meningkatkan kelancaran arus lalu lintas di kawasan tersebut. Penelitian ini difokuskan untuk menilai kinerja operasional simpang bersinyal pada persimpangan Jalan Imam Bonjol – Jalan Gunung Soputan saat ini, dan merumuskan perencanaan siklus sinyal lalu lintas yang optimal pada simpang tersebut sesuai dengan peraturan PKJI 2023.

2. DATA DAN METODE

Lokasi penelitian

Lokasi persimpangan yang akan ditinjau berlokasi di Jalan Imam Bonjol – Jalan Gunung Soputan, Kota Denpasar, Kecamatan Denpasar Barat, Provinsi Bali seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengumpulan data primer

- a) Kondisi geometrik persimpangan jalan
Pengumpulan data mengenai kondisi fisik simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Gunung Soputan dengan melakukan pengukuran langsung terhadap beberapa elemen geometrik, seperti lebar jalan

utama, lebar jalur belok, bahu jalan, ukuran lajur kendaraan, serta dimensi trotoar yang tersedia di sekitar simpang.

- b) Volume lalu lintas
Data volume kendaraan dikumpulkan melalui survei lapangan yang dilakukan di lokasi simpang Jalan Imam Bonjol - Jalan Gunung Sopotan, Denpasar Barat, Bali. Survei ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melintasi masing-masing pendekatan simpang selama periode tertentu.
- c) Durasi pengaturan lampu lalu lintas
Data mengenai pengaturan waktu sinyal lalu lintas diperoleh melalui pengamatan langsung di lokasi simpang. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan stopwatch untuk mencatat lama waktu masing-masing fase sinyal (merah, kuning, hijau) pada tiap arah pendekatan.
- d) Hambatan samping
Data mengenai hambatan samping diperoleh dengan mencatat berbagai aktivitas yang dapat mengganggu kelancaran lalu lintas, seperti jumlah pejalan kaki yang melintas, kendaraan yang berhenti atau parkir di tepi jalan, kendaraan tidak bermotor, serta kendaraan yang masuk dan keluar dari lahan di sekitar simpang selama waktu pengamatan.

Pengumpulan data sekunder

- a) Data jumlah penduduk
Informasi mengenai jumlah penduduk Kota Denpasar, khususnya wilayah Denpasar Barat tahun 2023, diperoleh melalui data yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Denpasar. Data tersebut dimanfaatkan sebagai dasar perhitungan dalam menentukan faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs).
- b) Peta lokasi penelitian pada Jl. Imam Bonjol – Gunung Sopotan Denpasar Barat, Provinsi Bali

Kapasitas dan derajat kejenuhan persimpangan

Kapasitas lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah maksimum arus kendaraan yang dapat dilayani secara berkelanjutan dalam kondisi tertentu (PKJI, 2023). Pada simpang bersinyal, kapasitas dihitung untuk masing-masing pendekatan atau untuk kelompok lajur dalam satu pendekatan, sesuai dengan formula yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad \text{Pers 1)}$$

Keterangan:

- C = kapasitas simpang APILL dalam SMP/jam
 J = arus jenuh dalam SMP/jam
 W_H = total waktu hijau dalam siklus, dalam detik
 s = waktu siklus, dalam detik

Untuk derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$D_j = \frac{q}{C} \quad \text{Pers 2)}$$

Dengan:

- D_j = derajat kejenuhan
 C = kapasitas segmen jalan, dalam SMP/jam
 q = volume lalu lintas, dalam SMP/jam

Perilaku Lalu-Lintas

- a) Panjang Antrian
Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada persimpangan tiap jalur saat nyala lampu merah (PKJI, 2023). Perhitungan rata-rata panjang antrian berdasarkan PKJI (2023) dilakukan sesuai persamaan berikut.

Untuk derajat kejenuhan (DS) ≤ 0,5 seperti yang disajikan pada Persamaan 3.

$$NQ_1 = 0,25 \times s \times \left[(DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + 8 \frac{DJ - 0,5}{s}} \right] \quad \text{Pers 3)}$$

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0,5 seperti yang disajikan pada Persamaan 4.

$$NQ_1 = 0 \quad \text{Pers 4)}$$

Panjang antrian (PA) dihitung dengan mengalikan jumlah kendaraan satuan mobil penumpang (Nq) dengan luas area rata-rata yang dibutuhkan oleh satu unit kendaraan (20 m²), kemudian dibagi dengan lebar jalur masuk (m), sebagaimana dinyatakan dalam Persamaan 5.

$$P_A = NQ \times 20 / L_M \quad \text{Pers 5)}$$

b) Kendaraan Henti

Angka Henti (RKH) pada setiap pendekatan didefinisikan sebagai rata-rata jumlah pemberhentian per kendaraan satuan mobil penumpang (SMP), termasuk pemberhentian berulang selama berada dalam antrian. Nilai RKH ini dapat dihitung menggunakan Persamaan 6.

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600 \quad \text{Pers 6)}$$

c) Tundaan

Tundaan merupakan selisih waktu tempuh yang dibutuhkan oleh kendaraan saat melewati persimpangan dibandingkan dengan waktu tempuh pada lintasan yang tidak memiliki persimpangan. Nilai tundaan ini dihitung berdasarkan Persamaan 7.

$$T = T_{LL} + T_G \quad \text{Pers 7)}$$

Dimana:

T_{LL} = Tundaan lalu lintas

T_G = Tundaan Geometrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data geometrik persimpangan

Hasil survei geometrik yang dilakukan pada simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Gunung Sopotan, Denpasar Barat, Bali, disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Geometrik Simpang

No.	Kaki Persimpangan	Kode	Lebar Rata-Rata (m)	Jumlah Lajur Pada Pendekatan	Lebar W/masuk (m)	Lebar W/Keluar (m)	Lebar Trotoar (m)
1	Jl. Raya Imam Bonjol (Pendekatan Selatan)	A	15	2	7.5	7.5	1.5
2	Jl. Raya Gunung Sopotan (Pendekatan Barat)	B	7	2	3.5	3.5	1.35
3	Jl. Raya Imam Bonjol (Pendekatan Utara)	C	15	2	7.5	7.5	1.5

Data waktu sinyal

Adapun data waktu siklus pada simpang tiga Jln. Imam Bonjol – Jln. Gunung Sopotan, Denpasar Barat ini yang diperoleh melalui survei di lapangan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Waktu Sinyal Eksisting

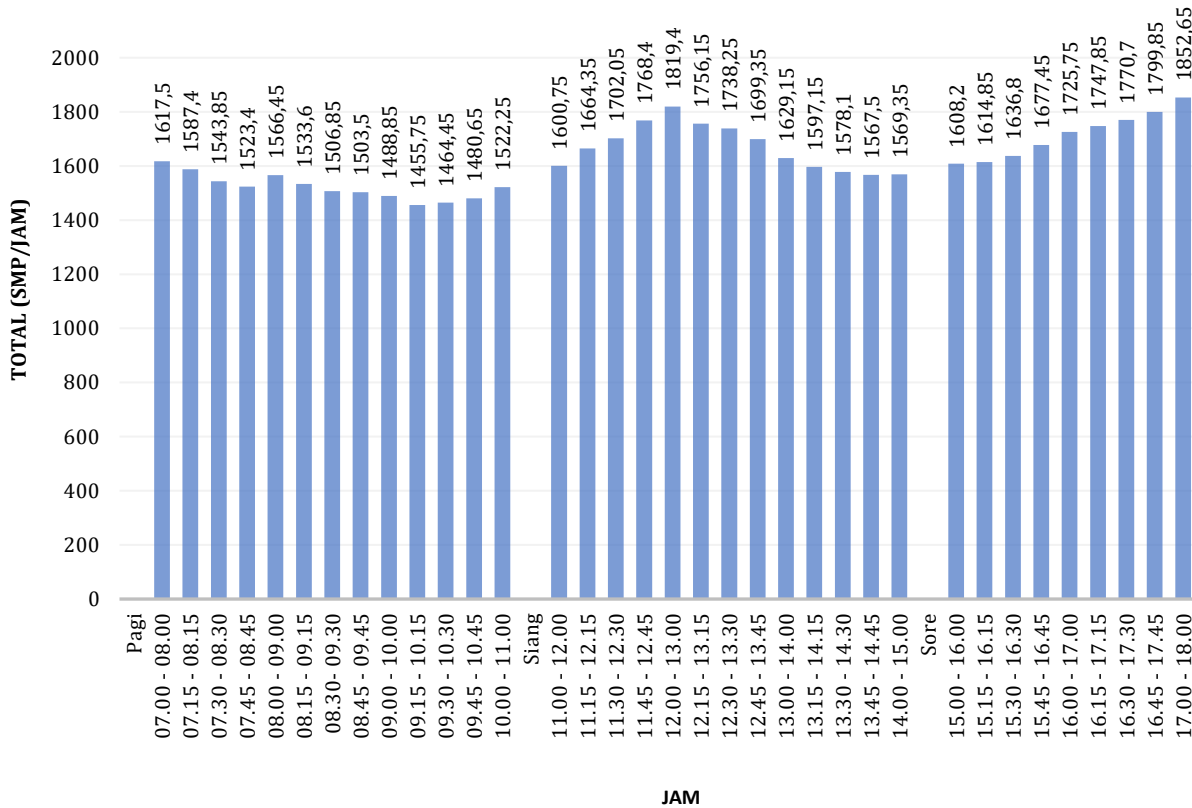
No	Fase/ Pendekat	Waktu Hijau (detik)	Waktu Kuning (detik)	Waktu Merah (detik)	Waktu Siklus (detik)
1	Jl. Raya Imam Bonjol (Pendekatan Selatan)	75	3	124	198

2	Jl. Raya Gunung Soputan (Pendekatan Barat)	90	3	109
3	Jl. Raya Imam Bonjol (Pendekatan Utara)	15	3	184

Analisis volume lalu lintas

Hasil analisis jumlah volume lalu lintas smp/jam pada persimpangan Jalan Imam Bonjol – Jalan Gunung Soputan dapat dilihat pada **Gambar 2**, **Gambar 3**, dan **Gambar 4**.

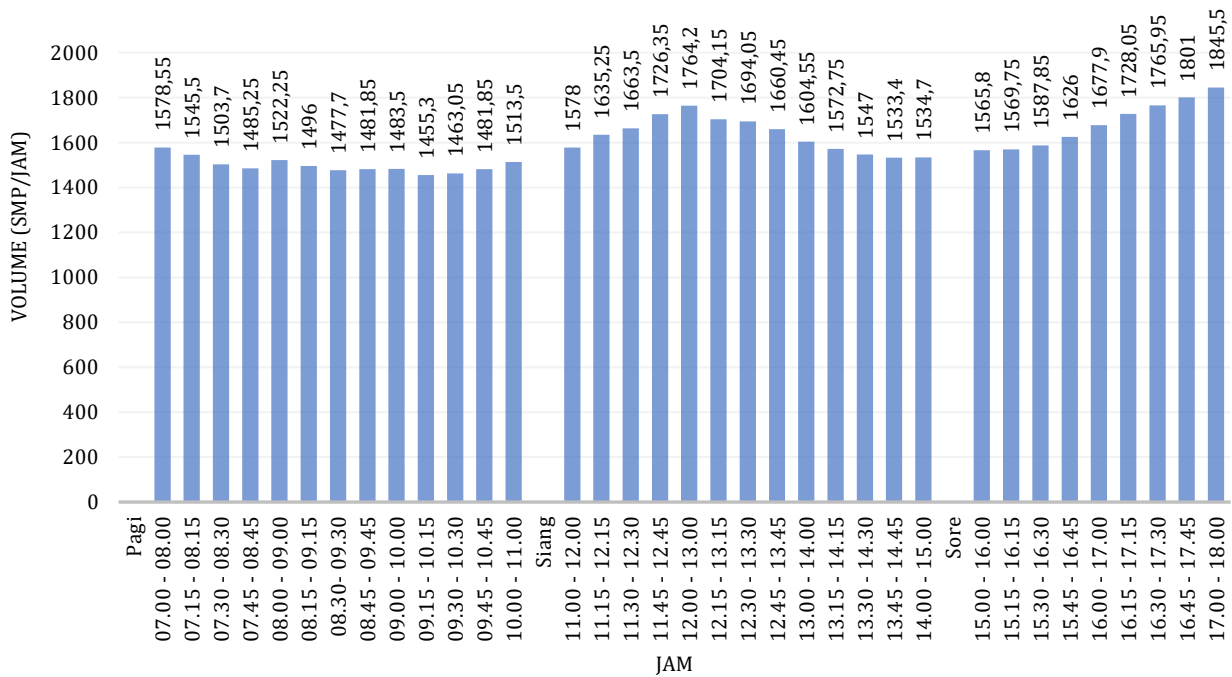
TOTAL (SMP/JAM) SENIN 9 JUNI 2025



Gambar 2. Rekapitulasi volume lalu lintas hari senin

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan fluktuasi rekapitulasi volume lalu lintas pada hari senin dengan hasil pada pagi hari jam 07.00-08.00 dengan nilai sebesar 1617,5 smp/jam, pada siang hari jam 12.00-13.00 dengan nilai sebesar 1819,4 smp/jam, dan fluktuasi tertinggi terjadi pada sore hari jam 17.00-18.00 dengan nilai sebesar 1852,65 smp/jam.

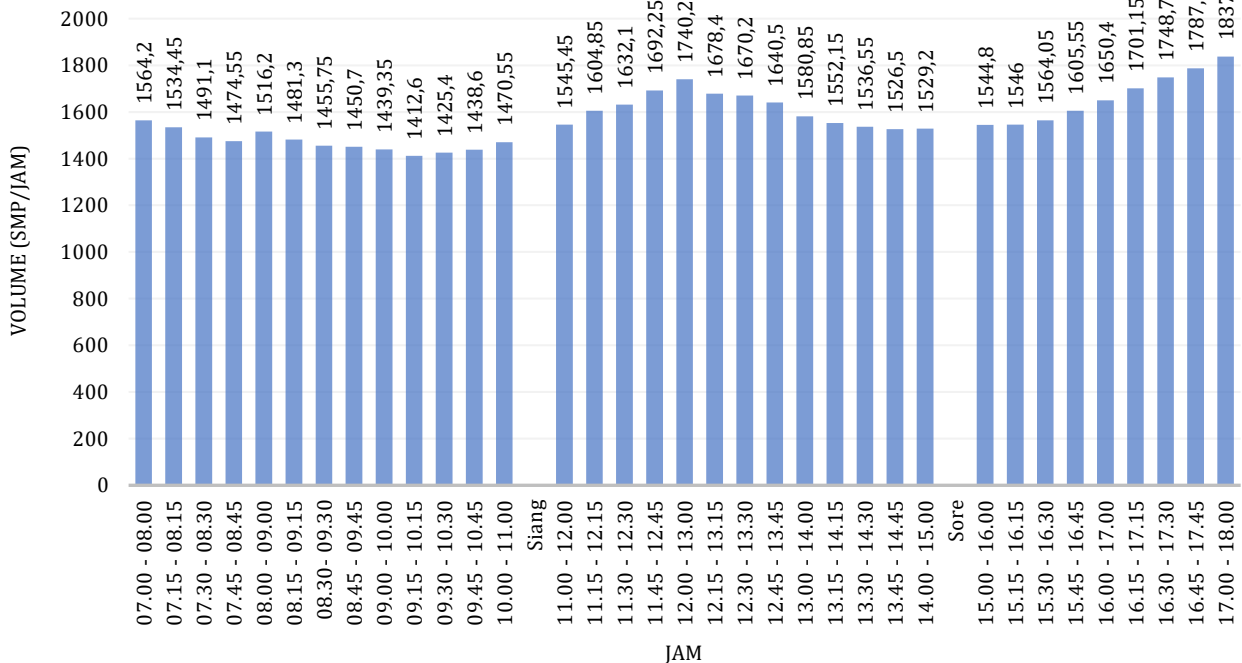
TOTAL (SMP/JAM) SABTU 14 JUNI 2025



Gambar 3. Rekapitulasi volume lalu lintas hari sabtu

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan fluktuasi rekapitulasi volume lalu lintas pada hari sabtu dengan hasil pada pagi hari jam 07.00-08.00 dengan nilai sebesar 1578,55 smp/jam, pada siang hari jam 12.00-13.00 dengan nilai sebesar 1764,2 smp/jam, dan fluktuasi tertinggi terjadi pada sore hari jam 17.00-18.00 dengan nilai sebesar 1845,5 smp/jam.

TOTAL (SMP/JAM) MINGGU 15 JUNI 2025

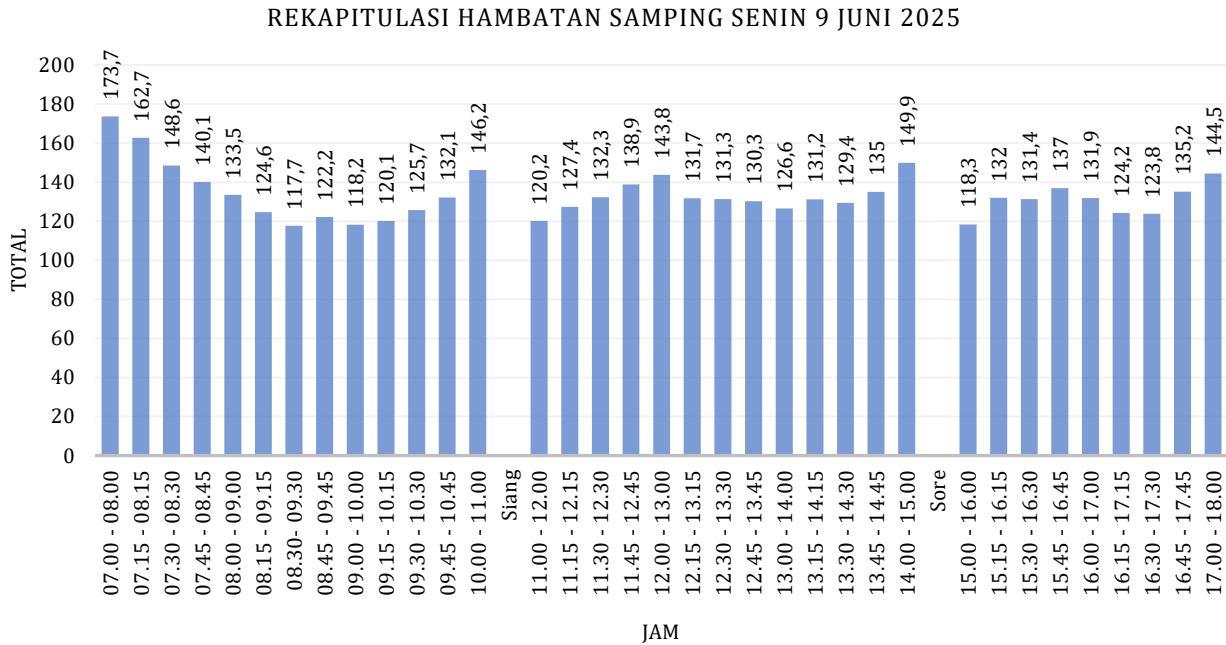


Gambar 4. Rekapitulasi volume lalu lintas hari minggu

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan fluktuasi rekapitulasi volume lalu lintas pada hari minggu dengan hasil pada pagi hari jam 07.00-08.00 dengan nilai sebesar 1564,2 smp/jam, pada siang hari jam 12.00-13.00 dengan nilai sebesar 1740,2 smp/jam, dan fluktuasi tertinggi terjadi pada sore hari jam 17.00-18.00 dengan nilai sebesar 1837,95 smp/jam.

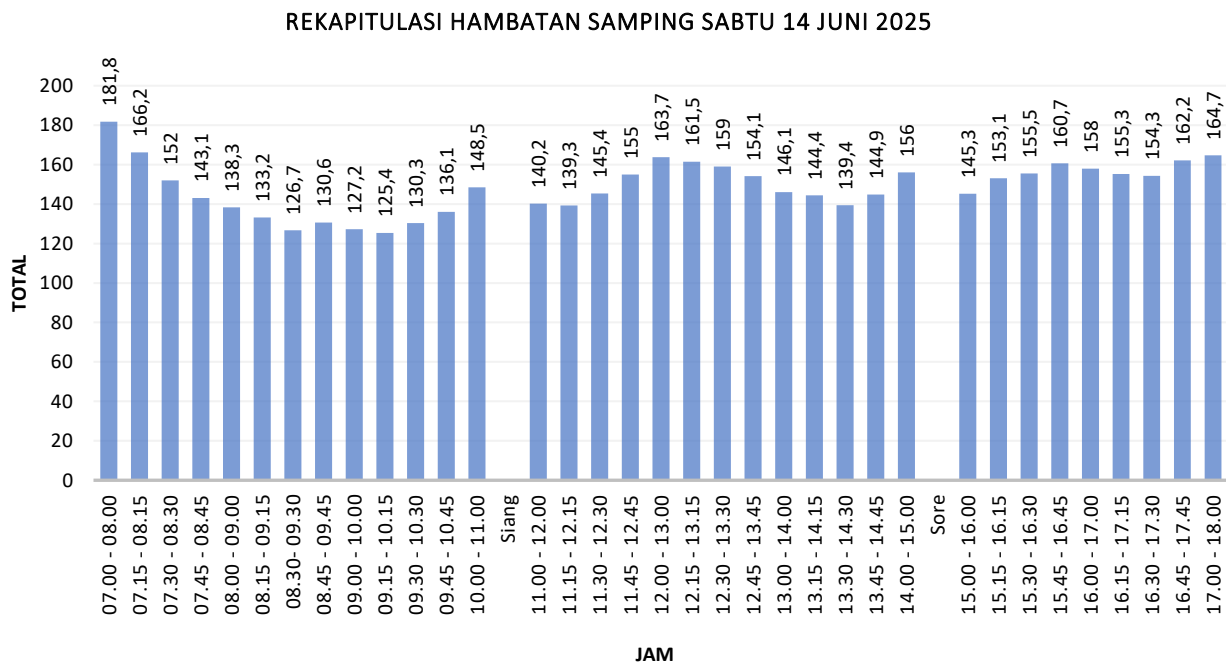
Analisis hambatan samping

Volume hambatan samping diperoleh dari akumulasi jumlah kendaraan yang keluar-masuk lahan di sekitar simpang, kendaraan yang berhenti atau parkir, pejalan kaki atau penyebrang jalan, serta kendaraan lambat pada setiap lengan simpang. Hasil analisis terhadap hambatan samping tersebut disajikan dalam **Gambar 5**.



Gambar 5. Rekapitulasi hambatan samping hari senin

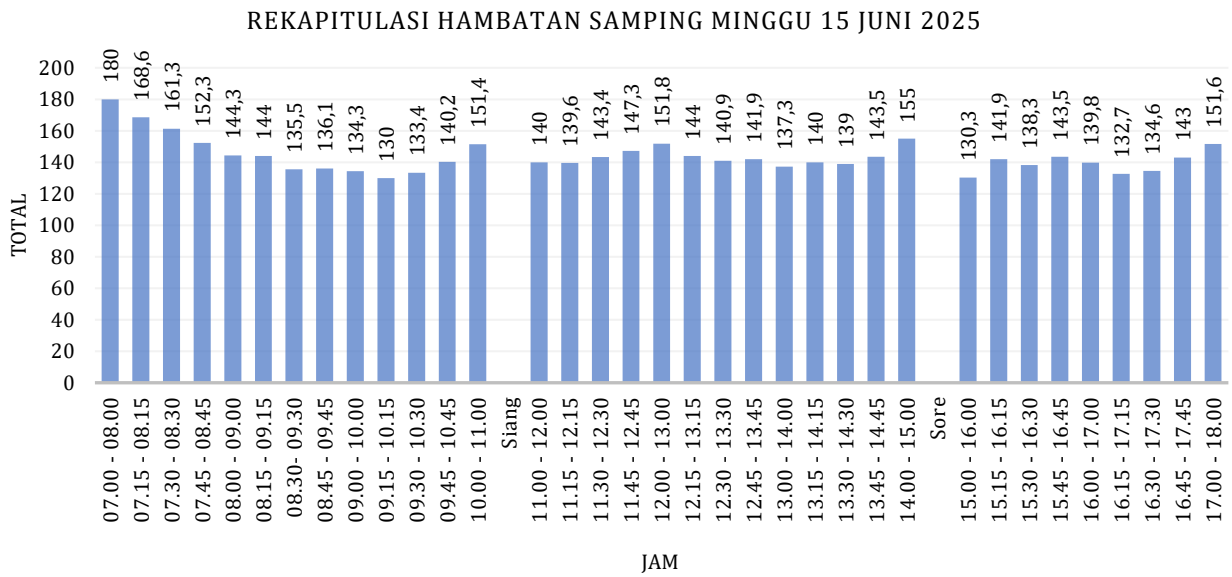
Berdasarkan pada Gambar 5, terlihat adanya fluktuasi nilai hambatan samping yang terekam pada hari Senin. Pada pagi hari (07.00–08.00), nilai hambatan samping tercatat sebesar 173,7. Selanjutnya, pada siang hari (14.00–15.00), nilai tersebut menurun menjadi 149,9, dan terus mengalami penurunan pada sore hari (17.00–18.00) dengan nilai sebesar 144,5.



Gambar 6. Rekapitulasi hambatan samping hari sabtu

Gambar 6 menunjukkan adanya variasi nilai hambatan samping yang terjadi pada hari sabtu. Pada periode pagi (07.00–08.00), nilai hambatan samping tercatat sebesar 181,8. Nilai tersebut mengalami

penurunan pada siang hari (12.00–13.00) menjadi 163,7, kemudian sedikit meningkat kembali pada sore hari (17.00–18.00) dengan nilai sebesar 164,7.



Gambar 7. Rekapitulasi hambatan samping hari minggu

Gambar 7 memperlihatkan adanya perbedaan jumlah hambatan samping pada hari Minggu. Nilai tertinggi tercatat pada pagi hari pukul 07.00–08.00 sebesar 180. Angka tersebut menurun pada siang hari (pukul 14.00–15.00) menjadi 155, dan kembali mengalami penurunan pada sore hari pukul 17.00–18.00 dengan nilai sebesar 151,6.

Analisis kinerja simpang bersinyal pada jam puncak

Penilaian terhadap kinerja operasional simpang bersinyal dilakukan mengacu pada metode yang ditetapkan dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Data yang digunakan berasal dari jam puncak tertinggi, yakni pada hari Senin pukul 17.00–18.00 WITA, dengan volume lalu lintas tercatat sebesar 1852,64 smp/jam. Hasil analisis selengkapnya disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis kinerja simpang bersinyal

Analisis kinerja	Pendekat U	Pendekat S	Pendekat B
Tipe pendekat	Terlindung/P	Terlindung/P	Terlindung/P
Lebar efektif	7,50 m	5,00 m	3,50 m
Arus Jenuh Dasar	4500 smp/jam	3000 smp/jam	2100 smp/jam
Faktor hambatan samping (F_{HS})			0,94
Faktor Ukuran Kota (F_{UK})			0,94
Faktor penyesuaian kelandaian (FG)			1,00
Faktor penyesuaian parkir (FP)	1,02	0,79	0,67
Faktor penyesuaian belok kiri (FBKi)			0,92
Faktor penyesuaian belok kanan (FBKa)			1,14
Arus jenuh	4532 (smp/jam hijau)	2444 (smp/jam hijau)	1933 (smp/jam hijau)
Kapasitas	343 smp/jam	926 smp/jam	879 smp/jam
Derajat kejenuhan	0,86	0,86	0,87
Panjang antrian	73 m	238 m	322 m
Rasio kendaraan henti	1,015 stop/smp	0,880 stop/smp	0,868 stop/smp
Tundaan lalu lintas rata-rata (T_{LL})	114,1	66,3	59,5
Tundaan geometrik (T_G)	4,0 det/smp	3,9 det/smp	4,3 det/smp
Tundaan Rata – Rata (D)	118,1 det/smp	70,2 det/smp	63,8 det/smp

Hasil analisis menunjukkan nilai derajat kejenuhan dari ketiga pendekat pada jam puncak melebihi batas ideal (0,85) menurut PKJI 2023. Ini menunjukkan bahwa simpang mengalami kejenuhan lalu lintas, sehingga perlu dilakukan evaluasi rekayasa lalu lintas.

Analisis kinerja simpang bersinyal jika dilakukan perubahan waktu sinyal

Analisis performa simpang bersinyal dengan perubahan waktu sinyal didasarkan pada data lalu lintas tertinggi yang terjadi saat jam puncak sore, yaitu antara pukul 17.00 - 18.00 WITA, dengan volume mencapai 1852,64 smp per jam. Adapun hasil analisis disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 .Hasil analisis kinerja simpang bersinyal setelah perubahan waktu sinyal

Analisis kinerja	Pendekat U	Pendekat S	Pendekat B
Tipe pendekat	Terlindung/P	Terlindung/P	Terlindung/P
Lebar efektif	7,50 m	5,00 m	3,50 m
Arus Jenuh Dasar	4500 smp/jam	3000 smp/jam	2100 smp/jam
Faktor hambatan samping (F_{HS})			0,94
Faktor Ukuran Kota (F_{UK})			0,94
Faktor penyesuaian kelandaian (FG)			1,00
Faktor penyesuaian parkir (FP)	1,2	0,79	0,67
Faktor penyesuaian belok kiri (FBKi)			0,92
Faktor penyesuaian belok kanan (FBKa)			1,14
Arus jenuh	5439 (smp/jam hijau)	2933 (smp/jam hijau)	2320 (smp/jam hijau)
Kapasitas	362 smp/jam	981 smp/jam	939 smp/jam
Derajat kejenuhan	0,81	0,81	0,81
Panjang antrian	40 m	120 m	162 m
Rasio kendaraan henti	1,077 stop/smp	0,894 stop/smp	0,873 stop/smp
Tundaan lalu lintas rata-rata (T_{LL})	58,5	34,2	30,7
Tundaan geometrik (T_G)	4,1 det/smp	3,9 det/smp	4,3 det/smp
Tundaan Rata - Rata (D)	62,5 det/smp	38 det/smp	35 det/smp

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang setelah dilakukan perubahan waktu sinyal, diketahui bahwa nilai derajat kejenuhan (DJ) yang diperoleh sebesar 0,81. Nilai tersebut berada di bawah 0,85 sesuai standar PKJI 2023 ($0,81 < 0,85$), sehingga simpang Jalan Imam Bonjol - Jalan Gunung Sopotan dapat dinyatakan telah memenuhi standar kinerja simpang bersinyal seperti yang disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi kinerja simpang bersinyal sebelum perubahan waktu sinyal

SIMPANG APILL					TANGGAL :			DITANGANI OLEH : I Putu Arya Alit Kamboja							
PANJANG ANTRIAN					KOTA : Denpasar			PERIODE :							
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					SIMPANG : Jalan Imam Bonjol - Gunung Sopotan										
TUNDAAN					WAKTU SIKLUS :										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam q	Kapasitas smp / jam c	Derajat Kejenuhan DJ	Rasio Hijau RH	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) Panjang	Rasio Kendaraan Terhenti stop/smp RKH	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam NKH	Tundaan			
					NQ ₁	NQ ₂	Total NQ ₁ +NQ ₂	NQ _{MAX} gambar 5-9				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp TL	Tundaan geometrik rata-rata det/smp TG	Tundaan rata-rata det/smp T=TL+TG	Tundaan total smp.det T x q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	294	343	0.855	0.08	2.3	16.0	18.2	27.2	73	1.015	298	114.1	4.0	118.1	34676
S	797	926	0.860	0.38	2.5	40.4	42.9	59.6	238	0.880	701	66.3	3.9	70.2	55926
B	762	879	0.868	0.45	2.7	37.8	40.4	56.4	322	0.868	662	59.5	4.3	63.8	48647
LTOR(semua)	0											0.0	6.0	6.0	0
Arus total. Q tot.										Total :	1661			Total :	139250
Arus kor. Q kor.	2146									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	0.77			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	64.88

Tabel 6. Rekapitulasi kinerja simpang bersinyal setelah perubahan waktu sinyal

SIMPANG APILL PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN					Tanggal : 9 Juni 2025			Ditangani oleh : I Putu Anya Alit Kamboja							
					Kota : Denpasar										
					Simpang : Jalan Iman Bonjol - Gunung Sopotan			Periode :							
					Waktu siklus :										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenuhan DJ	Rasio Hijau RH	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m)	Rasio Kendaraan Terhenti stop/smp RKH	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam NKH	Tundaan			
					NQ ₁	NQ ₂	Total NQ= NQ ₁ +NQ ₂	NQ _{MAX} gambar 5-9				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp TL	Tundaan geometrik rata-rata det/smp TG	Tundaan rata-rata det/smp T=TL+TG	Tundaan total smp.det T x q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	294	362	0.812	0.07	1.6	7.5	9.0	15.2	40	1.077	316	58.5	4.1	62.5	18360
S	797	981	0.812	0.33	1.6	18.7	20.3	30.0	120	0.894	712	34.2	3.9	38.0	30297
B	762	939	0.812	0.40	1.6	17.4	19.0	28.3	162	0.873	666	30.7	4.3	35.0	26648
LTOR(semua)	0											0.0	6.0	6.0	0
Arus total. Q.tot.										Total :	1694			Total :	75305
Arus kor. Q.kor.	2146									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	0.79			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	35.09

4. KESIMPULAN

Hasil analisis yang diperoleh dari perhitungan menunjukkan bahwa kinerja simpang pada hari senin diperoleh nilai pada jam puncak sore, derajat kejenuhan (DJ) sebesar 0,86 pada pendekat utara, 0,86 pada pendekat selatan, dan 0,87 pada pendekat barat. Dimana hasil tersebut melebihi 0,85. Nilai tundaan (T) 118,1 det/smp pendekat utara, 70,2 det/smp pendekat selatan, 63,8 det/smp pendekat barat, dan nilai panjang antrian (PA) untuk pendekat utara 73 m, pendekat selatan 238 m, pendekat barat 322 m. Berdasarkan hasil perhitungan analisis kinerja setelah dilakukan perubahan waktu sinyal. Perubahan waktu sinyal di lakukan pada Jalan Imam Bonjol - Jalan Gunung Sopotan, diperoleh nilai derajat kejenuhan (DJ) di setiap pendekat sebesar $0,81 < 0,85$, nilai tundaan (T) 62,5 det/smp pendekat utara, 38 det/smp pendekat selatan, 35 det/smp pendekat barat, dan nilai panjang antrian (PA) untuk pendekat utara 40 m, 120 m pendekat selatan, 162 m pendekat barat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan selama proses penelitian berlangsung.

REFERENSI

Alvian Ariesta, M., Sugiarto Waloejo, B., & Widyawati Agustin, I. (2020). Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal Jl. Jend. Ahmad Yani Kota Bekasi, 9, 139–146.

Ariawan, I. M. A., Suweda, I. W., Delima, N. P., Yogeswari Saraswati, N. P. D., Kwintaryana Winaya, P., & Taliarosa, N. L. D. L. (2024). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Canggung- Jl. Raya Kerobokan- Jl.Gunung Sanghyang, Denpasar. *Jurnal Spektran*, 12(2), 59–68. doi:10.24843/SPEKTRAN.2024.v12.i02.p01

Basuki, D. H., M, A., & Subagio, U. (2024). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Di Jalan Kalimantan - Jalan Bali -Jalan Maluku - Jalan Raya Kuningan, Sananwetan Kota Blitar, 5(2), 214–218. Retrieved from <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). PKJI 2023.

Hendratma, D., Sriastuti, D. A. N., & Eryani, I. G. A. P. (2024). Evaluasi Perencanaan Pengendalian Simpang Pada Simpang Bersinyal Jl. Sunset Road - Jl. Iman Bonjol, Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Teknik Gradien*, 16(01), 36–45. Retrieved from <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>

Khaerat Nur, N., Rangan, R. P., Mahyuddin, Miswar Tumpu, H. H., Sugiyanto, G., Ahmad, L. E. R. S. N., & Rosyida, E. E. (2021). *Sistem Transportasi*. (R. Watrionthos & J. Simarmata, Eds.) (1st ed.). Yayasan Kita Menulis.

Khisty, C. J., & Kent Lall, B. (2003). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*. (L. Simarmata, Ed., F. Miro, Trans.). Jakarta: Penerbit Erlangga.

Markus, H., Tjitra Handayani, A., & Astutik, H. P. (2023). Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus Simpang Magelang dan Selokan Mataram Yogyakarta), 796–801. Retrieved from <http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>

Supriyanto, B., Pranoto, & Prabandari, C. (2025). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Galunggung-Jalan Bondowoso-Jalan Raya Tidar Dengan Menggunakan Program Ptv Vissim 9.0, 8(2), 371–382.

Warianti, K., Windari, A. C., & Sari, R. N. (2024). Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jalan Tb Simatupang - Jalan Condet). *JOURNAL OF RESEARCH AND INOVATION IN CIVIL ENGINEERING AS APPLIED SCIENCE (RIGID)*, 3(2), 83–87.

Widana Negara, I. N., Karnata Mataram, I. N., & Premana Sigraha, I. N. P. (2017). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Raya Tuban - Jalan Satria - Jalan Raya Kuta), 21, 52–61.