



JURNAL TEKNIK SIPIL LATERAL
PRODI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS TRIDINANTI

**ANALISIS DAN SIMULASI KINERJA SIMPANG EMPAT
INSPEKTUR MARZUKI KOTA PALEMBANG DENGAN
METODE PKJI 2023 DAN PTV VISSIM 8.0.2**

Yules Pramona Zulkarnain^{1)*}, Hariman Al Faritzie¹⁾, Fira Oktavia²⁾, Ammar Asyraf¹⁾, Togar Partahi Oloan³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, Kota Palembang

²⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, Kota Palembang

³⁾ Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti, Kota Palembang

*Corresponding Author, email: jules.praz23@gmail.com

Artikel Info	ABSTRAK
Diterima : 30 Agustus 2025 Disetujui : 18 Juli 2026 Diterbitkan : 21 Juli 2026	Simpang Empat Inspektur Marzuki di Kota Palembang merupakan salah satu simpang tak bersinyal yang sering mengalami kemacetan, khususnya pada jam-jam sibuk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang tersebut menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan simulasi mikro PTV VISSIM 8.0.2. Data yang digunakan terdiri dari data primer berupa data geometrik jalan, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, hambatan samping, dan tundaan, serta data sekunder berupa peta dan gambar lokasi simpang, serta informasi kondisi lingkungan simpang yang mencakup keberadaan fasilitas umum dan aktivitas sekitar. Parameter yang dianalisis meliputi derajat kejenuhan (DJ), tundaan rata-rata (T), peluang antrean (Pa), panjang antrean, dan tingkat pelayanan (<i>Level of Service/LOS</i>). Berdasarkan perhitungan menggunakan metode PKJI 2023, diperoleh DJ tertinggi sebesar 0,68, tundaan rata-rata (T) sebesar 11,70 detik/kendaraan, dan peluang antrean (Pa) berkisar 19%–39%. Hasil simulasi dengan PTV VISSIM menunjukkan tundaan rata-rata sebesar 6,43 detik/kendaraan, panjang antrean maksimum rata-rata 23,86 meter, dan LOS rata-rata berada pada kategori A.
Kata Kunci	ABSTRACT
Simpang tak bersinyal, PKJI 2023, PTV VISSIM, Tundaan, Tingkat Pelayanan. Keywords: <i>Unsignalized intersection, PKJI 2023, PTV VISSIM, delay, level of service.</i>	The Inspektur Marzuki Four-Leg Intersection in Palembang City is an unsignalized intersection that frequently experiences congestion, especially during peak hours. This study aims to analyze the performance of the intersection using the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2023 and micro simulation through the PTV VISSIM 8.0.2. The data used consist of primary data, including road geometry, traffic volume, vehicle speed, side friction, and delay, as well as secondary data, including maps and site drawings of the intersection and information on the surrounding conditions such as the presence of public facilities and commercial activities. The parameters analyzed include degree of saturation (DS), average delay (T), queue probability (Pa), queue length, and level of service (LOS). Based on the PKJI 2023 method, the highest DS was found to be 0.68, with an average delay of 11.70 seconds/vehicle and queue probability ranging between 19%–39%. Simulation results using PTV VISSIM showed an average delay of 6.43 seconds/vehicle, an average maximum queue length of 23.86 meters, and an overall LOS in category A.

PENDAHULUAN

Salah satu titik kritis di kota ini adalah Simpang Empat Inspektur Marzuki, yang merupakan pertemuan antara Jalan Inspektur Marzuki, Jalan Sei Hitam, dan Jalan Sei Rambang. Berdasarkan Keputusan Wali Kota

Palembang Nomor 388/KPTS/DPUPR/2024, Jalan Inspektur Marzuki dikategorikan sebagai jalan kolektor sekunder, sedangkan Jalan Sei Hitam dan Jalan Sei Rambang sebagai jalan lokal sekunder. Fungsi jalan tersebut menunjukkan bahwa simpang ini memiliki peranan penting dalam mendukung mobilitas masyarakat.

Namun, pengaturan lalu lintas di simpang ini masih belum optimal. Meskipun lampu lalu lintas sempat terpasang, menurut laporan Tribunnews (2017), lampu tersebut dinonaktifkan karena dianggap memperparah kemacetan akibat keterbatasan dimensi ruas jalan. Dampaknya, pengemudi harus mengandalkan inisiatif pribadi dalam menavigasi simpang, yang kerap menimbulkan antrean panjang, potensi konflik lalu lintas, dan peningkatan risiko kecelakaan.

Penelitian terdahulu oleh Renaldi dan Mulyati (2024) menunjukkan bahwa derajat kejenuhan (DJ) di simpang ini mencapai 0,876, yang mengindikasikan kondisi “padat merayap”. Penelitian tersebut merekomendasikan penerapan manajemen lalu lintas adaptif, termasuk reaktivasi lampu lalu lintas dan peninjauan ulang geometri simpang.

Seiring dengan perkembangan ilmu rekayasa lalu lintas, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 telah menggantikan MKJI 1997 sebagai acuan resmi dalam evaluasi kinerja simpang di Indonesia. PKJI 2023 menawarkan parameter analisis yang lebih rinci, seperti derajat kejenuhan (DJ), tundaan rata-rata (T), dan peluang antrean (P_a), sehingga dapat memberikan gambaran lebih komprehensif terhadap kinerja simpang tak bersinyal. Untuk memperkuat analisis, penelitian ini juga menggunakan pendekatan mikrosimulasi melalui perangkat lunak PTV Vissim 8.0.2, yang memungkinkan visualisasi kondisi eksisting secara realistis sekaligus berfungsi sebagai alat validasi serta eksplorasi skenario perbaikan berbasis data

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Dasar Simping dan Perannya dalam Sistem Transportasi

Simpang adalah titik pertemuan arus lalu lintas dari berbagai arah yang berperan penting dalam kelancaran dan keselamatan transportasi. Jika tidak dirancang dan dikelola dengan baik, simpang berpotensi menimbulkan konflik, tundaan, dan kecelakaan. Simping diklasifikasikan menurut bentuk geometris, sistem pengaturan (bersinyal atau tidak), serta tingkat persilangan (sebidang atau tidak sebidang). Fungsi utama simpang adalah mengatur aliran lalu lintas agar efisien dan aman, sehingga evaluasi kinerjanya menjadi aspek penting dalam manajemen transportasi.

Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah simpang yang

tidak dilengkapi lampu lalu lintas dan pengaturannya bergantung pada rambu, marka jalan, atau inisiatif pengemudi. Umumnya diterapkan di jalan dengan volume lalu lintas rendah hingga sedang, simpang ini tetap memerlukan perencanaan agar arus tetap aman dan efisien. Karakteristik simpang tak bersinyal meliputi ketiadaan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), potensi konflik arus yang lebih tinggi, dan ketergantungan pada kepatuhan pengguna jalan. Permasalahan yang sering muncul antara lain konflik pergerakan, kemacetan pada jam sibuk, risiko kecelakaan, tundaan, serta rendahnya efisiensi kapasitas simpang akibat minimnya kontrol lalu lintas.

Parameter dan Metode Evaluasi Kinerja Simping

Evaluasi kinerja simpang bertujuan untuk mengukur efisiensi dan kualitas layanan arus lalu lintas. Tingkat pelayanan atau *Level of Service* (LOS) ditentukan berdasarkan nilai tundaan, sebagaimana diklasifikasikan dalam PM No. 96 Tahun 2015. LOS terdiri dari enam tingkat (A–F), di mana LOS A menunjukkan arus sangat lancar (tundaan < 5 detik), sedangkan LOS F menunjukkan kemacetan parah (tundaan > 60 detik).

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023

PKJI 2023 merupakan revisi dari MKJI 1997 yang disusun untuk menyesuaikan analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas dengan kondisi terkini. Pedoman ini memuat metode evaluasi simpang, termasuk simpang tak bersinyal, dengan mempertimbangkan parameter utama seperti kapasitas, derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), dan peluang antrean (P_a).

PTV VISSIM

PTV VISSIM adalah perangkat lunak simulasi lalu lintas mikroskopik yang dikembangkan PTV AG (Jerman) untuk memodelkan perilaku pengguna jalan secara individual, meliputi kendaraan pribadi, angkutan umum, sepeda motor, sepeda, dan pejalan kaki, dengan visualisasi 2D maupun 3D. Perangkat ini digunakan untuk menganalisis kinerja lalu lintas seperti tundaan, kecepatan, panjang antrean, dan tingkat pelayanan simpang, serta mendukung perencanaan skenario dan evaluasi desain jalan secara realistis melalui integrasi dengan perangkat lunak atau sistem kontrol sinyal lainnya.

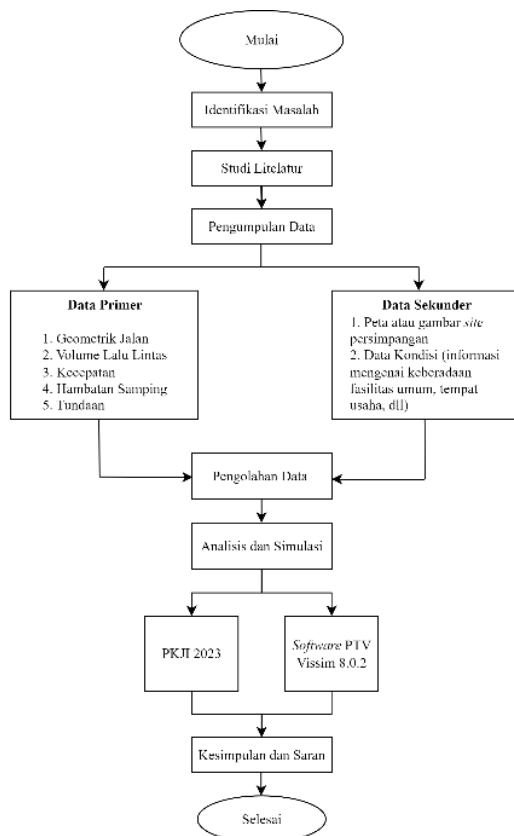
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Simpang Empat Inspektur Marzuki, yang merupakan pertemuan antara Jalan Inspektur Marzuki, Jalan Sei Hitam, dan Jalan Sei Rambang di Kota Palembang



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Bagan alir penelitian ini menggambarkan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, mulai dari tahap awal hingga penyelesaian penelitian.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

a. Identifikasi Masalah

Simpang Empat Inspektur Marzuki merupakan simpang tak bersinyal dengan arus

lalu lintas padat pada jam sibuk pagi dan sore. Permasalahan utama meliputi: tingginya volume kendaraan akibat aktivitas sekitar, tidak berfungsinya *traffic light* sejak 2017, antrean panjang dan tundaan tinggi akibat ketiadaan prioritas kendaraan, serta lebar jalan yang terbatas. Kondisi ini menjadi dasar analisis kinerja menggunakan metode PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim 8.0.2 untuk mengevaluasi kondisi eksisting dan merumuskan solusi peningkatan efisiensi lalu lintas.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori yang relevan, meliputi: (1) Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 sebagai acuan analisis kinerja simpang tak bersinyal berdasarkan derajat kejenuhan, tundaan rata-rata, dan peluang antrean; (2) perangkat lunak PTV Vissim 8.0.2 untuk simulasi kondisi lalu lintas; serta (3) penelitian terdahulu terkait analisis simpang tak bersinyal dan penerapan PTV Vissim sebagai referensi metode analisis.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai kondisi lalu lintas di Simpang Empat Inspektur Marzuki. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder.

1) Data Primer

Data primer diperoleh melalui survei lapangan dengan metode pengamatan langsung, pencatatan manual, dan perekaman menggunakan kamera. Data yang dikumpulkan meliputi:

- Data Geometrik Simpang
- Data Volume Lalu Lintas
- Data Kecepatan
- Data Hambatan Samping
- Data Tundaan

2) Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber terkait, seperti dokumen perencanaan, laporan instansi terkait, serta peta atau gambar *site* simpang.

d. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi kinerja Simpang Empat Inspektur Marzuki sebagai simpang tak bersinyal berdasarkan survei lapangan, perhitungan PKJI 2023, dan simulasi PTV Vissim 8.0.2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan rekapitulasi volume kendaraan yang sudah dikonversi ke satuan SMP/jam pada jam puncak masing-masing sesi, yaitu pagi, siang, dan sore hari. Volume kendaraan tertinggi tercatat pada

pukul 17.00–18.00 WIB dengan total 1.923,8 SMP/jam, menandakan terjadinya kondisi lalu lintas padat. Lonjakan volume pada periode ini umumnya dipicu oleh aktivitas pulang kerja, pulang sekolah, atau aktivitas lain serta meningkatnya mobilitas masyarakat menjelang malam.

Tabel 1. Rekapitulasi Jam puncak pada tiap sesi

WAKTU	ARAH	JENIS KENDARAAN			TOTAL (SMP/Jam)
		SM x 0,2	MP x 1	KS x 1,8	
06.00-07.00 (Pagi)	Utara	38,4	79	7,2	124,6
	Timur	59,8	80	5,4	145,2
	Selatan	135	172	9	315,8
	Barat	115	145	21,6	281,6
11.00-12.00 (Siang)	Utara	72	120	5,4	197,4
	Timur	95	155	5,4	255,6
	Selatan	94	144	23,4	261,8
	Barat	201	329	41,4	571,2
17.00-18.00 (Sore)	Utara	65,4	138	9	212,4
	Timur	220,8	385	21,6	627,4
	Selatan	105	320	23,4	448,6
	Barat	220	369	46,8	635,4

Perhitungan Kapasitas

Nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan jumlah lajur dan klasifikasi jalan sesuai yang tercantum dalam tabel PKJI 2023. Selanjutnya, nilai kapasitas akhir akan diperoleh dari hasil perkalian kapasitas dasar dengan faktor-faktor penyesuaian. Nilai kapasitas ini menjadi dasar dalam menilai kinerja ruas jalan dan digunakan dalam perhitungan derajat kejenuhan (D_j).

$$C = 2900 \times 0,93 \times 1 \times 1 \times 0,94 \times 1,21 \times 1 \times 0,92$$

$$C = 2841,09 \text{ SMP/Jam}$$

Perhitungan Derajat Kejenuhan (D_j)

Nilai ini menunjukkan perbandingan antara arus lalu lintas yang melintasi simpang dengan kapasitas simpang tersebut dalam satuan waktu tertentu. Nilai derajat kejenuhan digunakan sebagai indikator utama untuk menentukan kondisi operasional simpang serta mengevaluasi apakah simpang beroperasi secara efisien atau mengalami kejenuhan.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Derajat Kejenuhan

Waktu	Arus (q)	Kapasitas (C)	D_j
Pagi (06.00-07.00)	867,2	3241,19	0,27
Siang (11.00-12.00)	1286	3167,53	0,41
Sore (17.00-18.00)	1923,8	2841,09	0,68

Analisis difokuskan pada jam tersebut untuk

merepresentasikan kondisi lalu lintas terpadat yang terjadi di simpang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan (D_j) pada jam puncak tertinggi sebesar 0,68.

Perhitungan Tundaan (T)

Perhitungan tundaan dilakukan untuk mengetahui besarnya waktu keterlambatan kendaraan akibat interaksi lalu lintas di simpang tak bersinyal. Tundaan dihitung berdasarkan nilai derajat kejenuhan (D_j) yang sebelumnya diperoleh, yaitu sebesar 0,68.

$$T = T_{LL} + T_G$$

$$T = 7,62 + 4,08 = 11,70 \text{ detik/kend}$$

Perhitungan Peluang Antrean

Peluang antrean (P_a) menunjukkan probabilitas bahwa kendaraan yang mendekati simpang harus berhenti sebelum dapat melintas. Nilai P_a dinyatakan dalam bentuk persentase (%) dengan rentang 0% hingga 100%. Perhitungan peluang antrean dilakukan dengan menggunakan dua persamaan, yaitu batas atas dan batas bawah.

- Batas Atas Peluang Antrean

$$P_a = 47,71 \times 0,68 - 24,68 \times 0,68^2 + 56,47 \times 0,68^3$$

$$P_a = 38,78 \approx 39 \%$$
- Batas Bawah Peluang Antrean

$$P_a = 9,02 \times 0,68 + 20,66 \times 0,68^2 + 10,49 \times 0,68^3$$

$$P_a = 18,98 \approx 19 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, peluang antrean kendaraan pada simpang tak bersinyal ini berada dalam rentang sekitar 19%–39%.

Simulasi menggunakan PTV Vissim 8.0.2

Tujuan simulasi ini adalah untuk memvisualisasikan kondisi lalu lintas eksisting berdasarkan data survei lapangan. *Output* simulasi dari perangkat lunak PTV VISSIM 8.0.2 mencakup sejumlah indikator kinerja lalu lintas yang digunakan untuk mengevaluasi performa simpang secara menyeluruh, baik dari aspek operasional maupun lingkungan.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil *output software* PTV VISSIM 8.0.2

No	Arah	Gerakan	Tundaan (det)	Peluang Antrean Max (m)	LOS
1	Utara	Belok Kiri	2,33	3,77	A
2	Utara	Lurus	2,09	3,94	A
3	Utara	Belok Kanan	5,51	3,87	A
4	Timur	Belok Kiri	7,68	15,76	A
5	Timur	Lurus	2,69	16,49	A
6	Timur	Belok Kanan	4,37	16,49	A
7	Selatan	Belok Kiri	4,10	34,77	A
8	Selatan	Lurus	8,79	26,88	A
9	Selatan	Belok Kanan	4,48	27,47	A
10	Barat	Belok Kiri	12,72	45,63	B
11	Barat	Lurus	10,86	45,63	B
12	Barat	Belok Kanan	11,56	45,63	B
Rata-Rata			6,43	23,86	A

Tabel 3 menunjukkan rekapitulasi hasil *output software* PTV Vissim 8.0.2 berupa tundaan, peluang antrean dan *Level of Service* (LOS). Rata-rata tundaan kendaraan pada simpang yaitu sebesar 6,43 det, dengan tundaan tertinggi tercatat pada arah Barat dengan gerakan belok kiri, yaitu sebesar 12,72 det, diikuti oleh belok kanan (11,56 det) dan lurus (10,86 det). Sementara itu, nilai tundaan terendah terjadi pada arah Utara gerakan lurus (2,09 det) dan Utara untuk belok kiri (2,33 det). Sedangkan untuk panjang antrean rata-rata minimal pada simpang yaitu 1,76 m dan panjang antrean rata-rata maksimal 23,86 meter. Berdasarkan hasil tundaan dan panjang antrean tersebut seluruh gerakan dari arah Utara, Timur, dan Selatan menunjukkan LOS kategori A, yang mencerminkan arus lalu lintas sangat lancar dan

tundaan sangat rendah. Sementara itu, gerakan dari arah Barat berada pada kategori B, yang masih tergolong baik dan terkendali.

Selisih Tundaan Menggunakan Perhitungan PKJI dan PTV Vissim 8.0.2.

Adapun hasil tundaan yang didapatkan menggunakan PKJI sebesar 11,70 det/kend sedangkan menggunakan PTV Vissim sebesar 6,43 det/kend. Oleh karena itu didapatkan selisih hasil tundaan sebagai berikut:

$$\text{Selisih} = \frac{11,70 - 6,43}{11,7 + 6,43} \times 100\% = 29,07\%$$

Perbedaan hasil ini merupakan hal yang wajar karena:

1. Asumsi perhitungan PKJI yang menggunakan kondisi rata-rata, sedangkan VISSIM menggunakan simulasi pergerakan kendaraan secara individual.
2. Karakteristik perilaku pengemudi (*driver behavior*) yang dimodelkan dalam VISSIM, seperti *car-following* dan *lane-changing*.
3. Pengaruh geometri simpang dan distribusi arus lalu lintas yang dapat dimodelkan lebih detail dalam VISSIM.
4. Proses kalibrasi dan validasi model simulasi, yang dapat mempengaruhi hasil keluaran VISSIM.

Dengan demikian, perbedaan hasil antara PKJI dan VISSIM merupakan konsekuensi dari perbedaan metode analisis yang digunakan. Meskipun nilai yang diperoleh berbeda, kedua metode menunjukkan kecenderungan yang sama bahwa kinerja Simpang Empat Inspektur Marzuki masih berada pada kondisi yang relatif baik dan belum mencapai tingkat kejenuhan yang kritis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan simulasi kinerja lalu lintas di Simpang Empat Inspektur Marzuki Kota Palembang, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kinerja lalu lintas eksisting berdasarkan analisis metode PKJI 2023 menunjukkan bahwa derajat kejenuhan (D_j) tertinggi terjadi pada jam puncak sore (17.00–18.00 WIB) sebesar 0,68. Tundaan rata-rata (T) kendaraan mencapai 11,70 detik/kendaraan, dengan peluang antrean (P_a) berkisar antara 19% hingga 39%.

2. Simulasi lalu lintas menggunakan PTV VISSIM 8.0.2 mendapatkan hasil tundaan rata-rata kendaraan sebesar 6,43 detik/kendaraan, dengan panjang antrean maksimum rata-rata 23,86 meter, serta *Level of Service* (LOS) rata-rata pada kategori A.
3. Selisih hasil tundaan yang didapatkan dengan menggunakan perhitungan PKJI dan PTV Vissim 8.0.2 sebesar 29,07%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, U. P. (2019). Analisis kinerja simpang tiga tak bersinyal studi kasus Jalan Borong Raya–Jalan Todoppuli Raya Timur–Jalan Batua Raya (*Doctoral dissertation*, Universitas Hasanuddin).
- Bimaputra, A., Bemby, W. G. W., Kushardjoko, W., & Wicaksono, Y. W. Y. (2017). Analisis kinerja simpang dan ruas jalan di kawasan Jalan Pahlawan, Kota Bandung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(3), 45-55.
- Dharmawan, W. I., Oktarina, D., & Brilianto, A. (2018). Analisis kinerja simpang tak bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jl. Imam Bonjol–Jl. Pagar Alam Kota Bandar Lampung). *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 1(1).
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Indonesia.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Pedoman perencanaan teknis geometrik simpang. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Fitrianingsih, Y. (2016). Analisis kinerja simpang empat bersinyal pada persimpangan Jalan Jembatan Baru UGM, Sleman, Yogyakarta (*Doctoral dissertation*, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta).
- Karunia, M. N., & Nadi, M. A. B. (2021). Analisis persimpangan tak bersinyal menggunakan *software* PTV Vissim (Studi Kasus: Jalan Urip Sumoharjo–Jalan Kimaja). *Journal of Infrastructure Planning and Design*, 1(1), 27-36.
- Misdalena, F., & Alfartizie, H. (2025). EVALUASI WAKTU SIKLUS MENGGUNAKAN METODE MKJI 1997 (Studi Kasus Simpang Empat Macan Lindungan Kota Palembang). *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 17-23.
- Perhimpunan Ahli Jalan Indonesia. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI 2023). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Renaldi, G., & Mulyati, E. (2024). Analisis kinerja simpang 4 tak bersinyal (Studi Kasus: Simpang Empat Jl. Inspektur Marzuki Kecamatan Ilir Barat I Kota Palembang). *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 11(2), 59-69.
- Sumarsono, A., Prahartanto, F. S., & Djumari, D. (2017). Kinerja simpang bersinyal dan tak bersinyal (Studi Kasus Simpang Bersinyal Gendengan dan Simpang Tak Bersinyal Jalan Dokter Moewardi–Jalan Kalitan, Surakarta). *Matriks Teknik Sipil*, 5(3).
- Syaifullah, M., Kadir, Y., & Desei, F. L. (2024). Kinerja simpang empat tak bersinyal menggunakan metode PKJI 2023 dan *software* VISSIM. *Konstruksia*, 15(2), 147-163.
- Yusuf, M. (2022). *Analisis Kinerja Dan Mikrosimulasi Simpang Bersinyal Pasar Kuto Terhadap Konsumsi Bbm Dan Emisi Gas Buang Kendaraan* (Doctoral dissertation, 021008 Universitas Tridinanti Palembang).
- Zulkarnain, Y. P., & Asmawi, B. (2022, November). Mikro Simulasi Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus Jalan RE. Martadinata Palembang). In *FORUM MEKANIKA* (Vol. 11, No. 2, pp. 66-76).
- Zulkarnain, Y. P. (2022). Analisa tingkat pelayanan (*level of services*) persimpangan bersinyal pada simpang bandara kota palembang. *Jurnal desiminasi teknologi*, 10(1).