

Evaluasi Tingkat Kejenuhan Arus Lalu Lintas pada Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus Perempatan Kopang)

Azan Nulwatan¹, Titik Wahyuningsih², Adiman Fariyadin³

¹²³Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

¹wathanazan0@gmail.com

ABSTRACT

Keywords:

Saturated Traffic Flow,
Intersection Capacity,
Traffic Signal Control,
Level of Service.

Abstract: The Kopang Signalized Four-Way Intersection is one of the key intersections located on the main national highway, connecting interregional traffic on the island of Lombok, including vehicle access from Lembar Port to Kayangan Port and vice versa. The presence of the Jelojok Traditional Market—as a hub of community activity and a major transit point for freight and logistics vehicles—further increases traffic volume around the intersection, particularly during peak hours. This study aims to assess the traffic flow performance at the intersection and identify approach roads requiring attention based on current conditions. The study employs a quantitative method using a field survey approach. Primary data were obtained through traffic volume surveys, measurements of the intersection's geometric conditions, and observations of signal timing on each approach, while secondary data were used as supporting information. All data were analyzed using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) to determine capacity, degree of saturation, queue length, delay, and level of service. The analysis results show that the degree of saturation values for the Jl. Mataram–Sikur approach in the eastbound and westbound directions, and the Jl. Praya–Kopang approach in the southbound and northbound directions, were 0.86, 0.80, 0.82, and 0.42, respectively. The queue lengths were 76.51 m, 60.13 m, 63.00 m, and 28.40 m, respectively. The service level is LOS B on the East and West approaches, LOS C on the South approach, and LOS B on the North approach. The East approach has the highest degree of congestion and is therefore a priority in traffic management evaluations.

Kata Kunci:

Arus Jenuh,
Kapasitas Simpang,
Pengaturan Sinyal,
Tingkat Pelayanan.

Abstrak: Simpang Empat Bersinyal Kopang merupakan salah satu simpang penting yang berada pada jalur utama jalan nasional dan menghubungkan pergerakan antarwilayah di Pulau Lombok, termasuk akses kendaraan dari Pelabuhan Lembar menuju Pelabuhan Kayangan maupun sebaliknya. Keberadaan Pasar Tradisional Jelojok sebagai salah satu pusat aktivitas masyarakat serta pergerakan kendaraan angkutan barang dan logistik turut meningkatkan aktivitas lalu lintas di sekitar simpang, terutama pada jam-jam sibuk. Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi kinerja arus lalu lintas pada simpang serta menentukan pendekatan yang perlu menjadi perhatian berdasarkan kondisi eksisting. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan survei lapangan. Data primer diperoleh melalui survei volume lalu lintas, pengukuran kondisi geometrik simpang, dan pengamatan pengaturan waktu sinyal pada setiap pendekatan, sedangkan data sekunder digunakan sebagai data pendukung. Seluruh data dianalisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 untuk memperoleh kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, dan tingkat pelayanan. Hasil analisis menunjukkan nilai derajat kejenuhan pada pendekatan Jl. Mataram–Sikur arah Timur, Barat, Jl. Praya–Kopang arah Selatan, dan Utara berturut-turut sebesar 0,86; 0,80; 0,82; dan 0,42. Panjang antrian berturut-turut sebesar 76,51 m; 60,13 m; 63,00 m; dan 28,40 m. Tingkat pelayanan adalah LOS B pada pendekatan Timur dan Barat, LOS C pada pendekatan Selatan, serta LOS B pada pendekatan Utara. Pendekatan Timur memiliki derajat kejenuhan tertinggi sehingga menjadi prioritas dalam evaluasi pengelolaan lalu lintas.

Article History:

Received : 01-10-2026

Accepted : 30-11-2026



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan karena menjadi titik pertemuan arus kendaraan dari beberapa arah. Kondisi simpang dipengaruhi oleh besarnya arus lalu lintas, kapasitas pendekat, geometrik, hambatan samping, serta pengaturan sinyal. Ketidakseimbangan antara arus yang datang dan kemampuan pelayanan dapat menimbulkan antrean dan tundaan, terutama pada periode jam puncak.

Simpang Empat Bersinyal Kopang berada di Desa Kopang Rembige, Kecamatan Kopang, Kabupaten Lombok Tengah, dan berfungsi sebagai titik pertemuan arus pada Jl. Mataram–Sikur dan Jl. Praya–Kopang. Di sekitar simpang terdapat Pasar Tradisional Jelojok yang menjadi pusat aktivitas masyarakat. Jalur tersebut juga melayani pergerakan kendaraan angkutan barang dan logistik sehingga aktivitas lalu lintas meningkat pada waktu tertentu.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengaturan waktu sinyal, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan panjang antrean merupakan indikator penting dalam evaluasi simpang bersinyal. Pradana et al. (2016), Darma et al. (2018), dan Prayoga (2017) menunjukkan pentingnya evaluasi kinerja pada kondisi jam puncak. Pambudi (2017) serta Sibarani (2018) menggunakan pendekatan analisis kinerja simpang bersinyal untuk mengidentifikasi pendekat kritis. Penelitian terbaru berbasis PKJI 2023 juga menunjukkan bahwa pedoman tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan menyusun alternatif penanganan simpang (Kariyana et al., 2025; Sumarda et al., 2025). Penelitian ini menerapkan PKJI 2023 pada Simpang Empat Bersinyal Kopang dengan karakteristik lalu lintas yang dipengaruhi aktivitas Pasar Tradisional Jelojok.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kinerja arus lalu lintas pada Simpang Empat Bersinyal Kopang berdasarkan derajat kejenuhan, kapasitas, panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan. Hasil analisis digunakan untuk menentukan pendekat yang memiliki kondisi paling kritis sehingga dapat menjadi dasar evaluasi pengaturan lalu lintas pada simpang.

Kebaruan penelitian terletak pada evaluasi Simpang Empat Bersinyal Kopang yang berada pada jalur penghubung antardaerah dan dipengaruhi aktivitas Pasar Tradisional Jelojok serta pergerakan kendaraan barang dan logistik. Analisis menggunakan PKJI 2023 sehingga hasil menggambarkan kondisi simpang berdasarkan pedoman kapasitas jalan yang digunakan dalam penelitian.

B. METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada simpang empat bersinyal Perempatan Kopang, Desa Kopang Rembige, Kecamatan Kopang, Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Penelitian dilaksanakan selama satu bulan, yaitu 29 Juni sampai 29 Juli 2026. Objek penelitian adalah kondisi kinerja lalu lintas pada simpang empat bersinyal, khususnya tingkat kejenuhan arus lalu lintas sebagai dasar penilaian pelayanan simpang.



Gambar 1. Lokasi penelitian
(Sumber: Google Earth, 2026)

Gambar 1 menunjukkan lokasi penelitian pada kawasan Perempatan Kopang. Lokasi tersebut mempertemukan empat pendekat, yaitu Jl. Mataram–Sikur dari arah Timur dan Barat serta Jl. Praya–Kopang dari arah Selatan dan Utara.

2. Pengumpulan data

Data primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi volume lalu lintas, kondisi geometrik simpang, waktu sinyal, panjang antrean, tundaan, dan hambatan samping. Volume lalu lintas dicatat berdasarkan jenis kendaraan dan arah pergerakan, yaitu belok kiri, lurus, dan belok kanan, kemudian dikonversi

ke satuan mobil penumpang. Data geometrik digunakan untuk menentukan lebar efektif pendekat dan parameter arus jenuh.

Data sekunder digunakan sebagai data pendukung, meliputi peta lokasi, data jumlah penduduk, fungsi dan klasifikasi jalan, data teknis simpang dari instansi terkait, serta literatur dan pedoman analisis lalu lintas. Survei dilakukan pada Minggu 12 Juli 2026, Senin 13 Juli 2026, dan Selasa 14 Juli 2026 pada periode pagi, siang, dan sore.

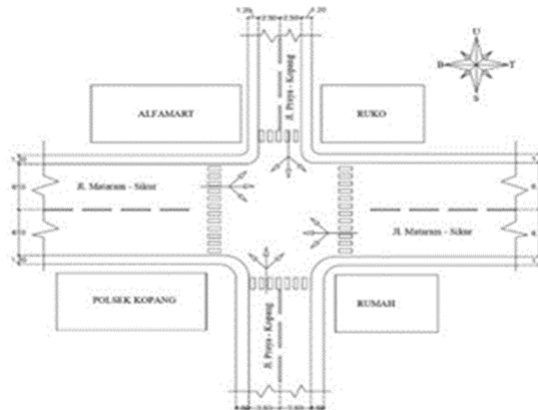
3. Kondisi geometrik dan waktu sinyal

Kondisi geometrik simpang digunakan sebagai dasar dalam menentukan arus jenuh dasar. Data lebar efektif yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1. Pendekat Timur dan Barat merupakan bagian dari Jl. Mataram–Sikur, sedangkan pendekat Selatan dan Utara merupakan bagian dari Jl. Praya–Kopang.

Tabel 1. Kondisi geometrik pendekat simpang

Pendekat	Ruas jalan	Lebar efektif (m)	Tipe lingkungan	Hambatan samping
Timur	Jl. Mataram–Sikur	12,50	Komersial	Sedang
Barat	Jl. Mataram–Sikur	12,20	Komersial	Sedang
Selatan	Jl. Praya–Kopang	7,20	Komersial	Sedang
Utara	Jl. Praya–Kopang	5,30	Komersial	Sedang

Sumber: Data Penelitian, 2026



Gambar 2. Geometrik Simpang Kopang (Sumber: Data Penelitian, 2026)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa lingkungan di sekitar setiap pendekat didominasi ruko, toko, bengkel, fasilitas kepolisian, dan minimarket. Kondisi tersebut dikategorikan sebagai lingkungan komersial dengan hambatan samping sedang. Waktu sinyal eksisting memiliki waktu siklus 110 detik dengan pembagian waktu hijau dan merah yang berbeda pada setiap pendekat.

Tabel 2. Waktu sinyal simpang eksisting

Pendekat	Merah	Kuning	Hijau	All red	Siklus
Timur	76	3	22	3	110
Barat	76	3	24	3	110
Selatan	80	3	20	5	110
Utara	76	3	18	5	110

Sumber: Data Penelitian, 2026

4. Analisis data

Analisis kinerja simpang dilakukan berdasarkan prosedur PKJI 2023 dengan menggunakan data volume lalu lintas, geometrik, dan waktu sinyal. Tahapan analisis meliputi penentuan arus lalu lintas, arus jenuh dasar, arus jenuh, kapasitas pendekat, derajat kejenuhan, jumlah antrean, panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan.

Kapasitas pendekat dihitung berdasarkan arus jenuh dan rasio waktu hijau terhadap waktu siklus. Hubungan tersebut dapat dinyatakan melalui Persamaan (1).

$$C = J \times \frac{g}{c} \quad (1)$$

Pada Pers. (1), C adalah kapasitas pendekat, J adalah arus jenuh, G adalah waktu hijau efektif, dan c adalah waktu siklus. Derajat kejenuhan selanjutnya dihitung melalui Persamaan. (2).

$$DJ = \frac{Q}{c} \quad (2)$$

Q merupakan arus lalu lintas dalam SMP/jam. Nilai DJ digunakan untuk melihat kedekatan arus terhadap kapasitas. Semakin tinggi nilai DJ, semakin besar tingkat pemanfaatan kapasitas dan potensi terbentuknya antrean.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Volume lalu lintas dan jam puncak

Hasil survei volume menunjukkan adanya variasi arus lalu lintas antarhari dan antarperiode. Jam puncak ditentukan berdasarkan periode dengan arus lalu lintas tertinggi yang menjadi dasar analisis kinerja. Data survei dilakukan pada Minggu, Senin, dan Selasa sehingga kondisi lalu lintas pada hari kerja dan akhir pekan dapat dibandingkan.

Tabel 3. Periode jam puncak survey

Hari	Tanggal	Periode Jam Puncak	Keterangan
Minggu	12 Juli 2026	16.45–17.45 WITA	Periode sore
Senin	13 Juli 2026	17.15–18.15 WITA	Periode sore
Selasa	14 Juli 2026	17.15–18.15 WITA	Periode sore

Sumber: Data Penelitian, 2026

Pada Senin 13 Juli 2026 periode 17.15–18.15 WITA tercatat 3.280 sepeda motor, 874 kendaraan ringan, 277 kendaraan berat, 45 kendaraan berat besar, dan 30 kendaraan tidak bermotor. Pada Selasa 14 Juli 2026 periode yang sama tercatat 3.765 sepeda motor, 892 kendaraan ringan, 211 kendaraan berat, 43 kendaraan berat besar, dan 13 kendaraan tidak bermotor. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa periode sore merupakan periode penting dalam evaluasi kinerja simpang.

2. Hasil kinerja simpang

Hasil pengolahan data pada kondisi jam puncak menghasilkan kapasitas dan derajat kejenuhan yang berbeda pada setiap pendekat. Rekapitulasi hasil perhitungan kinerja simpang disajikan pada Tabel 4. Nilai tersebut digunakan untuk menilai kondisi operasional setiap pendekat berdasarkan indikator antrean, panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan

Tabel 4. Rekapitulasi hasil perhitungan kinerja simpang

Pendekat	Q	C	DJ	NQ	PA	T	LOS
Timur	741	858	0,86	23,91	76,51	14,52	B
Barat	582	724	0,80	18,34	60,13	12,51	B
Selatan	336	408	0,82	11,34	63,00	15,85	C
Utara	129	309	0,42	3,55	28,40	5,73	B

Sumber: Data Penelitian, 2026

Tabel 4 menunjukkan bahwa pendekat Timur memiliki derajat kejenuhan paling tinggi, yaitu 0,86, dengan panjang antrean 76,51 m. Pendekat Barat memiliki DJ 0,80 dan panjang antrean 60,13 m. Pendekat Selatan

mempunyai DJ 0,82 dengan panjang antrean 63,00 m dan tundaan tertinggi 15,85 detik/SMP. Pendekat Utara memiliki DJ 0,42 dengan panjang antrean 28,40 m dan tundaan 5,73 detik/SMP.

3. Kondisi tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan digunakan untuk menggambarkan kondisi operasional yang dirasakan pengguna jalan. Berdasarkan hasil analisis, pendekat Timur dan Barat berada pada LOS B. Kondisi tersebut menunjukkan arus masih stabil dan hambatan antar kendaraan masih relatif kecil. Pendekat Selatan berada pada LOS C, yang menunjukkan arus masih stabil tetapi pergerakan kendaraan mulai dibatasi oleh volume lalu lintas. Pendekat Utara berada pada LOS B.

Pendekat Timur menjadi pendekat yang paling perlu diperhatikan karena mempunyai DJ 0,86, yaitu nilai tertinggi pada simpang. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas pendekat telah digunakan secara relatif tinggi. Nilai panjang antrean 76,51 m juga merupakan yang terbesar sehingga perubahan volume lalu lintas pada pendekat ini berpotensi meningkatkan antrean lebih cepat dibandingkan pendekat lainnya.

Pendekat Barat mempunyai DJ 0,80 dengan tundaan 12,51 detik/SMP. Meskipun nilai kejenuhan cukup tinggi, kondisi pelayanan masih berada pada LOS B. Pendekat Selatan memiliki DJ 0,82 dan tundaan 15,85 detik/SMP sehingga tingkat pelayanan berada pada LOS C. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa pendekat dengan volume lebih kecil tidak selalu menghasilkan kinerja lebih baik apabila kapasitas pendekat juga terbatas.

Pendekat Utara mempunyai DJ 0,42 sehingga masih memiliki ruang kapasitas yang lebih besar. Tundaan sebesar 5,73 detik/SMP juga merupakan nilai terendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa arus pada pendekat Utara relatif lebih ringan dibandingkan pendekat lainnya.

4. Pembahasan dan perbandingan dengan penelitian terdahulu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat kejenuhan menjadi indikator penting untuk menentukan pendekat yang memerlukan perhatian. Temuan ini sejalan dengan Pradana et al. (2016) dan Darma et al. (2018) yang menggunakan volume, kapasitas, derajat kejenuhan, dan tingkat pelayanan sebagai dasar evaluasi simpang. Penelitian Prayoga (2017) juga menunjukkan bahwa pengaturan fase dan sinyal dapat memengaruhi kinerja simpang. Pada penelitian yang lebih baru, Pambudi (2017) dan Sibarani (2018) menerapkan PKJI 2023 untuk mengidentifikasi kondisi simpang berdasarkan derajat kejenuhan, tundaan, dan tingkat pelayanan.

Hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan Sanjaya (2020) yang menemukan kondisi simpang dengan derajat kejenuhan rata-rata 0,84 dan tingkat pelayanan F akibat antrean dan tundaan yang tinggi. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa nilai DJ yang relatif tinggi tidak selalu menghasilkan tingkat pelayanan yang sama karena tundaan dan kondisi operasional juga dipengaruhi pengaturan sinyal serta karakteristik simpang.

Kajian terbaru berbasis PKJI 2023 juga memperlihatkan bahwa evaluasi kapasitas, derajat kejenuhan, antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan merupakan pendekatan yang relevan untuk simpang bersinyal. Nugraha et al. mengevaluasi simpang bersinyal menggunakan PKJI 2023 dan PTV Vissim, sedangkan Sumarda et al. menggunakan PKJI 2023 dan PTV Vissim untuk menilai kinerja simpang empat bersinyal. Dengan demikian, pendekatan penelitian ini tetap relevan dengan perkembangan kajian kinerja simpang bersinyal.

5. Implikasi terhadap pengelolaan lalu lintas

Berdasarkan hasil analisis, pengelolaan lalu lintas perlu diarahkan terutama pada pendekat yang memiliki nilai DJ tinggi. Pendekat Timur dengan DJ 0,86 merupakan lokasi prioritas karena mempunyai kombinasi arus tinggi, kapasitas yang relatif terbatas terhadap arus, serta panjang antrean paling besar. Pendekat Selatan juga perlu diperhatikan karena DJ 0,82 dan tundaan 15,85 detik/SMP menghasilkan LOS C.

Pengaturan waktu sinyal merupakan salah satu alternatif yang dapat dievaluasi untuk menyeimbangkan pelayanan antarpendekat. Penyesuaian waktu hijau perlu mempertimbangkan arus aktual pada setiap pendekat agar tambahan waktu pelayanan diberikan pada pendekat yang lebih membutuhkan tanpa mengurangi pelayanan pada pendekat lain. Pengaturan ulang fase dan waktu siklus dapat dilakukan sebagai bagian dari evaluasi lanjutan.

Hasil penelitian terdahulu mendukung pentingnya evaluasi waktu sinyal. Penelitian Pradana et al. (2016) dan Darma et al. (2018) menunjukkan penggunaan PKJI 2023 dalam evaluasi simpang bersinyal dan membandingkan kondisi eksisting dengan alternatif perbaikan. Penelitian Darma et al. (2018) juga menunjukkan bahwa perencanaan ulang waktu sinyal dapat meningkatkan tingkat pelayanan simpang. Pada Simpang Kopang, penelitian belum melakukan simulasi skenario perbaikan sehingga rekomendasi ditempatkan sebagai arahan pengelolaan, bukan sebagai hasil desain.

6. Keterbatasan penelitian

Penelitian ini menggunakan data survei lapangan pada tiga hari pengamatan sehingga hasil menggambarkan kondisi pada periode survei. Kondisi lalu lintas dapat berubah akibat aktivitas masyarakat, perubahan komposisi kendaraan, cuaca, maupun kegiatan khusus di sekitar simpang. Interpretasi hasil difokuskan pada kondisi eksisting yang diamati selama periode penelitian.

Selain itu, penelitian difokuskan pada analisis kinerja berdasarkan PKJI 2023 dan tidak melakukan pemodelan mikroskopik. Penelitian lanjutan dapat menggunakan periode survei yang lebih panjang atau membandingkan hasil perhitungan manual dengan perangkat lunak simulasi lalu lintas.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil survei dan analisis kinerja Simpang Empat Bersinyal Kopang menggunakan PKJI 2023, seluruh pendekat masih mampu melayani arus lalu lintas pada kondisi pengamatan. Nilai derajat kejenuhan pada pendekat Jl. Mataram–Sikur arah Timur, Jl. Mataram–Sikur arah Barat, Jl. Praya–Kopang arah Selatan, dan Jl. Praya–Kopang arah Utara berturut-turut sebesar 0,86; 0,80; 0,82; dan 0,42. Pendekat Timur mempunyai tingkat kejenuhan tertinggi, sedangkan pendekat Utara mempunyai tingkat kejenuhan terendah.

Tingkat pelayanan yang diperoleh adalah LOS B pada pendekat Timur, LOS B pada Barat, LOS C pada Selatan, dan LOS B pada Utara. Kondisi operasional simpang secara umum masih berada pada tingkat pelayanan yang dapat diterima, meskipun pendekat Selatan menunjukkan kondisi relatif lebih rendah dibandingkan pendekat lainnya. Pendekat Timur menjadi prioritas dalam evaluasi pengelolaan lalu lintas karena memiliki derajat kejenuhan dan panjang antrean tertinggi. Pada bagian ini penulis merincikan kesimpulan hasil pembahasan dan analisa data dan disarankan untuk menyampaikan penelitian lanjutan untuk peneliti berikutnya.

REFERENSI

- Analisis kapasitas dan tingkat kinerja simpang bersinyal pada Simpang Boru Kota Serang. (2016). *Jurnal Fondasi*, 5(2).
- Analisis kinerja simpang bersinyal pada Jalan Hasanuddin–Jalan Kamboja, Sumbawa Besar. (2018). *Naskah Penelitian Teknik Sipil*.
- Analisis kinerja simpang bersinyal pada Simpang Ciruas Serang. (2016). *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2).
- Analisis kinerja simpang bersinyal pada Simpang Palima. (2016). *Jurnal Fondasi*, 5(1).
- Darma, M. A. S., Sulistyorini, R., & Herianto, D. (2018). *Evaluasi kinerja simpang bersinyal (studi kasus: Jl. Soekarno-Hatta–Jl. H. Komarudin–Jl. Kapten Abdul Haq)*. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 6(4), 507–518. <https://doi.org/10.23960/jrsdd.v6i4.1026>.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Evaluasi kinerja simpang bersinyal Jalan Veteran–Jalan Pahlawan–Jalan Gajahmada–Jalan Budi Karya. (2018). *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 5(2).
- Pambudi, C. (2017). *Evaluasi kinerja simpang bersinyal Ngabean berdasarkan pendekatan analisis simulasi lalu lintas mikroskopik*. Universitas Islam Indonesia.
- Pradana, F., Budiman, A., & Robekha, N. (2016). Analisis kinerja simpang bersinyal pada Simpang Ciruas Serang. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2).
- Prayoga. (2017). *Analisis koordinasi sinyal antar simpang pada ruas Jalan Z.A. Pagar Alam*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Putra, A. D., Supriyadi, & Wicaksono. (2018). Evaluasi kinerja simpang bersinyal terkait rencana Semarang Middle Ring Road (SMRR) di Simpang Srandol, Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7(3), 117–128.
- Rahmawaty, O. (2017). *Analisis kinerja simpang bersinyal Jalan Tamansiswa, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Syaikh, M., & Widodo, E. (2016). Analisa kapasitas dan tingkat kinerja simpang bersinyal. *Jurnal Reka Buana*, 1(1).