



ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN METODE EKIVALENSI MOBIL PENUMPANG (EMP) CHANDRA 2000¹

PERFORMANCE ANALYSIS OF SIGNALIZED INTERSECTIONS USING THE PASSENGER CAR EQUIVALENCE METHOD (EMP) CHANDRA 2000

I Made Kariyana^{a, 2}, Gede Sumarda^a, Sang Made Dwipayana^a, Tri Hayatining Pamungkas^a

^a Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ngurah Rai, Jl. Kampus Ngurah Rai No.30, Penatih, Denpasar Timur.

ABSTRAK

Simpang Petitenget Kerobokan bisa menyebabkan kecelakaan, antrian, kemacetan, dan penundaan karena tingginya kepadatan lalu lintas. Oleh karena itu, evaluasi kinerja simpang perlu dilakukan untuk menentukan tingkat layanan. Analisis perhitungan disesuaikan dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan menggunakan dua metode Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP), yaitu EMP Chandra 2000 dan EMP MKJI 1997. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat pelayanan simpang dengan metode EMP Chandra 2000 terletak pada kategori E (arus tidak stabil/tersendat-sendat) dengan tundaan rata-rata sebesar 45,72 detik/smp. Sedangkan, hasil analisis metode EMP MKJI 1997 terletak pada kategori F (Arus terlambat/berhenti, antrian, macet), dengan tundaan rata - rata sebesar 881,77 det/smp. Berdasarkan perbedaan nilai kinerja simpang metode EMP Chandra 2000 dengan metode EMP MKJI 1997, Metode EMP Chandra 2000, yang beroperasi di simpang dengan tundaan 40,1–60,0 detik per kendaraan, menunjukkan hasil yang lebih mewakili dengan situasi sebenarnya di Simpang Petitenget.

Kata kunci: kinerja simpang, ekuivalensi mobil penumpang, tingkat pelayanan

ABSTRACT

The Petitenget Kerobokan intersection can cause accidents, queues, traffic jams, and delays due to high traffic density. Therefore, an intersection performance evaluation is necessary to determine the level of service. This study utilizes analysis from the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) using two Passenger Car Equivalency (PCE) methods, namely Chandra 2000 PCE and MKJI 1997 PCE. The results of the analysis show that the level of service of the intersection with the Chandra 2000 PCE method is located in category E (unstable / intermittent flow) with an average delay of 45.72 seconds /mp. Meanwhile, the results of the analysis of the MKJI 1997 PCE method are located in category F (Delayed/stopped flow, queues, jams), with an average delay of 881.77 sec/smp. Based on the difference in the intersection performance values of the Chandra 2000 PCE method and the MKJI 1997 PCE method, the Chandra 2000 PCE Method, which operates at intersections with delays of 40.1-60.0 seconds per vehicle, shows results that are more representative to the actual situation at the Petitenget Intersection.

Keywords: intersection performance, passenger car equivalence, level of service

¹ Info Artikel: Received:09 Maret 2024, Accepted:25 Juni 2024

² Corresponding Author: I Made Kariyana, made.kariyana@unr.ac.id

PENDAHULUAN

Morlok (1991) menjelaskan bahwa persimpangan adalah titik pertemuan jalan. Setiap mulut simpang memiliki karakteristik pergerakan lalu lintas, geometri jalan, dan konflik-konflik tertentu. Konflik pergerakan kendaraan yang berbelok dan pengendaliannya dapat memengaruhi kinerja persimpangan dan mengurangi tingkat pelayanannya. Konflik antara kendaraan atau pejalan kaki dapat menyebabkan tundaan, kecelakaan, dan kemacetan yang merugikan pengemudi atau pengguna jalan (Islah & Febriyanto, 2018; Putri & Susilo, 2021).

Simpang Jalan Petitenget Kerobokan merupakan salah satu persimpangan di wilayah Kuta Utara yang sering mengalami kemacetan. Simpang ini merupakan penghubung antar zona pemukiman, zona kegiatan perekonomian, pendidikan maupun pariwisata dari dan menuju Kabupaten Badung. Tingginya jumlah kendaraan yang melintasi persimpangan itu berpotensi menyebabkan kecelakaan, antrean, kemacetan, dan tundaan (Asy'ari et al., 2021; Herlina et al., 2023). Untuk mengatasi permasalahan kemacetan, persimpangan di wilayah Kuta Utara ini penting untuk dilakukan penilaian kinerja.

Kinerja suatu simpang menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 merupakan ukuran yang dijelaskan berdasarkan kondisi operasional fasilitas persimpangan dan umumnya dinyatakan dalam kapasitas jalan, perilaku lalu lintas, serta kecepatan kendaraan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997a). Pada penelitian terdahulu, terkait dengan analisis kinerja simpang yang dibutuhkan adalah data arus lalu lintas pada jam puncak (Kariyana et al., 2021; Rozy, 2018). Perhitungan dilakukan dengan mengubah kendaraan per jam menjadi Satuan Mobil Penumpang (SMP) dengan EMP untuk setiap pendekat yang terlindung dan terlawan (Herlina & Hidayat, 2019; Iqbal et al., 2017; Wikrama & Agung, 2017).

Faktor yang dikenal sebagai ekuivalensi mobil penumpang (EMP) mendefinisikan seberapa mirip berbagai jenis kendaraan dengan mobil penumpang. Tujuan Emp adalah menyeragamkan arus lalu lintas yang beragam menjadi satu. Secara umum di Indonesia masih banyak yang menggunakan MKJI 1997 sebagai penentu nilai EMP yang sudah ditentukan nilainya sesuai dengan kondisi jalan. Maka dari itu penelitian ini mencoba menganalisis kinerja simpang dengan mengadopsi metode EMP Chandra (2000), dimana nilai EMP dihitung dari perbandingan kecepatan kendaraan dengan luas kendaraan. Metode EMP Chandra (2000) sangat relevan digunakan karena mewakili kondisi nyata di lapangan dan di negara – negara berkembang sudah banyak penelitian yang menggunakan metode Chandra (2000) untuk menentukan nilai EMP (Chandra & Sikdar, 2000; Kariyana et al., 2021).

METODOLOGI

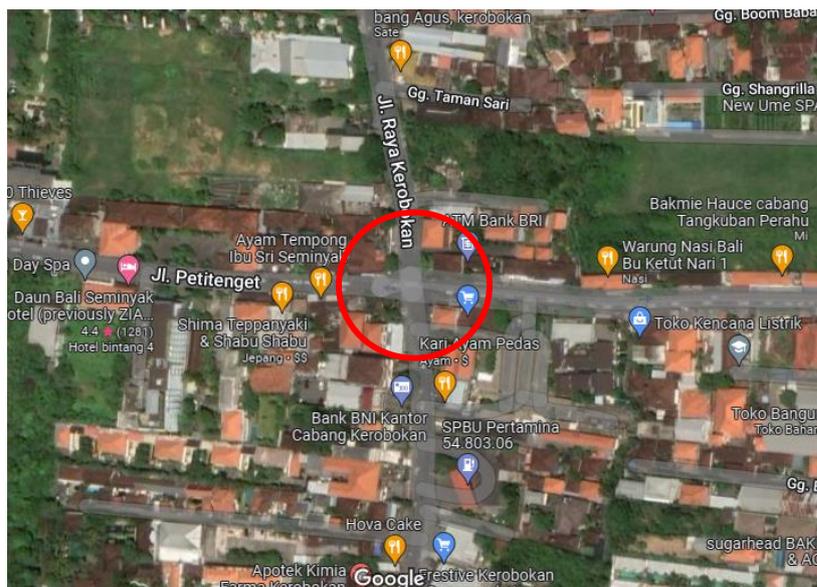
Metode Penelitian

Pada tahap awal penelitian ini, dilakukan survei pendahuluan untuk memastikan kelancaran, efektivitas, dan efisiensi survei yang akan dilakukan. Langkah-langkah survei pendahuluan meliputi penentuan jam ramai, pemilihan hari yang dapat mencerminkan kondisi lalu lintas di simpang yang diteliti, penentuan lokasi kamera, serta persiapan peralatan lain yang diperlukan untuk survei. Data juga dikumpulkan secara langsung di lapangan, seperti survei kecepatan kendaraan, waktu sinyal, dan volume lalu lintas serta pengukuran geometrik simpang secara manual. Data primer terdiri dari dimensi kendaraan, demografi, dan lokasi simpang. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan tahapan analisis EMP Chandra

2000, kinerja simpang dengan EMP Chandra 2000 menggunakan metode MKJI 1997, kinerja simpang dengan EMP MKJI 1997 menggunakan metode MKJI 1997 sehingga terakhir dapat menghasilkan kesimpulan dan saran.

Lokasi Penelitian

Lokasi Simpang Petitenget Kerobokan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa seringkali terjadi peningkatan waktu tunggu, penurunan kecepatan, dan antrian yang panjang di setiap jalan simpang. Selain itu, volume lalu lintas juga bervariasi di setiap jalan, menyebabkan konflik lalu lintas terutama saat jam sibuk.



Gambar 1. Lokasi Simpang
Sumber: Google maps (2022)

Sumber Data

Data diperoleh secara langsung melalui survei volume lalu lintas dan pengukuran geometri persimpangan secara manual. Survei volume lalu lintas dilakukan pada hari kerja, pada jam sibuk pagi (6.30–8.30), siang (11.00–13.00), dan sore (16.00–18.00).

Data Primer

Untuk mendapatkan data - data yang diperlukan, maka perlu adanya survei lapangan pada simpang, antara lain sbb:

1. Survei Geometrik pada Simpang
2. Survei Volume lalu lintas Simpang
3. Survei Lampu Lalu Lintas
4. Data kecepatan kendaraan didapat dari video hasil rekaman pada persimpangan

Data Sekunder

Data sekunder merupakan data tambahan yang diperlukan untuk mendukung pengukuran. Data sekunder yang dibutuhkan meliputi:

1. Data jumlah penduduk

Data jumlah penduduk Kabupaten Badung diperoleh dari Badan Pusat Statistik Bali (BPS Kabupaten Badung, 2020).

2. Peta Lokasi Simpang

Data peta lokasi untuk memberikan gambaran lokasi penelitian sehingga pembaca mudah mengetahui lokasi penelitian, data peta lokasi didapat di Google Maps (2022).

Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) Metode Chandra 2000

Metode alternatif yang dipakai untuk menetapkan EMP, seperti yang diusulkan oleh Chandra (2000), menciptakan suatu metodologi untuk menaksir nilai PCE dalam situasi lalu lintas yang beragam. Mereka mengestimasi nilai PCE sebagai hasil dari interaksi antara jumlah kendaraan dan kecepatannya. PCE dihitung dengan membandingkan kecepatan kendaraan ringan dengan kecepatan yang diinginkan, serta dimensi kendaraan ringan dengan dimensi yang diinginkan, seperti yang dinyatakan dalam persamaan (1) berikut:

$$EMP_i = \frac{V_{LV}/V_i}{A_{LV}/A_i} \tag{1}$$

dengan EMP_i = Ekivalensi mobil penumpang, $V_{LV}; V_i$ = Kecepatan rata - rata kendaraan ringan dan kecepatan rata – rata kendaraan (i) dalam km/jam, $A_{LV}; A_i$ = Luas dari kendaraan ringan & luas dari kendaraan (i) dalam m²

Dimensi kendaraan merupakan ukuran panjang dikali dengan lebar mengikuti Tabel 1.

Tabel 1 Standar Dimensi Kendaraan

Kategori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)	
	Lebar	Panjang
Kecil	210	580
Sedang	260	1210
Besar	260	2100
Sepeda Motor	187	64

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997b

Tabel 2 Standar Dimensi Kendaraan untuk Sepeda Motor

Jenis Kendaraan	Dimensi Kendaraan (Cm)	
	Lebar	Panjang
Sepeda Motor	70	175

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997b

Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) MKJI 1997

Satuan kendaraan penumpang adalah pergerakan lalu lintas yang disamakan dengan kendaraan ringan atau mobil penumpang yang dikonversi menggunakan nilai setara kendaraan penumpang (Oktavia et al., 2024). Nilai setara kendaraan penumpang dipengaruhi oleh ukuran dan kecepatan kendaraan, yang memengaruhi kinerja bagian jalan. Nilai ini berbeda untuk setiap bagian jalan, sehingga perlu disesuaikan dengan kondisi jalan yang sebenarnya agar kebijakan yang diterapkan relevan dengan situasi di lapangan. Dalam menghitung kapasitas jalan di Indonesia, nilai setara kendaraan penumpang mengacu pada MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997b). Karakteristik yang terdapat dalam

MKJI 1997 merupakan hasil dari penelitian empiris oleh tim Bina Marga yang data-datanya diperoleh pada tahun 1991-1995 di kota-kota besar di Indonesia (Oktavia et al., 2024).

Tabel 3 Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

Jenis Kendaraan	EMP Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1	1
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997a

Tingkat Pelayanan Simpang

Indikator kuantitatif yang mencerminkan persepsi pengguna jalan terhadap kondisi lalu lintas disebut tingkat pelayanan simpang (Prasetyo et al., 2023). Dalam analisis kapasitas, terdapat enam tingkat pelayanan yang ditentukan. Tingkat pelayanan ini berkaitan dengan penundaan, mulai dari yang terbaik, yaitu tingkat pelayanan A, hingga yang terburuk, yaitu tingkat pelayanan F. Hubungan ini digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi simpang (Putri & Susilo, 2021; Sodanango et al., 2022), seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Simpang Bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/smp)
A	< 5,0
B	5,1 - 15
C	15,1 - 25
D	25,1 - 40
E	40,1 - 60
F	> 60

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997a

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui serangkaian tahapan analisis, dibahas mengenai evaluasi kinerja simpang di Simpang Petitenget Kerobokan. Analisis dan perhitungan tersebut merujuk pada data yang terkumpul dari lokasi penelitian, yang mencakup survei dan observasi langsung di lokasi tersebut. Pada penelitian ini, kinerja simpang dievaluasi menggunakan dua pendekatan, yaitu dengan metode EMP Chandra 2000 dan EMP MKJI 1997 berdasarkan standar MKJI 1997. Tujuan dari analisis ini adalah untuk membandingkan nilai kinerja simpang antara metode EMP Chandra 2000 dan EMP MKJI 1997 di Simpang Petitenget Kerobokan. Perhitungan kinerja simpang di Simpang Petitenget didasarkan pada data survei lapangan yang dilakukan selama dua jam pada jam sibuk pagi, siang, dan sore pada hari kerja. Survei dilaksanakan pada hari Rabu, 21 September 2022, selama jam padat pagi (06.30-08.30 WITA), siang (11.00-13.00 WITA), dan sore (16.00-18.00 WITA).

KINERJA SIMPANG DENGAN EMP CHANDRA 2000

1. EMP Chandra 2000

Dimensi kendaraan dan kecepatan kendaraan pada saat jam puncak digunakan untuk menghitung EMP dengan metode Chandra 2000 yang akan menjadi pedoman saat menganalisis kinerja simpang bersinyal

Tabel 5. Penentuan EMP Metode Chandra 2000

Pendekat	V _{Lv} (Km/jam)	V _{Mc} (Km/jam)	V _{Hv} (Km/jam)	A _{lv} (m ²)	A _{Mc} (m ²)	A _{Hv} (m ²)	EMP _{Mc}	EMP _{Lv}	EMP _{Hv}
Utara	17,31	21,53	11,92	12,18	1,225	31,46	0,08	1	3,75
Timur	11,22	15,38	12,84	12,18	1,225	31,46	0,07	1	2,26
Selatan	15,04	15,39	13,16	12,18	1,225	31,46	0,10	1	2,95
Barat	15,57	17,89	13,08	12,18	1,225	31,46	0,09	1	3,07

EMP pada Simpang Petitenget Kerobokan berdasarkan metode Chandra 2000 menghasilkan nilai EMP untuk masing-masing pendekat sebagai berikut:

- Pendekat utara: MC sebesar 0,08, LV sebesar 1, dan HV sebesar 3,75.
- Pendekat timur: MC sebesar 0,07, LV sebesar 1, dan HV sebesar 2,26.
- Pendekat selatan: MC sebesar 0,10, LV sebesar 1, dan HV sebesar 2,96.
- Pendekat barat: MC sebesar 0,09, LV sebesar 1, dan HV sebesar 3,07.

Nilai EMP paling tinggi untuk MC terdapat pada pendekat selatan dengan nilai 0,10, sedangkan untuk HV yang memiliki nilai paling tinggi terdapat pada sisi pendekat utara dengan nilai 3,75.

2. Kinerja Simpang

Pada MKJI 1997, analisis dilakukan menggunakan data arus lalu lintas pada jam puncak pagi karena jam puncak pagi volume lalu lintas tertinggi dibandingkan volume kendaraan jam puncak siang dan sore. Nilai kinerja simpang pada Simpang Petitenget didapat seperti Tabel 6, dengan tingkat pelayanan E.

Tabel 6 Kinerja Simpang dengan Metode EMP Chandra 2000

Kaki Simpang	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	D (dtk/smp)	Tingkat Pelayanan
Utara	727	1016	0,72	29,11	0,71	45,72	E
Timur	384	451	0,85	20,02	0,92		
Selatan	626	913	0,69	24,39	0,69		
Barat	343	693	0,50	13,02	0,67		

Tingkat pelayanan pada simpang bersinyal di Simpang Petitenget Kerobokan dengan metode Ekuivalensi Mobil Penumpang Chandra 2000 terletak pada kategori E (arus tidak stabil/tersendat-sendat) pada arus lalu lintas pagi, tundaan rata-rata tercatat sebesar 45,72 detik per satuan mobil penumpang (smp), dengan nilai derajat kejenuhan (DS) masing-masing pendekat sebagai berikut: pendekat utara 0,72, pendekat timur 0,85, pendekat selatan 0,69, dan pendekat barat 0,50.

KINERJA SIMPANG DENGAN EMP MKJI 1997

Pada analisis EMP menggunakan MKJI 1997, Analisis dilakukan menggunakan data arus lalu lintas pada jam puncak pagi karena volume lalu lintas tertinggi terjadi pada waktu tersebut dibandingkan dengan volume kendaraan pada jam puncak siang dan sore. Nilai kinerja simpang pada Simpang Petitenget didapat seperti Tabel 7, dengan tingkat pelayanan F.

Tabel 7 Nilai kinerja simpang pada Simpang Petitenget

Kaki Simpang	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	D (dtk/smp)	Tingkat Pelayanan
Utara	1554	936	1,66	592,77	6,72	881,77	F
Timur	842	508	1,66	247,75	5,18		
Selatan	990	943	1,05	84,81	1,51		
Barat	511	637	0,80	24,50	0,84		

Pelayanan di simpang bersinyal di Simpang Petitenget Kerobokan, menurut metode EMP MKJI 1997, diklasifikasikan sebagai kategori F (terlambat/berhenti, antrian, macet). Rata-rata waktu tunda mencapai 881,77 detik per siklus lampu dengan tingkat kepadatan (DS) untuk pendekat utara sebesar 1,66, pendekat timur 1,66, pendekat selatan 1,05, dan pendekat barat 0,80 pada jam lalu lintas pagi.

Dari perbedaan nilai kinerja simpang metode EMP Chandra 2000 dengan metode EMP MKJI 1997, hasil yang mendekati dari kondisi kenyataan di Simpang Petitenget adalah metode EMP Chandra 2000. Dimana terletak pada tingkat pelayanan E yang menunjukkan bahwa operasi pada simpang mengalami tundaan dalam rentang 40,1 hingga 60,0 detik per kendaraan. Hasil yang sama juga didapatkan utamanya di negara berkembang, bahwa dengan menggunakan metode EMP Chandra (2000) hasilnya lebih akurat sesuai dengan kondisi eksisting (Chandra & Sikdar, 2000; Kariyana et al., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tingkat pelayanan pada simpang bersinyal di Simpang Petitenget Kerobokan dengan metode Ekuivalensi Mobil Penumpang Chandra 2000 terletak pada kategori E (arus tidak stabil/tersendat-sendat) dengan rata-rata tundaan adalah 45,72 detik/smp. Nilai derajat kejenuhan (DS) untuk pendekat utara adalah 0,72, pendekat timur 0,85, pendekat selatan 0,69, dan pendekat barat 0,50 pada arus lalu lintas pagi. Sedangkan, tingkat pelayanan pada simpang bersinyal di Simpang Petitenget Kerobokan dengan metode EMP MKJI 1997 terletak pada kategori F (Arus terlambat/berhenti, antrian, macet), dengan rerata waktu tunda 881,77 detik per kilometer dan tingkat kepadatan lalu lintas (DS) di sekitar puncak pagi adalah 1,66 di utara, 1,66 di timur, 1,05 di selatan, dan 0,80 di barat. Berdasarkan perbedaan nilai kinerja simpang metode EMP Chandra 2000 dengan metode EMP MKJI 1997, hasil yang mendekati dari kondisi kenyataan di Simpang Petitenget adalah metode EMP Chandra 2000. Dimana terletak pada tingkat pelayanan E yang menunjukkan bahwa operasi pada simpang mengalami tundaan dalam rentang 40,1 hingga 60,0 detik per kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari, H., Imananto, E. I., & Ma'ruf, A. (2021). EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (STUDI KASUS: SIMPANG JALAN GATOT SUBROTO–JALAN PANGLIMA SUDIRMAN–JALAN TRUNOJOYO–JALAN UNTUNG SUROPATI, KOTA MALANG). *STUDENT JOURNAL GELAGAR*, 3(2), 73–81.
- BPS Kabupaten Badung. (2020). Kabupaten Badung dalam Angka 2020. In *Badan Pusat Statistika Kota Semarang 2022*. BPS Kabupaten Badung.
- Chandra, S., & Sikdar, P. K. (2000). Factors Affecting PCU in Mixed Traffic Situations on Urban Roads. *Road and Transport Research*, 9(3), 40–50.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997a). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). In *Direktorat Jenderal Bina Marga*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997b). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. In *Direktorat Jenderal Bina Marga*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Herlina, N., Hendra, H., & Prima, G. R. (2023). Kajian Kinerja Serta Upaya Peningkatan Keselamatan pada Simpang (Studi Kasus: Simpang Padayungan Kota Tasikmalaya). *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 10(1), 8–18.
- Herlina, N., & Hidayat, A. K. (2019). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mitra Batik Kota Tasikmalaya). *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1(1).
- Iqbal, I., Sugiarto, S., & Isya, M. (2017). Kinerja Dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pada Simpang Remi Kota Langsa. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 67–74.
- Islah, M., & Febriyanto, F. (2018). Perencanaan Simpang Dengan Menggunakan Lampu Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 1(1), 41–45.
- Kariyana, I. M., Suthanaya, P. A., Wedagama, D. M. P., Ariawan, I. M. A., & Dissanayake, D. (2021). The influence of motorcycle behavior on saturation flow rate at signalized intersections with and without exclusive stopping space for motorcycle (ESSM). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 673(1), 12020.
- Morlok, E. K. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga.
- Oktavia, A., Michael, M., & Maulana, M. I. (2024). Analysis of Passenger Car Equivalency (EMP) Values on Road Sections in Bandar Lampung City (Case Study: Ratu Dibalau Road Section and Damar Island Road Section). *CIVED*, 11(1), 185–195.
- Prasetyo, H. E., Setiawan, A., & Purnama, J. D. (2023). Kinerja Pelayanan Simpang Tak Bersinyal Empat Lengan pada Jalan Raya Pondok Ungu, Bekasi. *Journal of Green Complex Engineering*, 1(1), 1–9.
- Putri, T. R., & Susilo, B. H. (2021). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Setia Darma 2–Inspeksi Kalimalang, Bekasi. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 3(1).
- Rozy, F. (2018). Analisa Tingkat Pelayanan Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Alternatif Gor Pemda–Jalan Alternatif Sentul–Jalan Raya Bogor). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- Sodanango, M. R., Wadu, A., Nenobais, O. O., & Tombeis, K. O. (2022). Parkir Di Badan Jalan Kawasan Wisata Pantai Kelapa Lima Mempengaruhi Kapasitas Jalan Timor Raya Kota Kupang. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 74–81.
- Wikrama, A. J., & Agung, I. M. T. (2017). Studi Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Raya Uluwatu–Jalan Raya Kampus Unud). *Universitas Udayana, Teknik Sipil*.