

# Pengaruh Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Terhadap Tingkat Pelayanan dengan Metode PKJI 2023 (Studi Kasus: Simpang Duta Kaca, Jln. Teuku Umar, Meulaboh)

Rahmat Djamaluddin\*, Roni Agusmaniza, Jama'atun Husna

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar, Meulaboh Indonesia

\*Koresponden email: rahmatdjamaluddin@utu.ac.id

Diterima: 30 Mei 2026

Disetujui: 11 Juni 2026

## Abstract

The development of transportation has an impact on the increasing movement of people, goods, and services. Improving transportation facilities and infrastructure by paying attention to the balance between the two involves various types of transportation modes. This study aims to analyze the level of service and performance of the Duta Kaca intersection, Jln. Teuku Umar, Kampung Ujung Kalak, Meulaboh, using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI). The research method was carried out through field observations. Data collection was carried out for 8 hours per day, namely Monday, Thursday, and Sunday during peak hours, by measuring traffic volume, delays, and queue lengths at each intersection arm. The results showed that the intersection experienced peak traffic flow on Sundays, at 16.00-17.00 WIB, reaching 2028 vehicles. The intersection capacity was calculated using various factors, the total intersection capacity was 3,613 smp/hour. The  $D_j$  value obtained is 0.19 indicating that the intersection has met the ideal capacity, with an average traffic delay ( $T_{LL} = 2.87$  seconds) and geometric delay ( $T_G = 4.03$  seconds). The total intersection delay ( $T = 6.89$  seconds) with a queue probability of around 2.46% - 8.39%. Based on these parameters, the intersection service level is categorized as class B indicating that the possibility of traffic queues is relatively safe. Therefore, it is concluded that the performance of the Duta Kaca intersection is in good and stable condition in accordance with the requirements as stated in the 2023 PKJI.

**Keywords:** *intersection performance, saturation degree, delay, ihcm 2023*

## Abstrak

Perkembangan transportasi berdampak pada meningkatnya pergerakan manusia, barang, dan jasa. Peningkatan sarana dan prasarana transportasi dengan memperhatikan keseimbangan antara keduanya melibatkan berbagai jenis moda transportasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat pelayanan dan kinerja simpang Duta Kaca, Jln. Teuku Umar, Kampung Ujung Kalak, Meulaboh, menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Metode penelitian dilakukan melalui observasi lapangan. Pengambilan data dilakukan selama 8 jam per hari yaitu Senin, Kamis, dan Minggu pada jam-jam puncak, dengan pengukuran volume lalu lintas, tundaan, dan panjang antrian pada setiap lengan simpang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simpang tersebut mengalami arus puncak lalu lintas dihari Minggu, pukul 16.00 -17.00 WIB, mencapai 2028 kendaraan. Kapasitas simpang dihitung menggunakan berbagai faktor, total kapasitas simpang adalah 3.613 smp/ jam. Nilai  $D_j$  diperoleh sebesar 0,19 menunjukkan bahwa simpang tersebut sudah memenuhi kapasitas ideal, dengan tundaan lalu lintas rata-rata ( $T_{LL} = 2,87$  detik) dan tundaan geometrik ( $T_G = 4.03$  detik). Tundaan simpang total ( $T = 6,89$  detik) dengan peluang antrian sekitar 2,46% - 8,39%. Berdasarkan parameter tersebut, tingkat pelayanan simpang dikategorikan dalam kelas B menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya antrian lalu lintas relatif aman. Maka disimpulkan bahwa simpang empat Duta Kaca kinerjanya dalam keadaan baik dan stabil sesuai dengan persyaratan sebagaimana dalam PKJI 2023.

**Kata Kunci:** *kinerja simpang, derajat kejenuhan, tundaan, PKJI 2023*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan transportasi dalam beberapa dekade terakhir mengalami kemajuan yang signifikan di era modern seperti saat sekarang ini. Transportasi sangat penting karena mempercepat mobilitas, mendukung aktivitas ekonomi seperti perdagangan dan distribusi barang, dan mempermudah akses antar

wilayah dan negara. Transportasi merupakan urat nadi di berbagai aspek kehidupan yang akan melumpuhkan bisnis, pariwisata, dan komunikasi [1]. Menurut [2] tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, tujuan lalu lintas selain untuk memberikan kenyamanan dan efisiensi, adalah untuk menjamin lalu lintas dan pengguna jalan dapat bergerak secara aman, cepat, lancar dan tertib. Selain itu, jalan juga dapat dilengkapi dengan fasilitas pendukung seperti trotoar untuk pejalan kaki, lampu lalu lintas, dan marka jalan guna meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan [3]. Pertambahan intensitas arus pergerakan lalu lintas semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk dan meningkatnya tingkat kesejahteraan hidup masyarakat, yang pada gilirannya meningkatkan aktivitas dan melakukan perjalanan jauh [4]. Setiap sistem jalan pasti memiliki persimpangan, titik-titik persimpangan inilah, pengemudi dapat memilih pilihan untuk melanjutkan perjalanan lurus atau berbelok untuk berpindah ke jalan lain. Mencegah potensi konflik antara kendaraan bermotor, pejalan kaki, sepeda, dan sarana transportasi lainnya, persimpangan dirancang dengan fokus pada peningkatan kenyamanan serta kelancaran pergerakan kendaraan. Tujuannya adalah untuk mengurangi resiko benturan antara kendaraan bermotor dan pejalan kaki [5].

Seringkali terdapat banyak simpang, dimana pengemudi dihadapkan pada pilihan untuk melanjutkan perjalanan lurus atau berbelok demi mencapai tujuan [6]. Simpang sebidang adalah simpang yang mana arus lalu lintas bertemu pada satu bidang datar atau tinggi permukaan tanah yang sama, contohnya seperti persimpangan berbentuk T, persimpangan berbentuk Y, persimpangan empat kaki, dan persimpangan bundaran, bisa menjadi zona konflik karena adanya pergerakan arus kendaraan yang terus menerus sehingga menjadi penyebab kemacetan lalu lintas, akibat perubahan kapasitas [7].

Sebuah wilayah harus memilih jenis simpang berdasarkan ekonomi, keselamatan lalu lintas, dan faktor lingkungan. Berdasarkan karakteristik, Simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal terbagi menjadi dua kategori [8]. Lalu lintas di jalan raya biasanya terdiri dari beberapa jenis kendaraan, seperti gesit, lambat, bermuatan lebih, ringan, dan kendaraan tanpa mesin. Jika kita membandingkan mobil penumpang dengan truk, jelas terlihat bahwa truk memiliki ukuran dan bobot yang lebih besar, serta tingkat kelincuhan yang lebih rendah [9]. Simpang tak bersinyal umumnya diperuntukan untuk area volume lalu lintas rendah. Jenis simpang tak bersinyal ini, hak utama ditetapkan pada kendaraan yang sudah berada di simpang dari kendaraan yang akan memasuki simpang tersebut [10].

Penyebab terjadinya zona konflik pada simpang dikarenakan adanya penyempitan akibat dari meningkatnya jumlah kendaraan yang melintasi simpang tersebut. Oleh karena itu diperlukan penelitian yang detail untuk meningkatkan kinerja persimpangan dengan menciptakan lingkungan yang lebih teratur dan terarah untuk memudahkan pergerakan lalu lintas. Analisis kinerja persimpangan berdasarkan metode PKJI 2023 sebagai subjek penelitian pada simpang empat tak bersinyal, Simpang Duta Kaca, Jalan Teuku Umar, Kampung Ujung Kalak, Meulaboh.

Pada penelitian ini digunakan beberapa metode pengolahan data, yaitu data langsung diambil dilapangan (data primer) dan data yang tidak langsung diambil dilapangan (data sekunder). Selanjutnya dilakukan analisis dan tingkat pelayanan pada simpang menurut [11].

## 2. Metode Penelitian

Pada bagian ini, dijelaskan beberapa langkah penelitian yang dimulai dari menyusun rumusan masalah, mengumpulkan data melalui observasi langsung, menganalisis sampai dengan menarik suatu kesimpulan dari hasil yang diperoleh.

Ada beberapa tahapan yang terkait satu sama lain, mulai dari tahapan pertama ke tahapan akhir. Kerangka metodologi penelitian adalah penting untuk melakukan penelitian secara efektif dan efisien yang merupakan kerangka acuan kerja penelitian [12].

Penelitian kali ini dilakukan di Simpang Duta Kaca, terletak pada titik koordinat  $4^{\circ} 08' 23.4''$  N,  $96^{\circ} 07' 42,0''$  E, tepatnya di Jalan Teuku Umar, Kampung Ujung Kalak, Meulaboh, simpang yang menghubungkan antara Jalan Teuku Umar - Jalan T. Nyak Arief – Jalan Blang Pulo.

### 2.1 Pengumpulan data

Metode ini meliputi tahapan pengumpulan referensi buku dan artikel penelitian yang bersesuaian dan dipublikasikan sebagai referensi dasar pada saat melakukan penelitian. Dua jenis data yang diperlukan adalah data primer, yaitu observasi langsung yang dibuat secara manual beserta data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari pihak yang terkait dan jurnal publikasi yang berhubungan dengan penelitian.

1. Data primer  
Data kondisi simpang, volume lalu lintas, keadaan lingkungan, dan hambatan samping digunakan. Untuk mengamati volume lalu lintas di Simpang Duta Kaca, pengamatan dilakukan setiap hari Senin, Kamis, dan Minggu selama 8 jam setiap hari. Pengamatan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pagi dari pukul 07.00 hingga 11.00 WIB, siang dari pukul 13.00 hingga 15.00 WIB, dan sore dari pukul 16.00 hingga 18.00 WIB.
2. Data sekunder  
Data sekunder yang diperoleh berasal dari Peta Administrasi Kabupaten Aceh Barat, lokasi penelitian dan lokasi plan jaringan jalan, serta literatur terkait jurnal publikasi dan PKJI 2023.

## 2.2 Pengolahan Data

### 2.2.1 Volume lalu lintas

Banyaknya jumlah arus kendaraan yang bergerak melintasi ruas suatu jalan atau simpang dan bahkan berhenti (parkir) untuk mengukur pergerakan kendaraan. Data pergerakan kendaraan dicatat langsung di lokasi penelitian

### 2.2.2 Kapasitas simpang

Kapasitas simpang adalah banyaknya lalu lintas kendaraan di lengan simpang yang dapat masuk secara maksimal dalam suatu kondisi tertentu. Berkurangnya kapasitas jalan dapat mengurangi kinerja dari simpang tersebut. Penentuan kapasitas simpang dihitung menggunakan metode (PKJI 2023) yang sesuai persamaan berikut:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKI} \times F_{BKa} \times F_{Rmi} \quad (1)$$

Seperti yang kita ketahui simpang Duta Kaca merupakan tipe simpang 424M dengan kapasitas simpang 3400 menurut [11].

### 2.2.3 Kinerja simpang

Jumlah maksimum lalu lintas kendaraan bermotor yang melintasi suatu jalan atau jalur dalam jangka waktu tertentu ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas. Rumus perhitungan kinerja simpang digunakan sesuai dengan persamaan berikut:

1. Derajat kejenuhan  
Derajat kejenuhan merupakan volume arus lalu lintas total pada simpang dibagi dengan kapasitas simpangnya. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini dapat ditemukan dalam persamaan  
$$D_j = \frac{q}{C} \quad (2)$$
2. Tundaan  
Tundaan jalan lalu lintas simpang menunjukkan waktu lebih yang diperlukan kendaraan untuk melalui simpang. Tundaan total ini dihitung dengan menggabungkan tundaan arus lalu lintas rata-rata ( $T_{LL}$ ) dan tundaan geometrik rata-rata ( $T_G$ ).

$$T = T_{LL} + T_G \quad (3)$$

3. Peluang antrian  
Untuk mendapatkan waktu antrian, kita harus mencari batas atas dan bawah antrian sesuai dengan persamaan ada. Nilai antrian ditunjukkan dalam persen (PKJI 2023):

$$\text{Batas Atas peluang: } P_A = 47,77 D_j - 24,68 D_j^2 + 56,47 D_j^3 \quad (4)$$

$$\text{Batas Bawah peluang: } P_A = 9,02 D_j + 20,66 D_j^2 + 0,49 D_j^3 \quad (5)$$

Dari beberapa persamaan tersebut yang telah disebutkan, selanjutnya dilakukan analisis dan perhitungan terhadap data hasil pengujian. Nilai yang didapatkan dari perhitungan selanjutnya akan

digunakan untuk menentukan tingkat pelayanan persimpangan yang diklasifikasikan berdasarkan besarnya tundaan yang dialami kendaraan. Semakin rendah tundaan, maka semakin baik tingkat pelayanannya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian terkait dengan geometrik simpang, volume arus lalu lintas, kapasitas simpang, dan kinerja simpang pada simpang empat tak bersinyal Simpang Duta Kaca. Hasil diperoleh dari analisis data dengan persamaan dan teori yang terkait dengan penelitian ini.

#### 3.1 Hasil

##### 3.1.1 Geometrik simpang

Pada tabel 1 dibawah ini menjelaskan bahwa geometrik simpang Duta Kaca, yang mana merupakan area yang sedang ditinjau. Ukuran geometrik luas jalan memiliki dampak signifikan terhadap kinerjanya, yang dipengaruhi oleh dimensi ruas jalan itu sendiri serta volume kendaraan yang melintas. Setiap simpang memiliki banyak lengan dan banyak jalur jalan utama. Untuk tipe simpang Duta Kaca adalah 424M.

**Tabel 1.** Data Geometrik Jalan Simpang Duta Kaca

Nama Jalan	Lebar Jalan	Median	Jumlah Lajur
Jalan Teuku Umar	8 m	Ada	2 Mayor
Jalan Blang Pulo	6 m	Tidak ada	2 Minor
Jalan T. Nyak Arif	6 m	Tidak ada	2 Minor

##### 3.1.2 Volume arus lalu lintas

Grafik **Gambar 1** menggambarkan bahwa volume tertinggi terjadi pada hari Minggu, tanggal 04 Mei 2025, hari libur yang berlangsung selama 8 jam, pagi (pukul 07.00-11.00 WIB), siang (pukul 13.00-15.00 WIB), dan sore (pukul 16.00-18.00 WIB). Pada sore hari, jam puncak terjadi pada pukul 16.00 - 17.00, dengan volume 2082 kend/jam sedangkan dalam satuan smp/jam, mendapatkan 734, 2 smp/jam.



**Gambar 1.** Grafik Volume Arus Lalu Lintas untuk Hari Minggu

##### 3.1.3 Kapasitas simpang

Perhitungan kapasitas persimpangan, tingkat kejenuhan, tundaan, dan kemungkinan terciptanya antrian adalah empat komponen yang membentuk analisis kinerja simpang. Berdasarkan kapasitas persimpangan dihitung menggunakan rumus-rumus yang sudah ditentukan. Data hasil rekap kapasitas simpang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Rekap Data Kapasitas Simpang

Kapasitas	$C_0$	$F_{LP}$	$F_M$	$F_{UK}$	$F_{HS}$	$F_{BK_i}$	$F_{BK_a}$	$F_{R_{mi}}$	$C_{total}$
Hasil	3400	1,13	1,05	0,88	0,94	1,09	1,00	0,99	3.613

### 3.1.4 Kinerja simpang

1. Derajat kejenuhan  
Derajat kejenuhan merupakan perbandingan nilai volume arus lalu lintas terhadap kapasitas simpang. Nilai ini menunjukkan tingkat kepadatan atau kejenuhan pada simpang tersebut. Perhitungan menggunakan sistem persamaan 2 maka  $D_j = 0,19$ ;
2. Tundaan jalan simpang adalah jumlah total dari tundaan arus lalu lintas rata-rata ( $T_{LL}$ ) dan tundaan geometrik rata-rata ( $T_G$ ). Tundaan ini menggambarkan waktu lebih yang dibutuhkan kendaraan untuk melalui simpang tersebut. Tundaan Rata-rata Lalu Lintas adalah,  $T_{LL} = 2,87$  detik/ smp;
3. Tundaan arus lalu lintas mayor ini khusus mengukur waktu tambahan yang diperlukan kendaraan dari jalan mayor untuk melewati simpang. Karena  $D_j < 0,60$  maka,  $T_{LLma} = 2,19$  detik/ smp;
4. Tundaan lalu lintas minor ini khusus mengukur waktu tambahan yang diperlukan kendaraan dari jalan minor untuk melewati simpang. Karena  $D_j < 1$ , maka,  $T_{LLmi} = 5,46$  detik/ smp;
5. Tundaan geometrik memperhitungkan pengaruh geometrik simpang terhadap waktu tempuh kendaraan. Untuk  $D_j < 1$ , maka,  $T_G = 4,03$ ;
6. Tundaan simpang adalah total tundaan yang merupakan jumlah dari tundaan arus lalu lintas dan tundaan geometrik yang menggunakan persamaan 3, maka,  $T = 6,89$  detik/ smp;
7. Peluang antrian, mencerminkan probabilitas terjadinya antrian di suatu simpang, yang dinyatakan dalam rentang persentase antara batas atas dan batas bawah yang tertentu. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan 4 dan 5, maka:  
Batas atas peluang:  $P_A = 8,39$  %  
Batas bawah peluang:  $P_A = 2,46$  %

### 3.2 Pembahasan

Adapun pembahasan yang dapat ditarik dari hasil penelitian di simpang tersebut ialah data volume arus lalu lintas pada simpang dilakukan selama 3 hari (Senin, Kamis dan Minggu) dengan waktu 8 jam/hari, volume arus lalu lintas tertinggi terjadi hari Minggu, volume puncak arus lalu lintas tertinggi pada pukul 16.00 – 17.00 dengan jumlah volume diperoleh 2082 kend/jam, sedangkan dalam satuan smp/ jam mendapatkan 734,2 smp/ jam.

Kapasitas simpang yang diperoleh dari hasil penelitian sebesar 672,8 smp/ jam, hasil ini diperoleh berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas simpang yang ditinjau adalah tipe simpang 424M dengan nilai kapasitas dasar ( $C_0$ ) = 3400 smp/ jam, dengan nilai faktor penyesuaian lebar masuk ( $F_{LP}$ ) sebesar 1,13 dengan adanya median pada jalan mayor didapatkan nilai ( $F_M$ ) = 1,05 berdasarkan data dari BPS Kabupaten Aceh Barat, jumlah penduduk adalah sebesar 209,220 jiwa pada tahun 2025. Maka Kabupaten Aceh Barat dikategorikan sebagai kota kecil dan didapatkan nilai faktor ukuran kota ( $F_{UK}$ ) = 0,88 dengan tipe lingkungan jalan komersial, hambatan samping sedang dan nilai RKTB sebesar 0,007 maka, faktor hambatan samping ( $F_{HS}$ ) = 0,94, dengan nilai faktor koreksi belok kiri ( $F_{BKl}$ ) = 1,09 faktor koreksi belok kanan ( $F_{BKk}$ ) = 1 dan nilai dari faktor koreksi rasio arus dari jalan minor ( $F_{Rmi}$ ) pada tipe simpang 424M adalah 0,93.

Derajat kejenuhan ( $D_j$ ) yang diperoleh adalah 0,19 dengan nilai tundaan sebesar 6,89 detik/ smp dan peluang antrian di simpang ini berkisar antara 2,46 persen dan 8,39 persen. Berdasarkan analisis kinerja simpang, Simpang Duta Kaca, Meulaboh termasuk dalam tingkat pelayanan B dengan tundaan 6,89 detik per kendaraan. Kategori ini menggambarkan lalu lintas arus masih tergolong stabil dengan kecepatan kendaraan yang sedikit terbatas tetapi pengemudi masih bisa bebas dalam memacu kecepatannya, agar terhindar dari kecelakaan sebaiknya pada simpang Duta Kaca dipasang rambu peringatan atau mengaktifkan kembali lampu lalu lintas agar terhindar dari kecelakaan yang tidak diinginkan.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Dengan menggunakan metode PKJI 2023 untuk simpang empat tak bersinyal Duta Kaca, penelitian tentang pengaruh kinerja terhadap tingkat pelayanan dapat disimpulkan, Jalan Teuku Umar, Kampung Ujung Kalak, Meulaboh, dengan volume arus lalu lintas simpang empat tak bersinyal di simpang Duta Kaca Jalan Teuku Umar, Kampung Ujung Kalak, Meulaboh, mencapai 2082 kendaraan pada hari Minggu pukul 16.00 - 17.00 WIB, yang merupakan jam puncaknya kapasitas total simpang dihitung menggunakan persamaan yang mempertimbangkan berbagai faktor seperti lebar pendekat, median jalan mayor, ukuran kota, hambatan samping, dan arus belok. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas total simpang adalah 3.613 smp/ jam, perilaku kinerja arus lalu lintas total disimpang tersebut adalah 672,8 smp/ jam. Derajat kejenuhan ( $D_j$ ) adalah 0,19 menunjukkan bahwa simpang tersebut dapat menampung lalu lintas dengan baik, tundaan lalu lintas rata-rata ( $T_{LL}$ ) adalah 2,87 detik/ smp dan tundaan geometrik ( $T_G$ ) adalah 4,03 detik, tundaan simpang total adalah 6,89 detik/ smp, peluang antrian disimpang ini berada diantara 2,46 % - 8,39 %, menunjukkan bahwa kemungkinan terjadi antrian lalu lintas masih relatif cukup aman, tingkat pelayanan simpang B dengan kondisi tundaan  $< 5 - 15$  detik/ kendaraan.

### 4.2 Saran

Menurut hasil studi tentang pengaruh kinerja metode PKJI 2023 terhadap tingkat pelayanan di simpang empat tak bersinyal Duta Kaca, Jalan Teuku Umar, Kampung Ujung Kalak, Meulaboh, dapat disarankan beberapa masukan, kapasitas Simpang pada penelitian ini berada di atas volume arus lalu lintas saat ini, sehingga terjadi kemacetan di sisi kiri dan kanan simpang pada jam-jam tertentu atau saat kendaraan melakukan diverging (membelok), crossing (memotong), atau pedestrian/penyeberang jalan. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk manajemen simpang, baik simpang bersinyal maupun simpang tak bersinyal, dan menjadi pedoman bagi pengambil kebijakan di daerah.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Dali, E. M., Hadu, A. L., & Sudrajat, A. (2024). Analisis Simpang Tidak Bersinyal Menggunakan Metode Pedoman Kinerja Jalan Indonesia (PKJI) 2023 (Studi Kasus: Simpang Empat Jalan Kayuhan-Jalan Kayuhan Sudimoro-Jalan Sedayu-Jalan Gesikan, Bantul, Yogyakarta). *Bangun Rekaprima*, vol. 10, No. 2, hh. 216-225.
- [2] Indonesia. 2022. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta.
- [3] Utami, V. S. R. (2023). 'Analisa Dampak U-Turn (Putar Balik Arah) Terhadap Kinerja Arus Lalulintas Ruas Jalan Trasyogi Cibubur'. Universitas Siliwangi.
- [4] Fatimah, S. (2019). Pengantar Transportasi. Myria Publisher.
- [5] Fiana, Candra Aditia. 2020. 'TA: Analisa Kinerja Persimpangan Jalan Soekarno Hatta-Jalan Mohammad Toha Dikota Bandung.' *Institut Teknologi Nasional Bandung*.
- [6] Rusmin, Muhammad. 2019. 'Pemodelan Simulasi Perubahan Arah Lalu Lintas Kawasan Pantai Losari Makassar Berbasis Mikrosimulasi Lalu Lintas.' *Universitas Hasanuddin*.
- [7] Hasibuan, Mhd Lukfi Al Husein. 2019. "TA: Analisa Penerapan Marka Yellow Box Junction (Studi Kasus: Simpang Pahlawan Bandung)." *Institut Teknologi Nasional Bandung*.
- [8] Prasetyo, Wandu. 2023. 'Analisis Kinerja Jalanan Jalan Imam Bonjol Dan Jalan Sisingamangaraja Kota Padang Sidempuan.' *Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara*
- [9] Tripoli, Bambang, Dian Febrianti, Edi Mawardi, Zulyaden Zulyaden, dan Supriadi Supriadi. 2021. 'Kajian Ulang Perencanaan Geometrik Simpang Simpang Tak Bersinyal Berdasarkan Highway Capacity Manual.' *Tameh: Journal of Civil Engineering*, vol. 10, No. 2, hh. 90-101.
- [10] Riski, S., Isya, M., & Fisaini, J. (2024). 'Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dengan Menggunakan Metode PKJI 2023.' *Journal of The Civil Engineering Student*, vol. 6, No. 2, hh. 106-112.
- [11] PKJI. 2023. 'Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia.' Jakarta. *Direktorat Jendral Bina Marga*.
- [12] Tripoli, B., Djamaluddin, R., Refiyanni, M., & Hatta, H. (2023). 'Analisis Tingkat Pelayanan terhadap Kinerja Persimpangan berdasarkan Metode HCM 2000'. *CIVED*, vol. 10, No. 1, hh. 25-36.