

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal pada Simpang Cigodek Kota Sukabumi Menggunakan Metode PKJI 2023

Willy Agustian^{a,1,*}, Dio Damas Permadi^{b,2}

^a a Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra, Jl. Raya Cibatua Cisaat No.21, Sukabumi dan 43152

¹ willy.agustian_ts22@nusaputra.ac.id; dio.permadi@nusaputra.ac.id

* Willy Agustian

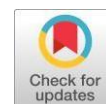
Diterima; diperbaiki; disetujui

ABSTRACT

Pertumbuhan kendaraan bermotor di Kota Sukabumi menyebabkan kemacetan lalu lintas, terutama di Simpang Cigodek. Penelitian ini menganalisis kinerja simpang bersinyal Cigodek berdasarkan parameter teknis lalu lintas untuk memahami masalah dan mencari solusi. Penelitian ini mengevaluasi kinerja simpang bersinyal pada jam puncak untuk mengetahui kemampuan melayani arus lalu lintas. Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 digunakan untuk analisis yang lebih akurat dan mengumpulkan data primer tentang lalu lintas, sinyal, dan geometri simpang, kemudian menganalisisnya menggunakan metode PKJI 2023 untuk menghitung kinerja simpang. Penelitian ini menganalisis kinerja simpang bersinyal pada jam puncak dengan mengumpulkan data primer tentang lalu lintas, sinyal, dan geometri simpang, kemudian menggunakan metode PKJI 2023 untuk menghitung kinerja simpang secara akurat. "Penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan kinerja simpang dan menjadi dasar pertimbangan pemerintah daerah dalam perencanaan lalu lintas di Kota Sukabumi.

ABSTRACT

The growth of motorized vehicles in Sukabumi City causes traffic congestion, especially at the Cigodek Intersection. This study analyzes the performance of the Cigodek signalized intersection based on technical traffic parameters to understand the problem and find solutions. This study evaluates the performance of the signalized intersection during peak hours to determine its ability to serve traffic flow. The Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2023 method is used for more accurate analysis and collects primary data on traffic, signals, and intersection geometry, then analyzes it using the PKJI 2023 method to calculate intersection performance. This study analyzes the performance of the signalized intersection during peak hours by collecting primary data on traffic, signals, and intersection geometry, then using the PKJI 2023 method to calculate intersection performance accurately. "This study aims to provide technical recommendations to improve intersection performance and become a basis for consideration by the local government in traffic planning in Sukabumi City.



KATA KUNCI

PKJI 2023
Tingkat Pelayanan
Volume Lalu Lintas

KATA KUNCI

PKJI 2023
Service Level
Traffic Volume



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



sentil@nusaputra.ac.id

1. PENDAHULUAN

Transportasi adalah salah satu pilar utama dalam kehidupan manusia modern, yang memungkinkan perpindahan orang, barang, dan sumber daya dari satu tempat ke tempat lain dengan efisien dan aman. Secara sederhana, transportasi dapat didefinisikan sebagai sistem atau proses pengangkutan yang melibatkan berbagai moda, seperti darat, laut, udara, dan bahkan pipa untuk bahan cair atau gas. Sejak zaman kuno, manusia telah mengembangkan metode transportasi mulai dari berjalan kaki hingga inovasi teknologi seperti kereta api, mobil, dan pesawat terbang, yang telah merevolusi cara kita berinteraksi dengan dunia. Oleh karena itu, diperlukan analisis untuk mengevaluasi kinerja jaringan lalu lintas, pergerakan kendaraan, serta perilaku pengguna jalan pada simpang bersinyal cigodek.

Simpang Cigodek adalah salah satu titik pertemuan arus lalu lintas utama di Kota Sukabumi yang sudah menggunakan sistem pengendali sinyal. Persimpangan ini menjadi penghubung antara Jalan Raya Otto Iskandardinata, Jalan Raya Pelda, Jalan Raya RH Didi Sukardi, serta Jalan Raya Pemuda. Dengan lokasinya yang strategis di pusat kota, simpang ini memainkan peran vital dalam mendukung aktivitas ekonomi, sosial, dan transportasi masyarakat. Namun, banyaknya kendaraan, terutama pada periode lalu lintas padat, baik pada pagi maupun sore hari, Simpang Cigodek kerap mengalami penumpukan kendaraan yang memicu kemacetan. Arus kendaraan yang melintas cukup beragam, mulai dari mobil pribadi, angkutan umum, hingga kendaraan berat, sehingga beban lalu lintas menjadi semakin tinggi. Kondisi tersebut hampir selalu muncul pada jam sibuk dan telah lama menjadi perhatian serta tantangan bagi Dinas Perhubungan Kota Sukabumi. Situasi inilah yang melatarbelakangi perlunya dilakukan kajian untuk menilai kinerja simpang bersinyal tersebut dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 sebagai metode analisis utama...

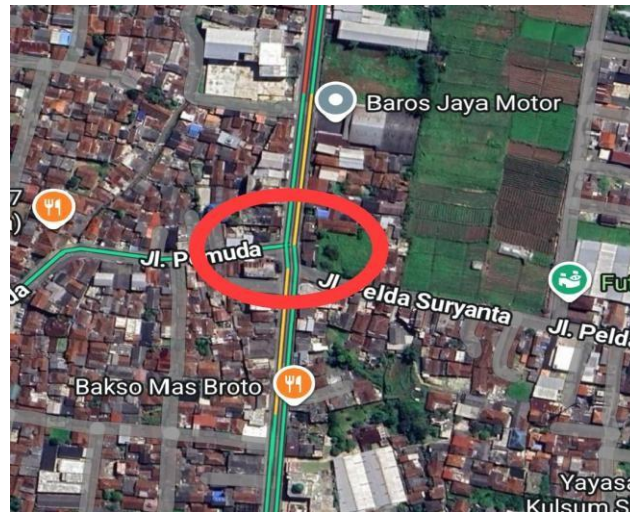
Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 adalah standar nasional yang digunakan dalam menganalisis dan menilai kinerja sistem transportasi jalan di Indonesia. PKJI 2023 menjadi acuan bagi perencana dan pengelola transportasi dalam mengembangkan sistem jalan yang lebih efisien, aman, serta nyaman bagi pengguna. Penerapan pedoman ini memungkinkan evaluasi simpang bersinyal, seperti Simpang Cigodek, dilakukan secara lebih tepat dan menyeluruh, sehingga dapat mendukung peningkatan kinerja lalu lintas serta pengembangan infrastruktur transportasi yang berkelanjutan. Upaya ini ditujukan untuk menekan tingkat kemacetan yang terjadi di Simpang Cigodek dan diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas dalam mencari solusi atas permasalahan lalu lintas di Kota Sukabumi. Melalui analisis tersebut, kinerja Simpang Cigodek diharapkan dapat meningkat sehingga mampu menghadirkan langkah-langkah penanganan yang efektif terhadap masalah yang selama ini muncul di kawasan simpang tersebut..

2. METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Citamiang, Kota Sukabumi, yang merupakan titik menghubungkan antara ruas Jalan Raya RH. Didi Sukardi, Jalan Raya Otto Iskandardinata, Jalan Raya Pelda Suryatna, Jalan Raya Pemuda. Salah satu lokasi yang sering mengalami kemacetan di Kota Sukabumi adalah persimpangan Jalan Raya RH. Didi Sukardi dan Jalan Raya Otto Iskandardinata, terutama pada jam-jam tertentu. Kondisi lingkungan sekitar persimpangan merupakan daerah komersil, ditandai dengan adanya pertokoan, perkantoran, dan pusat perbelanjaan seperti yang terlihat pada gambar 1.

¹Willy Agustian, ²Dio Damas Permadi (Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Cigodek Kota Sukabumi Menggunakan Metode PKJI 2023)



Gambar. 1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Dari Google Maps)

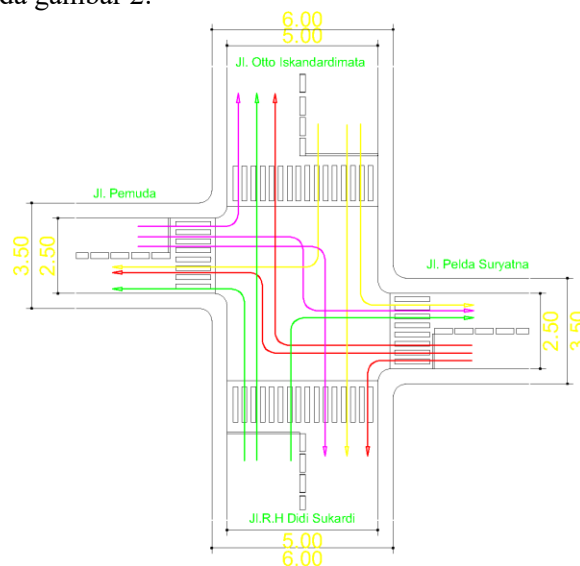
2. Survei Pendahuluan

Survei awal bertujuan untuk memahami kondisi eksisting Simpang Cigodek, karakteristik lalu lintas, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja simpang tersebut.

3. Sketsa Simpang

Kondisi Geometrik

Hasil observasi di Persimpangan Cigodek menunjukkan bahwa Jalan Otto Iskandardinata arah utara memiliki lebar 12 meter dan berfungsi sebagai jalan utama, sedangkan Jalan R.H. Didi Sukardi arah selatan yang juga merupakan jalan utama memiliki lebar 11 meter. Untuk jalan minor, yaitu Jalan Pelda Suryatna arah timur dan Jalan Pemuda arah barat, masing-masing memiliki lebar 6 meter. Persimpangan ini tidak memiliki median maupun bahu jalan, namun telah dilengkapi trotoar di kedua sisi jalan serta lampu lalu lintas sebagai pengatur arus kendaraan seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar. 2 Sketsa Simpang

4. Tahap Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini digunakan dua kategori data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui pengamatan serta survei langsung di lokasi penelitian, sedangkan

- data sekunder dihimpun dari berbagai sumber tertulis, seperti referensi ilmiah, literatur, dan dokumen resmi dari lembaga yang berwenang. Kedua jenis data tersebut menjadi dasar dalam pemenuhan kebutuhan analisis penelitian.

2.4.1 Data Primer

Data yang dikumpulkan melalui observasi dan pencatatan langsung di lokasi mencakup informasi mengenai karakteristik geometrik, arus lalu lintas, kondisi sekitar simpang, kapasitas, serta volume pergerakan kendaraan. Adapun data primer yang diperlukan meliputi.

1. Volume lalu lintas pada simpang
2. Kondisi geometrik jalan
3. Kondisi lingkungan simpang
4. Survei fase dan waktu siklus

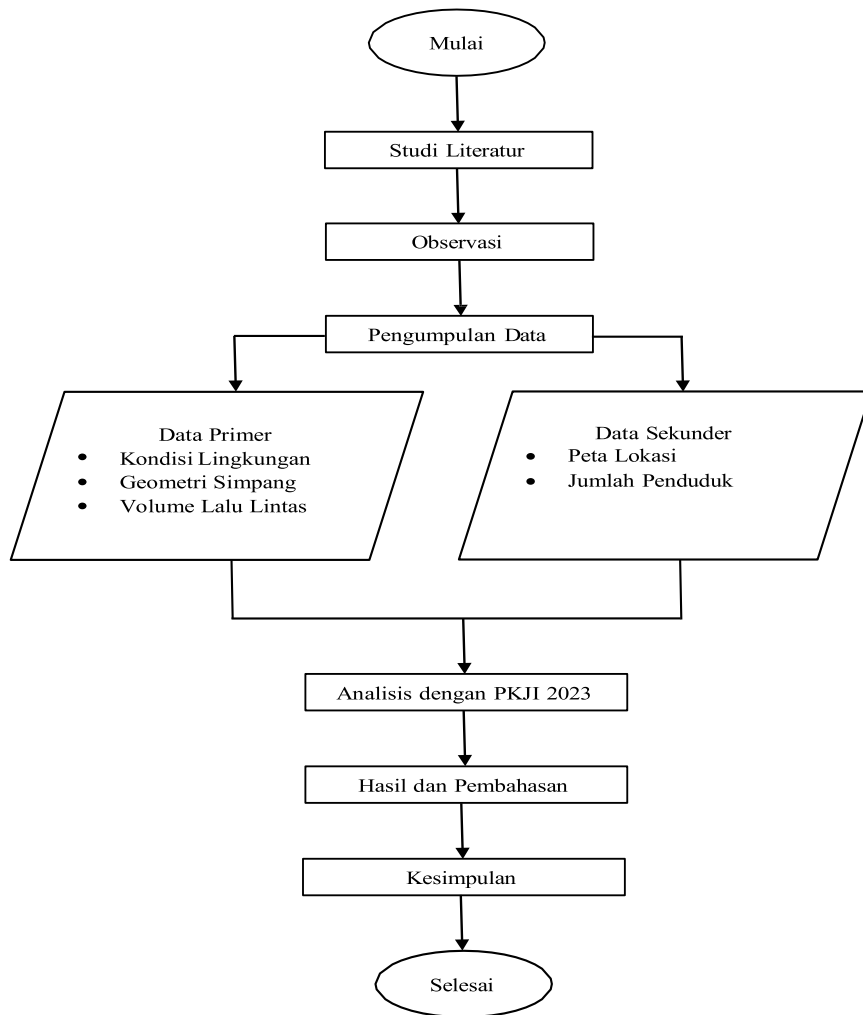
2.4.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain seperti :

1. Peta lokasi penelitian
2. Kajian pustaka
3. Data jumlah penduduk

5. Bagan Alir Penelitian

Berikut merupakan alur atau skema penelitian yang disusun untuk mempermudah pembaca dalam memahami tahapan proses penelitian yang dilakukan. Bagan alir penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar

Penelitian

3. Diagram Alur

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Volume Lalu Lintas

Hasil volume lalu lintas pada jam puncak tertinggi untuk masing-masing hari ditunjukkan pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Data Volume Lalu Lintas

Periode	Senin, 21 Juni 2025	Rabu, 23 Juli 2025	Sabtu, 26 Juli 2025
06.00-07.00	2993	3113	3140
07.00-08.00	3214	3253	3207
08.00-09.00	3294	3296	3222
11.00-12.00	3261	3292	3284
12.00-13.00	3290	3215	3299
13.00-14.00	3294	3218	3294
15.00-16.00	3242	3301	3235
16.00-17.00	3295	3297	3179
17.00-18.00	3297	3269	3265
Jumlah	39051	39004	38943

Berdasarkan Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa selama periode survei tiga hari, volume lalu lintas tertinggi ditandai dengan warna kuning pada Hari senin pukul 16.00-17.00 total kendaraan 3297 smp/jam, Hari rabu pukul 15.00-16.00 total kendaraan 3301 smp/jam, Hari sabtu, pukul 16.00-17.00 total kendaraan 3299 smp/jam. Maka dapat disimpulkan jam puncak pada penelitian ini yaitu pada hari rabu 23 juli 2025 pada pukul 15.00-16.00 WIB dengan jumlah kendaraan sebesar 3301 smp/jam.

4.2 Hasil Perhitungan Kinerja Kapasitas Simpang

4.2.1 Arus Lalu Lintas (Q)

Arus lalu lintas dihitung dari keseluruhan jumlah kendaraan (Q) yang melintas pada setiap lengan pendekat simpang. Berdasarkan hasil analisis menurut pedoman PKJI 2023, terlihat adanya variasi volume kendaraan di tiap arah pendekat. Adapun hasil perhitungan menunjukkan arus lalu lintas sebesar 315 smp/jam pada lengan utara, 289 smp/jam pada lengan selatan, 176 smp/jam pada lengan timur, serta 173 smp/jam pada lengan barat.

4.2.2 Kapasitas (C)

Kapasitas merupakan jumlah maksimum arus kendaraan yang dapat melintasi suatu simpang dalam keadaan stabil selama minimal satu jam. Dalam perhitungannya, kapasitas dipengaruhi oleh faktor geometrik, kondisi cuaca, serta situasi aktual di lapangan. Berdasarkan hasil analisis mengacu pada PKJI 2023, kapasitas di Simpang Cigodek tercatat sebesar 353 smp/jam pada lengan utara, 315 smp/jam pada lengan selatan, 183 smp/jam pada lengan timur, dan 174 smp/jam pada lengan barat.

4.2.3 Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat kejenuhan menggambarkan perbandingan antara volume lalu lintas yang terjadi (smp/jam) dengan kapasitas maksimum yang dapat dilayani oleh suatu simpang (smp/jam). Nilai ini menunjukkan seberapa besar tingkat penggunaan kapasitas simpang oleh arus kendaraan yang melintas. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan pedoman PKJI 2023, diperoleh derajat kejenuhan sebesar 0,89 pada lengan utara, 0,91 pada lengan selatan, 0,96 pada lengan timur, dan 0,99 pada lengan barat..

¹Willy Agustian, ²Dio Damas Permadi (Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Cigodek Kota Sukabumi Menggunakan Metode PKJI 2023)

4.2.4 Panjang Antrian (PA)

Panjang antrean menunjukkan banyaknya kendaraan yang berhenti dan menunggu kesempatan untuk melintas di simpang dalam jangka waktu tertentu karena keterbatasan kapasitas jalan. Parameter ini berperan penting dalam menilai sejauh mana kelancaran arus lalu lintas di suatu simpang. Berdasarkan hasil analisis mengacu pada pedoman PKJI 2023, panjang antrean yang terukur yaitu 48 meter pada lengan utara, 55 meter pada lengan selatan, 94 meter pada lengan timur, dan 103 meter pada lengan barat..

4.2.5 Rasio Kendaraan Henti (R_{KH})

Rasio kendaraan henti (RKH) menggambarkan perbandingan antara jumlah kendaraan yang berhenti saat sinyal merah dengan total arus kendaraan pada fase yang sama di suatu pendekat simpang. Parameter ini berfungsi untuk menilai seberapa besar proporsi kendaraan yang harus berhenti akibat pengaturan sinyal lalu lintas. Berdasarkan hasil perhitungan berdasarkan pedoman PKJI 2023, nilai RKH diperoleh sebesar 1,3 stop/smp pada lengan utara, 1,5 stop/smp pada lengan selatan, 2,3 stop/smp pada lengan timur, dan 2,7 stop/smp pada lengan barat.

4.2.6 Tundaan

Tundaan (delay) pada suatu simpang menggambarkan rata-rata waktu yang harus ditempuh kendaraan untuk menunggu sebelum dapat melewati persimpangan. Besarnya nilai tundaan menjadi indikator seberapa lancar atau efisien arus lalu lintas di simpang tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan menurut pedoman PKJI 2023, tundaan rata-rata yang diperoleh yaitu 51,4 det/smp pada lengan utara, 64,9 det/smp pada lengan selatan, 121,1 det/smp pada lengan timur, dan 149,0 det/smp pada lengan barat.

4.2.7 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan Simpang (Level of Service/LOS) merupakan parameter yang digunakan untuk menggambarkan kondisi lalu lintas simpang yang masih dapat diterima oleh pengguna jalan. Indikator ini menilai sejauh mana peningkatan volume kendaraan memengaruhi kinerja dan kelancaran arus lalu lintas pada suatu simpang. Tingkat pelayanan diklasifikasikan ke dalam enam kategori, yaitu A hingga F. Berdasarkan hasil analisis menggunakan PKJI 2023, tingkat pelayanan pada Simpang Degung termasuk dalam kategori F, yang menunjukkan bahwa kondisi lalu lintas sudah jenuh dengan tundaan tinggi dan tingkat kenyamanan pengemudi sangat rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas mengenai kinerja kapasitas simpang lengan 4 Cigodek, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Simpang Cigodek merupakan simpang bersinyal dengan empat lengan dan memiliki empat fase pengaturan lampu lalu lintas. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode PKJI 2023, diketahui bahwa puncak arus kendaraan terjadi pada hari Rabu, 23 Juni 2025, pukul 15.00-16.00 WIB, dengan total volume lalu lintas mencapai 3.301 smp/jam.
2. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, kinerja Simpang Bersinyal Cigodek menunjukkan variasi pada setiap lengan pendekat. Nilai Derajat Kejenuhan (DJ) tercatat sebesar 0,89 untuk arah utara, 0,91 untuk arah selatan, 0,96 untuk arah timur, dan 0,99 untuk arah barat. Rata-rata tundaan kendaraan tercatat 46,5 detik/smp di lengan utara, 59,3 detik/smp di lengan selatan, 114,8 detik/smp di lengan timur, serta 142,0 detik/smp di lengan barat. Adapun Rasio Kendaraan Henti (RKH) diperoleh sebesar 1,3 pada arah utara, 1,5 pada arah selatan, 2,3 pada arah timur, dan 2,7 pada arah barat. Sementara itu, panjang antrean kendaraan masing-masing mencapai 48 m di arah utara, 55 m di arah selatan, 94 m di arah timur, dan 103 m di arah barat.

3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tundaan pada Simpang Bersinyal Cigodek menempatkannya pada tingkat pelayanan F, yakni kondisi dengan rata-rata tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan. Temuan ini mengindikasikan bahwa kualitas kinerja simpang berada pada level pelayanan yang sangat rendah.

SARAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja kapasitas pada Simpang Empat Cigodek, maka rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- a. Tingginya tingkat tundaan yang menempatkan Simpang Cigodek pada kategori F menandakan bahwa kinerjanya berada pada kondisi paling buruk. Oleh karena itu, diperlukan langkah perbaikan berupa penyesuaian fase lampu lalu lintas dan penataan kembali pola pergerakan kendaraan agar operasional simpang dapat lebih efisien.
- b. Untuk mengoptimalisasi mendatang, diperlukan langkah optimalisasi pada simpang serta penerapan simulasi peningkatan kinerja menggunakan perangkat lunak VISSIM guna memperoleh gambaran yang lebih akurat terhadap efektivitas perbaikan yang direncanakan.

Referensi

- [1] Juwita F, Reza Pratama R, Sujatmiko C. Studi Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal pada Ruas Jalan Sultan Agung-Jalan Ki Maja dengan Metode PKJI 2023 Evaluation Study of Signalized Intersection Performance on Sultan Agung Road-Ki Maja Road With PKJI 2023 Method. Vol. 09, Jurnal Teknik Sains. 2024.
- [2] Anugrah F, Dermawan WB, Isradi M. Analisa Kinerja Simpang Bersinyal (APILL) dan Ruas Jalan pada Jalan Raya Bogor – Jalan H Bokir Bin Dji'un, Kota Jakarta Timur Menggunakan PKJI 2023. RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business. 2025 Aug 8;4(3):1143–51.
- [3] Alzahri S, Zulkarnain YP, Misdalena F, Fathurrahman M. ANALISA KINERJA DAN TINGKAT PELAYANAN SIMPANG BERSINYAL KAPTEN A. RIVAI DENGAN METODE PKJI 2023. Jurnal Teknik Sipil LATERAL. 2025 Jul 16;3(1):53–8.
- [4] Desanta DFFD, Ibnu Sholichin, Fithri Estikhamah. Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Menganti – Jalan Sepat – Jalan Wisma Lidah Kulon Kota Surabaya Menggunakan Metode PKJI 2023. AGREGAT. 2024 Nov 30;9(2):1109–16.
- [5] Diana Nur Afni I * FJAKPIYP. Analisis Simpang Tak Bersinyal di Jalan Ahmad Yani - Jalan Raden Intan Gadingrejo Menggunakan PKJI 2023. 2023;
- [6] Nur Rahmawati A, Widhiastuti Y. ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT TAK BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2023 1. 2023.
- [7] Kuncoro HBB, Intari DE, Rahmayanti R. ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL (Studi Kasus : Simpang Tiga Jalan Raya Serang Km 24 – Jalan Akses Tol Balaraja Barat, Balaraja, Kabupaten Tangerang, Banten). Fondasi : Jurnal Teknik Sipil. 2019 Apr 1;8(1).
- [8] Hasibuan DYFC, Muchammad Zaenal Muttaqin. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Persimpangan Pasar Sibuhuan, Kabupaten Padang Lawas, Sumatera Utara. JURNAL SAINTIS. 2021 Apr 30;21(01):53–60.
- [9] Malik Jayazi A, Prasetiawan J, Hadi DHS. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang 4 Paok Motong Kabupaten Lombok Timur). 2023.
- [10] Budiman A, Intari DE. ANALISA KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG BORU KOTA SERANG. Fondasi : Jurnal Teknik Sipil. 2016 Nov 2;5(2).
- [11] Yayang Nurkafi A, Cahyo Y, Winarto S, Candra AI. ANALISA KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL JALAN SIMPANG BRANGGAHAN NGADILUWIH KABUPATEN KEDIRI. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil. 2019 Feb 28;2(1):164.
- [12] Pradana F, Budiman A, Robekha N. ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG CIRUAS SERANG. Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi. 2016 Oct 1;12(2):375.
- [13] Dwiatmaja GC. ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN BANTUAN PERANGKAT LUNAK VISSIM STUDENT VERSION. Jurnal Teknik Sipil. 2020 Apr 30;16(1):54–74.
- [14] Pratama MDM, Elhasnet E. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan A.H. Nasution dan Jalan Cikadut, Kota Bandung. (Hal. 116-123). RekaRacana: Jurnal Teknol Sipil. 2019 Sep 25;5(2):116.

¹Willy Agustian, ²Dio Damas Permadi (Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Cigodek Kota Sukabumi Menggunakan Metode PKJI 2023)

-
- [15] Listiana N, Sudibyo T. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2019 Apr 30;4(1):69–78.
- [16] Sholahudin F, Hendar AR. Analisis Simpang Bersinyal Pada Simpang 4 Jl. Siliwangi Kota Tasikmalaya. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*. 2020 Sep 30;3(2):70–5.
- [17] Roma Andika. ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN DENGAN PENGATURAN ULANG WAKTU SIKLUS APILL DI SIMPANG EMPAT MAYA KOTA TEGAL. *Jurnal Universal Technic*. 2022 Dec 30;1(2):84–95.
- [18] Suryaningsih OF, Hermansyah H, Kurniati E. ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS JALAN HASANUDDIN-JALAN KAMBOJA, SUMBAWA BESAR). *INERSIA: INformasi dan Ekspose hasil Riset teknik Sipil dan Arsitektur*. 2020 Apr 23;16(1):74–84.
- [19] Widyawan S, Rukman. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal untuk Meningkatkan Keselamatan pada Simpang Depok Kota Depok. *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*. 2020 Jun 15;2(1):29–37.
- [20] Syaifullah M, Kadir Y, Desei FL. Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 dan Software VISSIM. *Konstruksia*. 2024 Nov 16;15(2):147.