



Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 Dan Simulasi PTV Vissim (Studi Kasus: Simpang Gatot Subroto – Buluh Indah, Kota Denpasar)

¹Gede Sumarda, ^{2*}Ni Putu Silvi, ³Putri Nur Mauliah

¹²³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai,

*corresponding author: silvi@unr.ac.id

Abstract

The Gatot Subroto–Buluh Indah intersection in Denpasar City is a four-leg signalized intersection that connects the Gatot Subroto Street with Buluh Indah Street, serving as a strategic route to the city center and surrounding residential areas. Traffic problems such as congestion, long delays, and extended queues, particularly during peak hours, highlight the need for a comprehensive evaluation of intersection performance and its traffic control system. This study aims to analyze the existing conditions using microscopic simulation with PTV Vissim based on queue length and delay indicators, and to compare the results with manual calculations using the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI) 2023. In addition, this research formulates recommendations for signal timing optimization through cycle length adjustments to improve traffic efficiency. The simulation results show that the existing condition operates at a low service level, with an average delay of 105.17 seconds/pcu and the longest queue reaching 435.09 meters, categorized as LOS F. The PKJI 2023 analysis produced a maximum degree of saturation (D_j) of 1.94 and an average delay of up to 454.38 seconds/pcu, confirming that the intersection performs inefficiently. Signal optimization using the PKJI 2023 cycle length reduced queue length by up to 47% and decreased average delay by 58% during the morning phase. These findings indicate that combining PKJI 2023 with PTV Vissim provides both a representative evaluation and practical solutions for improving traffic management. Furthermore, the outcomes of this study not only offer practical recommendations for the Denpasar City Transportation Agency but also contribute to the development of intersection performance evaluation methods by integrating manual analysis and microscopic simulation.

Keywords: intersection performance, traffic delay, queue length, PKJI, PTV vissim

Abstrak

Simpang Gatot Subroto–Buluh Indah di Kota Denpasar merupakan simpang bersinyal empat lengan yang menghubungkan Jalan Gatot Subroto dengan Jalan Buluh Indah serta berperan sebagai jalur strategis menuju pusat kota dan kawasan permukiman padat. Permasalahan lalu lintas berupa kemacetan, tundaan yang tinggi, serta antrian panjang terutama pada jam sibuk menuntut adanya evaluasi menyeluruh terhadap kinerja simpang dan sistem pengendaliannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting menggunakan simulasi mikroskopik PTV Vissim dengan indikator panjang antrian dan tundaan, serta membandingkan hasilnya dengan perhitungan manual menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Selain itu, penelitian ini juga menyusun rekomendasi pengaturan sinyal melalui optimasi waktu siklus untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kondisi eksisting berada pada tingkat pelayanan rendah dengan rata-rata tundaan mencapai 105,17 detik/smp dan antrian terpanjang 435,09 meter, dikategorikan sebagai LOS F. Perhitungan menggunakan PKJI 2023 menghasilkan nilai derajat kejenuhan (D_j) tertinggi 1,94 dan tundaan rata-rata hingga 454,38 detik/smp, memperlihatkan bahwa kinerja simpang tidak efisien. Rekomendasi perbaikan dengan optimasi siklus waktu menghasilkan penurunan panjang antrian hingga 47% dan pengurangan tundaan rata-rata sebesar 58% pada fase pagi. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi metode PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim mampu memberikan gambaran representatif sekaligus solusi praktis untuk perbaikan manajemen lalu lintas. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan dalam meningkatkan kinerja simpang perkotaan sejenis.

Kata kunci: kinerja simpang, tundaan lalu lintas, panjang antrian, PKJI, PTV vissim.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

1. Pendahuluan

Kota Denpasar sebagai Ibu Kota Provinsi Bali berkembang pesat menjadi pusat pemerintahan, perekonomian, pendidikan, dan pariwisata. Dengan luas wilayah 125,97 km² dan jumlah penduduk 673.270 jiwa [1], pertumbuhan tersebut mendorong meningkatnya penggunaan moda transportasi. Kondisi ini berdampak pada intensitas pergerakan lalu lintas yang semakin tinggi, sehingga dibutuhkan sistem transportasi yang efisien dan adaptif [2]. Salah satu kawasan dengan aktivitas lalu lintas padat adalah Jalan Gatot Subroto hingga Buluh Indah. Jalan ini merupakan zona multifungsi yang mencakup permukiman, perdagangan, kos, fasilitas umum, dan industri ringan. Mobilitas masyarakat serta aktivitas distribusi barang menimbulkan volume kendaraan yang tinggi, khususnya pada titik simpang. Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah menjadi salah satu simpang utama yang kerap mengalami kemacetan akibat tingginya kepemilikan kendaraan bermotor. Tercatat jumlah kendaraan bermotor mencapai 1.540.337 unit, terdiri dari 1.264.822 sepeda motor, 221.721 mobil penumpang, dan 53.794 mobil barang [1]. Hal ini menunjukkan ketergantungan masyarakat pada transportasi pribadi akibat terbatasnya angkutan umum [3]. Berdasarkan pengamatan, kinerja lalu lintas di simpang semakin terhambat oleh keberadaan simpang tidak bersinyal di Jalan Kargo Permai dan Jalan Buluh Indah yang menimbulkan antrian. Fasilitas belok kiri langsung juga tidak optimal karena sering terhalang kendaraan yang berhenti menunggu lampu hijau. Kondisi ini mengakibatkan tundaan signifikan pada jam sibuk. Untuk mengatasi permasalahan

tersebut, diperlukan analisis menyeluruh menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 untuk menghitung parameter kinerja seperti tundaan rata-rata, panjang antrian, dan waktu siklus optimal [4]. Namun, analisis manual perlu dikombinasikan dengan simulasi mikroskopik menggunakan *Planung Transportasi Verkher-Verkehr in Stadten Simulations Model* (PTV Vissim) agar mendekati kondisi nyata [5]. Simulasi PTV Vissim lebih representatif dibanding analisis manual [6], serta efektif dalam merencanakan pengaturan lalu lintas di kawasan perkotaan [7]. Kombinasi PKJI 2023 dan PTV Vissim juga dinilai mampu memberikan skenario perbaikan yang lebih komprehensif serta visualisasi dampak perubahan [8]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berjudul: "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan PKJI 2023 dan Simulasi PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah, Kota Denpasar)."

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Simpang Gatot Subroto – Buluh Indah secara geografis berada pada koordinat 8°38'12"S dan 115°11'48"E, termasuk kawasan dengan aktivitas lalu lintas tinggi. Simpang ini merupakan simpang bersinyal tipe 444 (empat

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

lengan, empat lajur). Pendekat utara adalah Jalan Kargo Permai (4/2 UD) yang berfungsi sebagai akses utama dari terminal barang menuju pusat Kota Denpasar sehingga sering terjadi antrian akibat tingginya volume kendaraan besar. Pendekat timur adalah Jalan Gatot Subroto Barat (4/2 UD) yang menghubungkan kawasan Sanur dan Kabupaten Gianyar. Pendekat selatan yaitu Jalan Buluh Indah (4/2 UD) yang menjadi akses menuju pusat Kota Denpasar, sedangkan pendekat barat juga berupa Jalan Gatot Subroto Barat (4/2 UD) sebagai jalur menuju kawasan pariwisata Canggu.

2.2 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari survei lapangan, meliputi:

- a. Inventarisasi Simpang, untuk mengetahui kondisi eksisting seperti tipe simpang, lebar lajur, kondisi geometrik, fase, serta waktu sinyal.
- b. *Classified Turning Movement Counting* (CTMC), untuk memperoleh volume lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan dan arah pergerakan. Survei dilaksanakan pada Rabu, 18 Juni 2025 dengan pencatatan manual interval 15 menit selama tiga periode (05.00-10.00, 10.00-15.00, 15.00-20.00), sehingga diperoleh jam puncak masing-masing fase.
- c. Survei *Spotspeed*, menggunakan *speed gun* untuk mendapatkan kecepatan rata-rata kendaraan.
- d. Dokumentasi Visual, berupa rekaman video di tiap pendekat sebagai data pendukung.

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, meliputi data jaringan jalan (Satu Data Kota

Denpasar) dan data jumlah penduduk tahun 2025 [1].

2.3 Metode Analisis Data

a. Analisis Kinerja Simpang Eksisting

Analisis kinerja simpang dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu simulasi mikroskopik menggunakan PTV Vissim dan perhitungan manual berdasarkan PKJI 2023. Pada PTV Vissim unggul dalam hal kemudahan penggunaan, keandalan, dan hasil simulasi yang akurat [9]. Tahapan meliputi pemodelan geometri simpang, pembuatan jaringan jalan, rute perjalanan, input jenis dan volume kendaraan hasil survei, pengaturan distribusi kecepatan, fase sinyal, perilaku pengemudi, serta penentuan nodes area untuk memperoleh parameter kinerja [10]. Analisis PKJI 2023 dilakukan melalui: (a) penetapan data masukan (geometri, pengaturan lalu lintas, dan karakteristik arus), (b) perhitungan kapasitas simpang, (c) evaluasi kinerja dengan parameter derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan, serta (d) penilaian tingkat pelayanan (LOS) sebagai indikator kualitas simpang.

- b. Analisis Usulan Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan hasil kondisi eksisting, disusun alternatif perbaikan dengan menyesuaikan waktu siklus, pembagian waktu hijau, dan rasio arus terhadap arus jenuh. Perhitungan siklus optimal dan waktu hijau efektif mengacu pada persamaan dalam PKJI 2023.

c. Simulasi Kinerja Usulan dengan PTV Vissim

Alternatif perbaikan yang dihasilkan dari analisis PKJI kemudian diuji melalui simulasi Vissim 2025. Waktu hijau tiap

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

pendekat diinput untuk mengevaluasi perbaikan kinerja simpang secara visual dan kuantitatif.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data

a. Data Inventarisasi

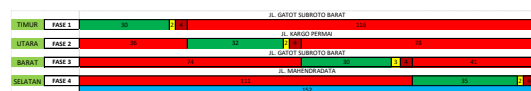
Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah merupakan simpang bersinyal yang menghubungkan Jalan Gatot Subroto, Jalan Kargo Permai, dan Jalan Buluh Indah. Data geometrik dan kondisi eksisting tiap pendekat hasil survei inventarisasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Inventarisasi

Nama Jalan	Jalan Kargo Permai (U)	Jalan Buluh Indah (S)	Jalan Gatot Subroto (T)	Jalan Gatot Subroto (B)
Tipe Jalan	4/2 TT	4/2 TT	4/2 TT	4/2 TT
Lebar Efektif (meter)	4,5	4,5	4,5	4,5
Lebar Belok Kiri Jalan Terus (meter)	2,5	2,5	2,5	2,5

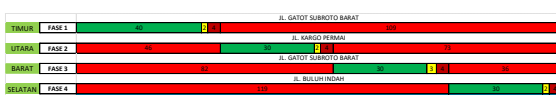
b. Data Fase Eksisting

Simpang Gatot Subroto – Buluh Indah dioperasikan dengan tiga setting fase APILL berdasarkan data Dinas Perhubungan Kota Denpasar. Fase 1 berlaku pukul 05.00-07.00 WITA dengan waktu siklus 152 detik, diagram fase ditunjukkan pada Gambar 2.



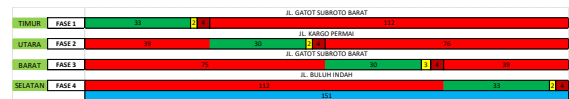
Gambar 2. Diagram Fase 1

Fase 2 pukul 07.00-16.00 WITA dengan waktu siklus 155 detik, diagram fase ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Fase 2

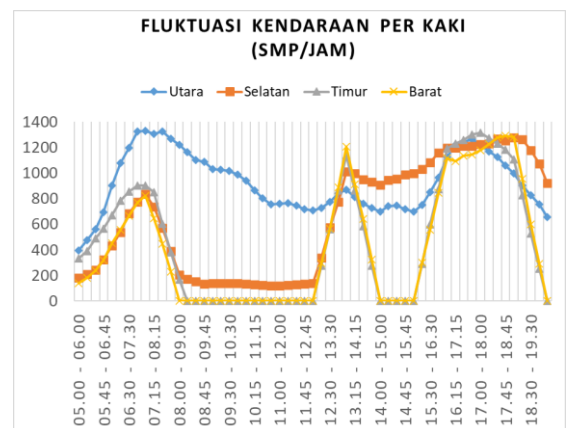
Fase 3 pukul 16.00-05.00 WITA dengan waktu siklus 151 detik, diagram fase ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Fase 3

c. Data Volume Simpang

Data volume lalu lintas simpang diperoleh melalui survei gerakan membelok terklasifikasi selama 15 jam (05.00-20.00 WITA). Hasil survei menunjukkan fluktuasi volume lalu lintas yang digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja eksisting dan perumusan rekomendasi penanganan. Berdasarkan analisis, jam puncak terjadi pada fase 1 pukul 06.00–07.00 WITA, fase 2 pukul 13.00–14.00 WITA, dan fase 3 pukul 17.00–18.00 WITA ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas

Pola ini dipengaruhi oleh aktivitas perjalanan menuju pusat kota pada pagi hari, kegiatan niaga dan distribusi barang pada siang hari, serta arus balik komuter pada sore hingga malam hari.

d. Data Proporsi Kendaraan

Berdasarkan data volume lalu lintas selama 15 jam, komposisi kendaraan di Simpang Gatot Subroto – Buluh Indah didominasi sepeda motor sebesar 68%, diikuti mobil penumpang

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

27%, dan kendaraan sedang 5%. Proporsi kendaraan seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Proporsi Kendaraan

e. Data Kecepatan Kendaraan

Survei kecepatan sesaat pada tiap pendekat Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah dilakukan untuk kendaraan sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS). Jumlah sampel ditetapkan menggunakan rumus Slovin agar data yang diperoleh bersifat representative. Semua data ditampilkan pada Tabel 2 sampai Tabel 5.

Pendekat Utara

Tabel 2. Frekuensi Kumulatif Utara

Kelas Interval (SM)	Frekuensi Kumulatif (SM)	Kelas Interval (MP)	Frekuensi Kumulatif (MP)	Kelas Interval (KS)	Frekuensi Kumulatif (KS)
18	0.00	18	0.00	14	0.00
22	0.01	22	0.03	18	0.03
26	0.02	26	0.14	22	0.09
30	0.15	30	0.37	26	0.38
34	0.32	34	0.64	30	0.67
38	0.51	38	0.79	34	0.78
42	0.74	42	0.94	38	0.88
46	0.86	46	0.99	42	1.00
50	0.92	50	0.99	46	1.00
54	0.97	54	0.99	50	1.00
58	0.99	58	1.00	54	1.00
60	1.00	60	1.00	56	1.00

Pendekat Selatan

Tabel 3. Frekuensi Kumulatif Selatan

Kelas Interval (SM)	Frekuensi Kumulatif (SM)	Kelas Interval (MP)	Frekuensi Kumulatif (MP)	Kelas Interval (KS)	Frekuensi Kumulatif (KS)
20	0,01	20	0,03	16	0,03
24	0,04	24	0,11	20	0,05
28	0,15	28	0,27	24	0,24
32	0,34	32	0,48	28	0,55
36	0,51	36	0,69	32	0,76
40	0,72	40	0,86	36	0,83
44	0,83	44	0,97	40	0,97
48	0,91	48	0,99	44	1,00
52	0,94	52	0,99	48	1,00
60	0,98	60	1,00	56	1,00
64	0,99	64	1,00	60	1,00

Pendekat Timur

Tabel 4. Frekuensi Kumulatif Timur

Kelas Interval (SM)	Frekuensi Kumulatif (SM)	Kelas Interval (MP)	Frekuensi Kumulatif (MP)	Kelas Interval (KS)	Frekuensi Kumulatif (KS)
22	0.00	24	0.00	14	0.00
26	0.09	28	0.01	18	0.03
30	0.20	32	0.03	22	0.09
34	0.32	36	0.12	26	0.38
38	0.51	40	0.29	30	0.67
42	0.74	44	0.54	34	0.78
46	0.86	48	0.77	38	0.88
50	0.92	52	0.94	42	1.00
54	0.97	56	0.98	46	1.00
58	0.99	60	0.99	50	1.00
60	1.00	62	1.00	52	1.00

Pendekat Barat

Tabel 5. Frekuensi Kumulatif Barat

Kelas Interval (SM)	Frekuensi Kumulatif (SM)	Kelas Interval (MP)	Frekuensi Kumulatif (MP)	Kelas Interval (KS)	Frekuensi Kumulatif (KS)
22	0.00	24	0.00	14	0.00
26	0.09	28	0.01	18	0.03
30	0.20	32	0.03	22	0.09
34	0.32	36	0.12	26	0.38
38	0.51	40	0.29	30	0.67
42	0.74	44	0.54	34	0.78
46	0.86	48	0.77	38	0.88
50	0.92	52	0.94	42	1.00
54	0.97	56	0.98	46	1.00
58	0.99	60	0.99	50	1.00
60	1.00	62	1.00	52	1.00

3.2 Analisis Kinerja Eksisting dengan PTV Vissim

a. Pembuatan Model

Pemodelan Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah pada PTV Vissim dilakukan dengan menyusun geometri sesuai hasil inventarisasi, memasukkan volume kendaraan, data kecepatan, serta parameter pemodelan.

Parameter pemodelan yang dimaksud seperti *node*, *data collection point*, *desired speed*, *static routes*, dan *vehicle composition*. Data volume lalu lintas pada jam puncak digunakan untuk analisis kinerja setiap fase, yaitu: fase 1 (06.00-07.00 WITA) dengan total volume 7.015 kendaraan, fase 2 (13.00-14.00 WITA) dengan total volume 11.837 kendaraan, dan fase 3 (17.00-18.00 WITA) dengan total volume 12.750 kendaraan. Pemodelan Simpang Gatot

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

Subroto - Buluh Indah ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pemodelan Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah

b. Kalibrasi Vissim

Kalibrasi dilakukan untuk menyesuaikan model dengan kondisi lapangan melalui penyesuaian parameter perilaku pengemudi (*driving behavior*) pada PTV Vissim. Beberapa parameter yang disesuaikan antara lain posisi kendaraan saat kecepatan bebas, kemampuan mendahului pada lajur yang sama, jarak antar kendaraan saat berhenti maupun melaju, serta komponen jarak aman. Proses kalibrasi dilakukan dengan metode *trial and error* hingga diperoleh nilai parameter yang representatif sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

c. Validasi Vissim

Validasi model dilakukan dengan membandingkan volume hasil simulasi dan survei lapangan menggunakan metode GEH. Hasil uji validasi pada tiap pendekatan di semua fase menunjukkan nilai $GEH < 5$, sehingga pemodelan dinyatakan valid dan sesuai kondisi lapangan. Hasil Uji GEH seperti ditunjukkan pada Tabel 7, 8, dan 9

Tabel 6. Kalibrasi Vissim

No	Parameter	Penjelasan	Nilai Default	Nilai Disesuaikan
1	<i>Desired position at free-flow</i>	Posisi kendaraan pada lajur	<i>Middle of lane</i>	<i>Any</i>
2	<i>Overtake on same lane</i>	kendaraan mendahului	<i>Off</i>	<i>Left: On Right: On</i>
3	<i>Distance standing at 0 km/h</i>	Jarak saat berhenti	1	0,4
4	<i>Distance standing at 50 km/h</i>	Jarak saat melaju kecepatan 50 km/jam	1	0,4
5	<i>Average standstill distance</i>	Rata-rata jarak dalam kondisi diam	2	0,4
6	<i>Additive part of safety distance</i>	Komponen ditambahkan jarak aman	2	0,4
7	<i>Multiplic part of safety distance</i>	Komponen pada kecepatan jarak aman	3	0,8

Tabel 7. Validasi Fase 1

Pendekat	Hasil Survei (Kend/Jam)	Hasil Vissim (Kend/Jam)	GEH	Ket
Barat	1468	1492	0,624	Diterima
Selatan	1438	1459	0,552	Diterima
Timur	1982	1992	0,224	Diterima
Utara	2127	2161	0,734	Diterima

Tabel 8. Validasi Fase 2

Pendekat	Hasil Survei (Kend/Jam)	Hasil Vissim (Kend/Jam)	GEH	Ket
Barat	3103	3124	0,376	Diterima
Selatan	2897	2895	0,037	Diterima
Timur	2881	2890	0,168	Diterima
Utara	2956	2969	0,239	Diterima

Tabel 9. Validasi Fase 3

Pendekat	Hasil Survei (Kend/Jam)	Hasil Vissim (Kend/Jam)	GEH	Ket
Barat	3255	3273	0,315	Diterima
Selatan	3159	3168	0,160	Diterima
Timur	3287	3220	1,175	Diterima
Utara	3049	3061	0,217	Diterima

d. Penilaian Kinerja Simpang Eksisting

Analisis kinerja eksisting Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah dilakukan menggunakan indikator panjang antrian dan tundaan dengan

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

simulasi PTV Vissim. Simulasi dijalankan lima kali masing-masing selama 4.200 detik, dengan 600 detik awal sebagai *warm-up period*.

Pada fase 1 (pukul 06.00–07.00 WITA), antrian terpanjang terjadi pada pendekat utara dengan 101,48 m dan tundaan 54,97 detik. Hasil simulasi menunjukkan LOS didominasi kategori E, ditampilkan pada Tabel 10. Pada fase 2 (pukul 13.00-14.00 WITA), kondisi memburuk dengan antrian maksimum 435,09 m di pendekat utara dan tundaan 142,87 detik, ditampilkan pada Tabel 11. Pada fase 3 (pukul 17.00-18.00 WITA), antrian tercatat 419,49 m di utara, tundaan 141 detik data lengkapnya ada pada Tabel 12.

Tabel 10. Kinerja Eksisting Fase 1

Pendekat	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah (Kanan)	74,25	55,14	E
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat (Lurus)	74,25	54,64	E
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai (Kiri)	39,17	1,90	A
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat (Kiri)	23,55	8,25	B
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat (Kanan)	64,05	51,03	E
Jl. Buluh Indah - Jl. Kargo Permai (Lurus)	64,05	48,91	E
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat (Lurus)	100,01	55,60	E
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah (Kiri)	66,61	17,62	C
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai (Kanan)	100,01	54,43	E
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat (Kanan)	101,48	54,97	E
Jl. Kargo Permai - Jl. Buluh Indah (Lurus)	101,48	54,97	E
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat (Kiri)	66,29	17,04	C

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa kinerja eksisting simpang berada pada kondisi tidak memadai, ditandai dengan tundaan tinggi dan antrian panjang pada jam puncak terutama fase 2 dan 3.

Tabel 11. Kinerja Eksisting Fase 2

Pendekat	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah (Kanan)	344,17	136,01	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat (Lurus)	344,17	135,20	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai (Kiri)	309,09	85,58	F
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat (Kiri)	149,91	37,22	D
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat (Kanan)	190,40	73,61	F
Jl. Buluh Indah - Jl. Kargo Permai (Lurus)	190,40	73,69	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat (Lurus)	163,66	61,20	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah (Kiri)	130,25	36,88	D
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai (Kanan)	163,66	58,30	E
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat (Kanan)	435,09	142,01	F
Jl. Kargo Permai - Jl. Buluh Indah (Lurus)	435,09	142,87	F
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat (Kiri)	399,91	105,30	F

Tabel 12. Kinerja Eksisting Fase 3

Pendekat	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah (Kanan)	338,47	127,76	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat (Lurus)	338,47	129,21	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai (Kiri)	303,39	74,50	F
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat (Kiri)	221,47	62,37	D
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat (Kanan)	261,97	96,10	F
Jl. Buluh Indah - Jl. Kargo Permai (Lurus)	261,97	95,45	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat (Lurus)	276,18	108,81	F
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah (Kiri)	242,77	77,91	D
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai (Kanan)	276,18	108,48	E
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat (Kanan)	419,49	140,26	F
Jl. Kargo Permai - Jl. Buluh Indah (Lurus)	419,49	141,00	F
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat (Kiri)	384,30	100,17	F

3.3 Analisis Kinerja Eksisting dengan PKJI 2023

a. Kapasitas Simpang

Berdasarkan perhitungan kapasitas menggunakan PKJI 2023, diperoleh kapasitas tertinggi pada pendekat timur (Jl. Gatot

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

Subroto Barat) sebesar 633 smp/jam, disusul pendekat selatan (Jl. Buluh Indah) dengan kapasitas 567 smp/jam, kemudian pendekat utara (Jl. Kargo Permai) sebesar 534 smp/jam, dan yang terendah terdapat pada pendekat barat (Jl. Gatot Subroto Barat) dengan 509 smp/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi kapasitas simpang sangat dipengaruhi oleh variasi waktu hijau pada tiap fase serta nilai arus jenuh dasar yang disesuaikan.

b. Kinerja Lalu Lintas Simpang Bersinyal

Berdasarkan hasil kinerja simpang berdasarkan PKJI 2023, diperoleh derajat kejenuhan (Dj) tertinggi pada pendekat utara (Jl. Kargo Permai) fase eksisting 2 sebesar 1,94, sedangkan nilai terendah terdapat pada pendekat selatan (Jl. Buluh Indah) fase eksisting 1 sebesar 0,59. Panjang antrian (PA) terpanjang juga terjadi pada pendekat utara fase eksisting 2 dengan 567,75 meter, sementara yang terpendek terdapat pada pendekat selatan fase eksisting 1 sebesar 56,32 meter. Selanjutnya, tundaan rata-rata tertinggi tercatat pada pendekat utara fase eksisting 2 sebesar 632,65 det/smp dengan total tundaan 605.002 smp/det. Secara keseluruhan, fase eksisting 2 menghasilkan tundaan simpang terbesar yaitu 1.563,393 smp/detik dengan tundaan rata-rata simpang 454,38 det/smp, sehingga kinerja simpang dapat dikategorikan tidak efisien dan memerlukan optimasi sinyal. Hasil kinerja simpang berdasarkan PKJI 2023 pada tiap fase ditunjukkan pada Tabel 13, 14 dan 15.

c. Penilaian Kinerja Simpang Eksisting

Berdasarkan hasil perhitungan tundaan rata-rata pada Simpang Gatot Subroto – Buluh

Indah, seluruh fase eksisting menunjukkan nilai tundaan > 60 det/smp dengan tundaan tertinggi 454,38 det/smp.

Tabel 13. Kinerja Eksisting Fase 1

Kaki	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan rata-rata	Total Tundaan
	C (smp/jam)	Dj	PA (m)	T (det)	(smp/det)
Timur	488	0,88	89,64	81,90	35.224
Utara	534	1,05	146,05	124,27	69.900
Barat	509	0,78	76,06	70,31	27.931
Selatan	567	0,59	56,32	57,06	18.939

Tabel 14. Kinerja Eksisting Fase 2

Kaki	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan rata-rata	Total Tundaan
	C (smp/jam)	Dj	PA (m)	T (det)	(smp/det)
Timur	633	1,44	365,60	278,71	253.83
Utara	492	1,94	567,75	632,65	605.00
Barat	506	1,82	511,24	549,06	506.73
Selatan	476	1,37	272,33	304,00	197.83

Tabel 15. Kinerja Eksisting Fase 3

Kaki	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan rata-rata	Total Tundaan
	C (smp/jam)	Dj	PA (m)	T (det)	(smp/det)
Timur	568	1,48	352,69	316,36	266.53
Utara	500	1,85	509,17	554,36	512.23
Barat	494	1,86	515,89	570,33	525.85
Selatan	562	1,52	371,36	339,24	290.48

Mengacu pada klasifikasi tingkat pelayanan [11], simpang ini berada pada LOS F yang mencerminkan kondisi lalu lintas sangat macet, waktu tunggu tinggi, serta kinerja simpang yang tidak efisien.

3.4 Analisis Usulan Rekomendasi Perbaikan

a. Perhitungan Waktu Merah Semua (W_{MS})

Berdasarkan perhitungan waktu merah semua (W_{MS}) pada simpang Gatot Subroto - Buluh Indah menggunakan persamaan PKJI 2023, diperoleh nilai W_{MS} sebesar 1,58 detik. Setelah pembulatan, ditetapkan waktu merah semua sebesar 2 detik.

b. Perhitungan Waktu Hijau Hilang (W_{HH})

Berdasarkan perhitungan waktu hijau hilang (W_{HH}) pada Simpang Gatot Subroto - Buluh

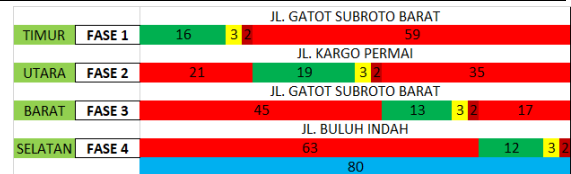
Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

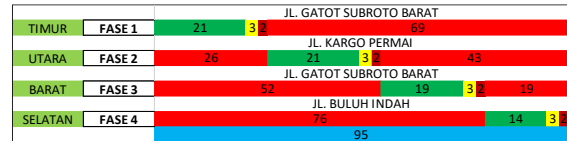
Indah sesuai PKJI 2023, diperoleh nilai sebesar 20 detik yang digunakan dalam analisis kinerja simpang.

c. Perhitungan Waktu Siklus (s)

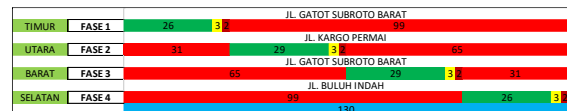
Berdasarkan hasil analisis perhitungan rasio arus dan waktu siklus dengan metode PKJI (2023), diperoleh bahwa waktu siklus eksisting pada fase 2 (361 detik) dan fase 3 (456 detik) melebihi rentang rekomendasi 80–130 detik. Oleh karena itu, dilakukan optimasi dengan percobaan bertahap menggunakan interval 5 detik untuk menilai perubahan kinerja simpang berdasarkan parameter panjang antrian dan tundaan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu siklus optimal pada fase 1 diperoleh pada 80 detik dengan tundaan 20,93 detik, fase 2 pada 95 detik dengan tundaan 66,31 detik, dan fase 3 pada 130 detik dengan tundaan 85,81 detik. Skenario waktu siklus optimal tersebut disimulasikan menggunakan perangkat lunak PTV Vissim untuk memperoleh kinerja simpang yang lebih representatif. Berdasarkan hasil simulasi, diusulkan diagram pada setiap fase seperti ditunjukkan pada Gambar 8, 9, dan 10



Gambar 8. Diagram Fase Usulan Fase 1



Gambar 9. Diagram Fase Usulan Fase 2



Gambar 10. Diagram Fase Usulan Fase 3

3.5 Simulasi Kinerja Simpang Eksisting dan Usulan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis simulasi dengan usulan waktu siklus optimal pada Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah, diperoleh peningkatan kinerja simpang pada seluruh fase. Pada fase 1, terjadi rata-rata penurunan panjang antrian sebesar 47% dan tundaan 58% sehingga LOS meningkat dari E menjadi D. Kinerja eksisting ini ditampilkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Kinerja Eksisting Fase 1

Pendekat	Eksisting			Rekomendasi			Perbandingan Hasil	
	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS	Antrian	Tundaan
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah	74,25	55,14	E	45,15	31,47	D	-39%	-43%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat	74,25	54,64	E	45,15	31,79	D	-39%	-42%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai	39,17	1,90	A	12,29	0,13	A	-69%	-93%
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat	23,55	8,25	B	6,49	1,72	A	-72%	-79%
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat	64,05	51,03	E	46,33	34,26	D	-28%	-33%
Jl. Buluh Indah - Jl. Kargo Permai	64,05	48,91	E	46,33	33,41	D	-28%	-32%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat	100,01	55,60	E	54,23	29,47	D	-46%	-47%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah	66,61	17,62	C	20,82	2,30	A	-69%	-87%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai	100,01	54,43	E	54,23	28,87	D	-46%	-47%
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat	101,48	54,97	E	63,19	27,60	D	-38%	-50%
Jl. Kargo Permai - Jl. Buluh Indah	101,48	54,97	E	63,19	28,16	D	-38%	-49%
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat	66,29	17,04	C	28,01	1,94	A	-58%	-89%
Rata-rata penurunan							-47%	-58%

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

Pada fase 2, rata-rata panjang antrian berkurang 22% dan tundaan 10%, dengan beberapa pendekat mengalami perbaikan LOS dari F/D menjadi D ditampilkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Kinerja Eksisting Fase 2

Pendekat	Eksisting			Rekomendasi			Perbandingan Hasil	
	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS	Antrian	Tundaan
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah	344,17	136,01	F	167,00	70,67	F	-51%	-48%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat	344,17	135,20	F	167,00	70,27	F	-51%	-48%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai	309,09	85,58	F	131,92	28,96	D	-57%	-66%
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat	149,91	37,22	D	205,78	62,68	F	37%	68%
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat	190,40	73,61	F	246,28	106,32	F	29%	44%
Jl. Buluh Indah - Jl. Kargo Permai	190,40	73,69	F	246,28	109,93	F	29%	49%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat	163,66	61,20	F	155,07	71,09	F	-5%	16%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah	130,25	36,88	D	121,66	45,20	E	-7%	23%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai	163,66	58,30	E	155,07	69,46	F	-5%	19%
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat	435,09	142,01	F	169,56	63,44	F	-61%	-55%
Jl. Kargo Permai - Jl. Buluh Indah	435,09	142,87	F	169,56	63,38	F	-61%	-56%
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat	399,91	105,30	F	134,38	34,31	D	-66%	-67%
Rata-rata penurunan							-22%	-10%

Pada fase 3, rata-rata panjang antrian menurun 11% dan tundaan 14%, dengan perbaikan LOS pada beberapa pendekat dari F menjadi E seperti pada Tabel 18.

Tabel 18. Kinerja Eksisting Fase 3

Pendekat	Eksisting			Rekomendasi			Perbandingan Hasil	
	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS	Antrian (meter)	Tundaan (detik)	LOS	Antrian	Tundaan
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah	338,47	127,76	F	175,67	65,25	F	-48%	-49%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat	338,47	129,21	F	175,67	65,43	F	-48%	-49%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai	303,39	74,50	F	140,59	26,53	D	-54%	-64%
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat	221,47	62,37	F	305,33	86,17	F	38%	38%
Jl. Buluh Indah - Jl. Gatot Subroto Barat	261,97	96,10	F	345,82	123,63	F	32%	29%
Jl. Buluh Indah - Jl. Kargo Permai	261,97	95,45	F	345,82	122,18	F	32%	28%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Gatot Subroto Barat	276,18	108,81	F	344,02	119,29	F	25%	10%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Buluh Indah	242,77	77,91	F	310,61	86,31	F	28%	11%
Jl. Gatot Subroto Barat - Jl. Kargo Permai	276,18	108,48	F	344,02	121,09	F	25%	12%
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat	419,49	140,26	F	205,08	81,17	F	-51%	-42%
Jl. Kargo Permai - Jl. Buluh Indah	419,49	141,00	F	205,08	82,70	F	-51%	-41%
Jl. Kargo Permai - Jl. Gatot Subroto Barat	384,30	100,17	F	169,89	49,95	E	-56%	-50%
Rata-rata penurunan							-11%	-14%

Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan waktu siklus optimal sesuai PKJI (2023) melalui simulasi PTV Vissim dapat meningkatkan kinerja simpang dengan mengurangi tundaan

dan panjang antrian sekaligus memperbaiki tingkat pelayanan.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim pada Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kinerja eksisting Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah berdasarkan hasil simulasi menggunakan PTV Vissim menunjukkan bahwa pada fase 1 (beroperasi pukul 05.00-07.00 WITA) dengan waktu siklus eksisting sebesar 152 detik, panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat Jl. Kargo Permai (Utara) sebesar 101,48 meter, waktu tundaan tertinggi tercatat sebesar 54,97 detik/smp, dan tingkat pelayanan E. Sementara itu, pada fase 2 (pukul 07.00-16.00 WITA) dengan waktu siklus eksisting sebesar 155 detik, diperoleh panjang antrian tertinggi pada pendekat Jl. Kargo Permai (Utara) sebesar 435,09 meter, tundaan tertinggi sebesar 142,87 detik/smp, dan tingkat pelayanan F. Pada fase 3 (pukul 16.00-05.00 WITA) dengan waktu siklus sebesar 151 detik, panjang antrian maksimum pada pendekat Jl. Kargo Permai (Utara) mencapai 419,49 meter, Tundaan tertinggi sebesar 141 detik/smp, dan tingkat pelayanan F.
- b. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan analisis usulan pengaturan ulang waktu siklus dengan menambahkan waktu merah semua (*all-red*) selama 2 detik dan waktu kuning selama 3 detik pada setiap fase simpang. Pada fase 1, alokasi waktu hijau masing-masing pendekat adalah: Jl. Kargo Permai (Utara) sebesar 19 detik, Jl. Buluh Indah (Selatan) 12 detik, Jl. Gatot Subroto Barat (Barat) 13 detik, dan Jl. Gatot Subroto Timur (Timur) 16 detik, dengan total

waktu siklus menjadi 80 detik. Pada fase 2, waktu hijau masing-masing pendekat adalah: Utara 21 detik, Selatan 14 detik, Barat 19 detik, dan Timur 21 detik, sehingga total siklus menjadi 95 detik. Sedangkan pada fase 3, waktu hijau untuk masing-masing pendekat: Utara 29 detik, Selatan 26 detik, Barat 29 detik, dan Timur 26 detik, dengan total waktu siklus sebesar 130 detik.

- c. Simulasi lanjutan menggunakan PTV Vissim terhadap usulan rekomendasi waktu siklus menunjukkan adanya peningkatan kinerja simpang secara signifikan. Pada fase 1, terjadi penurunan rata-rata panjang antrian sebesar 47% yaitu dari 72,93 meter menjadi 40,40 meter, dan penurunan waktu tundaan sebesar 58% yaitu dari 39,54 detik menjadi 20,93 detik, atau dari tingkat pelayanan D menjadi C. Pada fase 2, panjang antrian berkurang rata-rata 22% yaitu dari 271,32 meter menjadi 172,46 meter, dan tundaan menurun sebesar 10% yaitu dari 90,66 detik menjadi 66,31 meter, tetapi tetap pada tingkat pelayanan F. Sementara pada fase 3, penurunan panjang antrian tercatat sebesar 11% yaitu dari 312,01 meter menjadi 255,63 meter, dengan penurunan waktu tundaan sebesar 14% yaitu dari 105,17 detik menjadi 85,81 detik, tetapi tetap pada tingkat pelayanan F. Temuan ini menunjukkan bahwa pengaturan ulang waktu siklus yang disesuaikan dengan karakteristik lalu lintas setiap fase mampu secara efektif mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi pergerakan kendaraan di Simpang Gatot Subroto - Buluh Indah.

Daftar Rujukan

- [1] BPS Kota Denpasar, *Kota Denpasar Dalam Angka 2025*, vol. 33. 2025.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2025 | Selesai Revisi: 28-10-2025 | Diterbitkan Online: 02-11-2025

- [2] M. R. Ibrahim, Y. Kadir, and F. L. Desei, "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim Pada Perpotongan Jalan Prof. Dr. Hb Jassin Dan Jalan Jenderal Sudirman," *Composite Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 37–46, 2022.
- [3] A. B. Muhammad Iqbal Romadloni, Warsito, "Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal MERR Kota Surabaya dengan Menggunakan Software VISSIM dan Metode PKJI 2014," vol. 14, no. 1, pp. 491–500, 2024.
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia," vol. 2023, pp. 1–2, 2023.
- [5] PTV Group, *PTV Vissim 11 User Manual*. 2018.
- [6] N. Wikayanti, H. Azwansyah, and S. N. Kadarini, "Penggunaan Software VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Sultan Hamid II - Jalan Gusti Situt Mahmud - Jalan 28 Oktober - Jalan Selat Panjang)," *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 5, no. 3, pp. 338–347, 2018, [Online]. Available: http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/76537
- [7] P. E. Suartawan, P. D. A. Sadri, and S. S. Rianto, "Optimization of Interception Coordination on Ir Road. Soekarno, Kediri, Tabanan Through A Microsimulation Approach," *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, vol. 4, no. 2, pp. 175–182, 2023, doi: 10.52920/jttl.v4i2.206.
- [8] Kadek Wiarni Devi, Budi Mardikawati, and Aswin Badarudin Atmajaya, "Pengaruh Geometri Dan Konfigurasi Sinyal Terhadap Kinerja Simpang Dengan Pendekatan PKJI 2023 Dan PTV Vissim," *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2024, doi: 10.36733/jikt.v13i1.9027.
- [9] M. Lashkari, S. M. Narulkar, and S. C. Kaushal, "Examining Traffic Operations At Multi-Legged Intersection Operating Under Hetrogeneous Traffic Conditions," *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, no. 12, pp. 2638–2648, 2023, doi: 10.56726/irjmets47615.
- [10] A. N. Riza, A. Utami, and A. Y. Nurhidayat, "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pusat Grosir Cililitan (PGC) Jalan Dewi Sartika - Jalan Raya Bogor Dengan Metode PKJI 2014 Dan Pemodelan Menggunakan PTV VISSIM," *Media Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 11, no. 3, pp. 189–198, 2023, doi: 10.33084/mits.v11i3.4900.
- [11] Kementerian Perhubungan, "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas," 2015.