

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023 DAN PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Wisnu Murti Kabupaten Tabanan)

I Made Kariyana^{1,*}, Tri Hayatining Pamungkas², Lustomo Sepriyanto³

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai, made.kariyana@unr.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai, tri.hayatining@unr.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ngurah Rai, lustomos@gmail.com

ABSTRAK

Simpang Wisnu Murti di Kabupaten Tabanan merupakan simpang bersinyal empat lengan dengan tiga fase dan terdapat bundaran di tengah simpang. Lokasi ini menjadi penghubung utama antara Jalan Nasional Denpasar–Gilimanuk dengan Jalan Ngurah Rai–MH Thamrin. Permasalahan utama berupa kemacetan dan tundaan, khususnya pada jam sibuk, sehingga perlu evaluasi kinerja dan sistem pengendalian lalu lintas. Penelitian ini mengevaluasi kondisi eksisting menggunakan PKJI 2023 dan simulasi mikrosimulasi PTV Vissim dengan indikator panjang antrian, tundaan, dan Level of Service (LOS). Hasil analisis menunjukkan kinerja sangat buruk, dengan derajat kejenuhan (Dj) 1.37 dan tundaan rata-rata 120.9 detik/smp (LOS F). Simulasi Vissim memperlihatkan antrean terpanjang pada pendekat timur mencapai 436.34 meter dengan tundaan 85.17 detik/smp. Rekomendasi berupa pengaturan sinyal dengan fase early cut pada siklus 113 detik

mampu menurunkan panjang antrian hingga 69.9% dan mengurangi tundaan 60.6%. Distribusi waktu hijau adaptif pada tiap fase terbukti lebih efisien dibandingkan skenario tanpa early cut. Dengan demikian, penerapan early cut dinilai fleksibel dan responsif terhadap fluktuasi arus lalu lintas, serta layak diterapkan pada simpang Wisnu Murti.

Kata Kunci : Simpang Bersinyal, PKJI 2023, PTV Vissim, Kinerja Simpang, Early Cut, Waktu siklus, Optimasi sinyal.

ABSTRACT

The Wisnu Murti Intersection in Tabanan Regency is a four-legged signalized intersection with three phases and a central roundabout. It serves as a primary connector between the Denpasar–Gilimanuk National Road and Ngurah Rai–MH Thamrin Road. Congestion and delays, particularly during peak hours, highlight the need to evaluate its performance and traffic signal control system. This study aims to assess the existing performance of the intersection using the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI 2023) and PTV Vissim microsimulation, employing indicators such as queue length, delay, and Level of Service (LOS). The analysis revealed poor performance, with a degree of saturation (Dj) of 1.37 and an average delay of 120.9 seconds/pcu (LOS F). Vissim simulation results showed the longest queue occurred on the east approach, reaching 436.34 meters with an average delay of 85.17 seconds/pcu. A recommended signal control scenario applying the early cut phase with a 113-second cycle significantly improved performance, reducing queue length by 69.9% and average delay by 60.6%. Adaptive green time distribution across phases provided better efficiency compared to the scenario without early cut. Therefore, the application of the early cut strategy is considered flexible, responsive to

fluctuating traffic flow, and feasible for implementation at the Wisnu Murti Intersection.

Keywords : *Signalized Intersection, PKJI 2023, PTV Vissim, Intersection Performance, Early Cut, Cycle Time, Signal Optimization.*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Tabanan merupakan salah satu wilayah dari Provinsi Bali yang memiliki peran strategis dalam mendukung kegiatan perekonomian dan pariwisata. Sebagai daerah dengan posisi yang strategis, Kabupaten Tabanan memiliki fungsi penghubung utama di Provinsi Bali antara wilayah Bali Barat dan wilayah Bali Tengah. Kabupaten Tabanan juga dilalui oleh Jalan Nasional Denpasar - Gilimanuk yang berperan sebagai jalur utama distribusi barang dan pergerakan masyarakat. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah penduduk di Kabupaten Tabanan mengalami peningkatan dari 469,300 jiwa pada tahun 2022 menjadi 471,335 jiwa pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan, 2024). Meningkatnya kebutuhan terhadap transportasi harus diimbangi dengan peningkatan yang sesuai dalam bidang lalu lintas dan angkutan jalan untuk memastikan transportasi yang lancar, aman dan teratur (Saputra, 2014).

Salah satu permasalahan transportasi yang terjadi di Kabupaten Tabanan adalah kemacetan lalu lintas yang terjadi pada persimpangan jalan. Salah satu simpang yang memiliki peran penting dalam sistem transportasi di Kabupaten Tabanan adalah Simpang Wisnu Murti. Simpang ini terletak di Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan dan merupakan simpang bersinyal dengan empat lengan simpang bersinyal dan memiliki tiga fase dimana ditengah – tengah simpang terdapat bundaran (Wardani dkk., 2018). Simpang Wisnu Murti berfungsi sebagai titik pertemuan antara Jalan Nasional Denpasar - Gilimanuk dan Jalan Ngurah Rai - MH Thamrin serta dilalui oleh

berbagai jenis kendaraan, termasuk angkutan orang dan barang berdimensi besar. Berdasarkan survei awal penelitian Simpang Wisnu Murti juga menghadapi berbagai permasalahan seperti tingginya tingkat tundaan, kemacetan dan kepadatan lalu lintas terutama pada pendekatan timur serta barat khususnya pada jam sibuk.

Hasil evaluasi terhadap kinerja dan tingkat pelayanan di Simpang Wisnu Murti menggunakan pendekatan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997 menunjukkan hasil bahwa simpang ini memiliki nilai derajat kejenuhan (Dj) sebesar 2.46 dengan rata-rata tundaan mencapai 1,096.31 detik per simpang (det/smp) serta termasuk dalam tingkat pelayanan pada kategori F (Wardani dkk., 2018). Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, simpang dengan tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan dan tingkat pelayanan F dikategorikan sebagai simpang dengan kinerja sangat buruk sehingga memerlukan penanganan segera.

Hasil penelitian pengaruh geometri dan konfigurasi sinyal terhadap kinerja simpang dengan pendekatan PKJI 2023 dan PTV Vissim dengan studi kasus Simpang Tugu Wisnu Kota Surakarta, menunjukkan bahwa penerapan pendekatan PKJI 2023 dan PTV Vissim memberikan hasil yang signifikan dalam perencanaan waktu sinyal yang lebih efisien dan adaptif terhadap kondisi lalu lintas. Menghasilkan peningkatan pada kinerja simpang, termasuk penurunan derajat kejenuhan (Dj) dari 2.27 menjadi 0.84 pengurangan panjang antrian dan penurunan tundaan kendaraan (Atmajaya dkk., 2024).

Keberhasilan penelitian sebelumnya serta adanya pembaruan pedoman dalam PKJI 2023 menjadikan pendekatan ini relevan diterapkan pada Simpang Wisnu Murti, Kabupaten Tabanan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja simpang

menggunakan PKJI 2023 dan PTV Vissim guna memperoleh gambaran kondisi eksisting serta rekomendasi teknis untuk meningkatkan kapasitas dan pelayanan simpang. Keunggulan penelitian ini dibandingkan penelitian terdahulu adalah penggunaan pedoman terbaru PKJI 2023, penggabungan analisis teoritis dan simulasi mikrosimulasi PTV Vissim, serta penerapan optimasi sinyal dengan fase *early cut* yang menghasilkan evaluasi yang lebih akurat dan rekomendasi yang lebih aplikatif.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kinerja dan tingkat pelayanan eksisting Simpang Wisnu Murti dianalisis dengan PKJI 2023 dan PTV Vissim, serta bagaimana perubahan kinerja simpang setelah diberikan rekomendasi perbaikan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja Simpang Wisnu Murti dengan metode PKJI 2023 dan PTV Vissim serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai referensi ilmiah dan masukan teknis bagi instansi terkait dalam penerapan PKJI 2023 dan PTV Vissim untuk evaluasi serta optimalisasi kinerja simpang bersinyal.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini difokuskan pada evaluasi kinerja Simpang Wisnu Murti, Kabupaten Tabanan, dengan menganalisis data lalu lintas hasil survei lapangan pada jam sibuk menggunakan metode PKJI 2023 serta simulasi PTV Vissim, dimana rekomendasi perbaikan terbatas pada optimalisasi waktu siklus dan fase sinyal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pengumpulan data melalui survei inventarisasi simpang dan survei CTMC untuk memperoleh data geometrik, volume lalu lintas serta waktu siklus eksisting. Data dianalisis menggunakan PKJI 2023 untuk mengevaluasi kinerja simpang, kemudian dimodelkan dengan PTV Vissim guna mensimulasikan kondisi eksisting serta rekomendasi perbaikan.



Gambar 1.
Simpang Wisnu Murti Kabupaten Tabanan
Sumber: *Google Earth* (2025)

2.1 Lokasi Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Simpang Wisnu Murti berada di Kecamatan Kediri Kabupaten Tabanan, simpang bersinyal empat lengan yang terdiri dari 2 lengan simpang mayor dan 2 lengan simpang minor dengan tiga fase dan bundaran di tengah. Simpang ini dilalui kendaraan pribadi, angkutan barang berdimensi besar.

Secara geometrik, simpang ini terdiri atas: pendekat utara Jl. Ngurah Rai (tipe 4/2T, akses ke Tabanan), pendekat selatan Jl. MH Thamrin (tipe 2/1TT, akses ke Tanah Lot), pendekat barat Jl. Dr. Ir. Soekarno (tipe 4/2T, akses ke Jembrana dan Pelabuhan Gilimanuk), serta pendekat timur Jl. Ahmad Yani (tipe 4/2T, akses ke Kabupaten Badung dan Kota Denpasar).

2.2 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, meliputi: (1) survei inventaris simpang untuk data geometri, tipe jalan, perlengkapan, dan waktu siklus eksisting; (2) survei CTMC untuk volume dan pola pergerakan lalu lintas berdasarkan klasifikasi kendaraan, dilakukan pada jam sibuk pagi, siang, dan sore selama 12 jam dengan interval 15 menit; serta (3) survei *spotspeed* menggunakan *speedgun* untuk mengetahui kecepatan rata-rata kendaraan.

Data sekunder diperoleh dari Dinas Perhubungan Kabupaten Tabanan, berupa data jaringan jalan tahun 2024.

2.3 Metode Analisis Data

Analisis kinerja simpang eksisting dilakukan dengan metode PKJI 2023 untuk memperoleh parameter kapasitas, derajat kejenuhan (Dj), panjang antrian, tundaan, dan tingkat pelayanan (LOS). Tahapan perhitungan meliputi penetapan data masukan, penentuan kapasitas melalui klasifikasi pendekat, lebar efektif, arus jenuh dasar, faktor koreksi, hingga perhitungan

waktu siklus dan waktu hijau, kemudian dilanjutkan dengan penilaian kinerja berdasarkan nilai Dj dan LOS. Apabila Dj melebihi 0.85, maka diperlukan perbaikan dan optimalisasi kinerja simpang.

Sementara itu, simulasi PTV Vissim digunakan untuk menilai efektivitas skenario perbaikan kinerja simpang berdasarkan indikator panjang antrian, tundaan, dan derajat kejenuhan. Proses simulasi meliputi pembangunan model jaringan jalan sesuai kondisi lapangan, penentuan rute kendaraan, input volume dan jenis kendaraan, pengaturan parameter kecepatan, sinyal, serta perilaku pengemudi sesuai kondisi Indonesia, hingga pelaksanaan simulasi melalui area analisis (*Node*). Hasil dari simulasi ini kemudian menjadi dasar evaluasi dan rekomendasi peningkatan kinerja simpang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

1. Data Inventarisasi

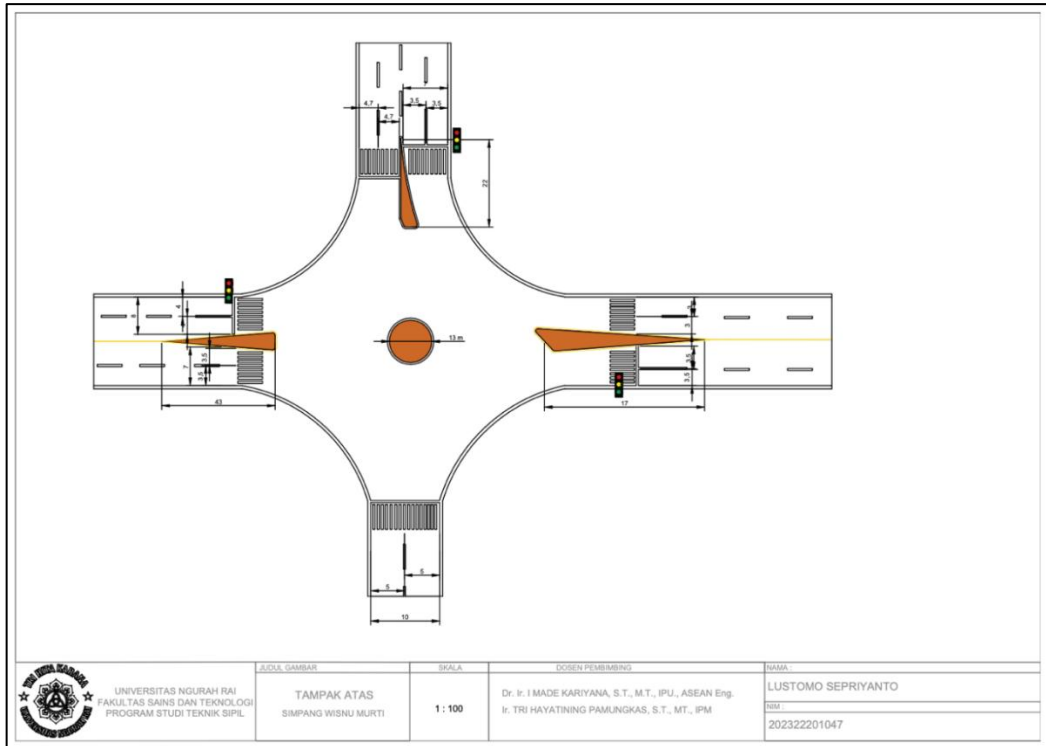
Data inventarisasi Simpang Wisnu Murti diperoleh melalui survei lapangan meliputi geometri, jumlah pendekat, lebar efektif, serta konfigurasi jalur seperti pada Gambar 2.

2. Data Waktu Sinyal dan Fase APILL

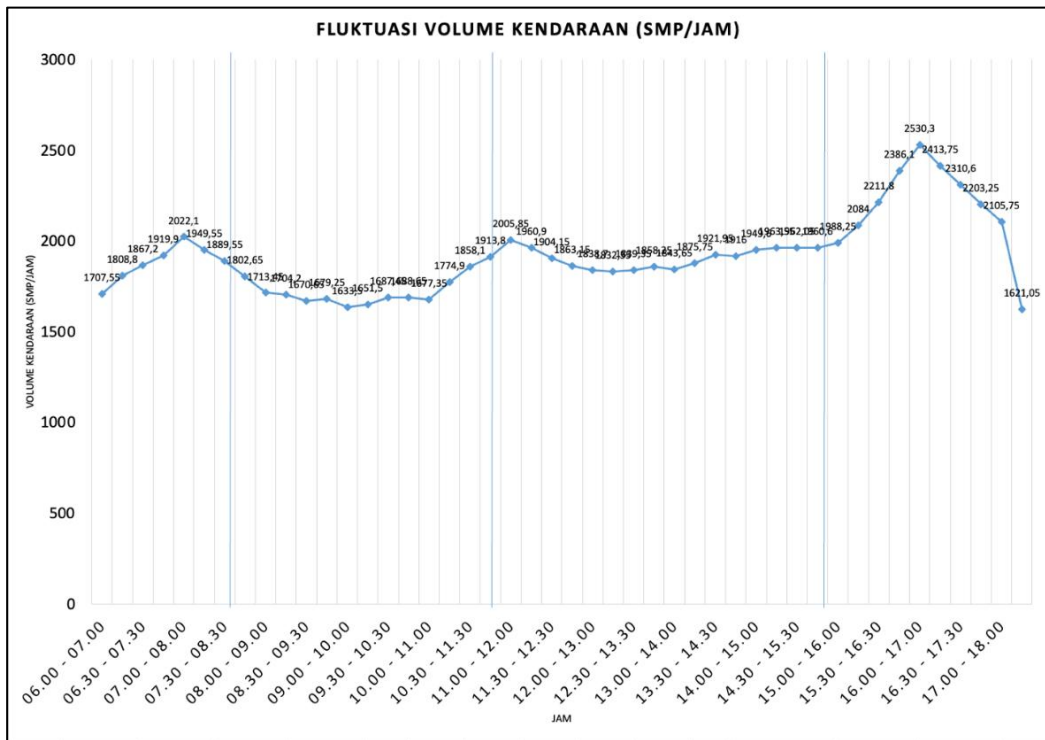
Survei APILL mencakup durasi sinyal, konfigurasi fase, dan urutan perubahan pada tiap pendekat seperti pada Tabel 1.

3. Data Volume Simpang

Data volume simpang diperoleh melalui survei Classified Turning Movement Counting (CTMC) di Simpang Wisnu Murti selama 12 jam (06.00-18.00 WITA) pada hari kerja, mencakup SM, MP, dan KS sesuai PKJI 2023. Hasil survei menunjukkan fluktuasi arus lalu lintas yang digunakan sebagai dasar penentuan fase sinyal seperti pada Gambar 3.



Gambar 2.
Tampak Atas Simpang Wisnu Murti Kabupaten Tabanan
Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 3.
Fluktuasi Volume
Sumber: Hasil Analisis (2025)

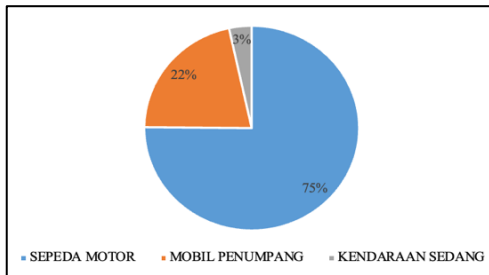
Tabel 1.
Waktu Sinyal dan Fase

KAKI	NAMA JALAN	FASE	MERAH	HIJAU	ALL RED	KUNING
TIMUR KANAN	JL AHMAD YANI III	1	111	32	4	2
TIMUR KIRI	JL AHMAD YANI III	1	89	54	4	2
BARAT KIRI	JL DR IR SOEKARNO	2	80	63	4	2
BARAT KANAN	JL DR IR SOEKARNO	2	116	27	4	2
UTARA KANAN	JL NGURAH RAI	3	107	36	4	2
UTARA KIRI	JL NGURAH RAI	1	111	32	4	2
SELATAN	JL M.H THAMRIN	-	-	-	-	-

Sumber: Hasil Analisis (2025)

4. Proporsi Kendaraan

Pada jam puncak sore, volume lalu lintas di Simpang Wisnu Murti mencapai 6,811 kendaraan/jam, didominasi SM (81%), MP (17%) dan KS (2%), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



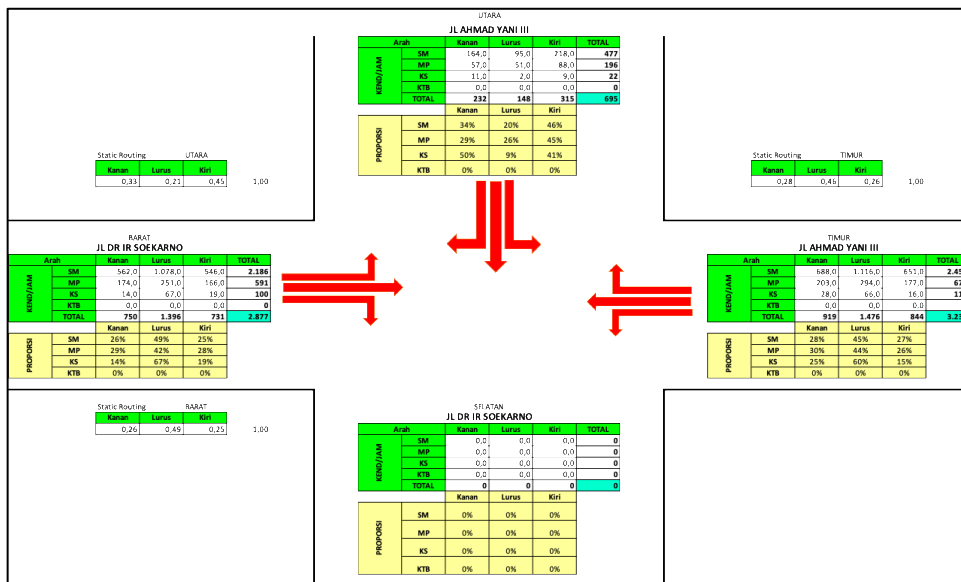
Gambar 4.
Proporsi Kendaraan

5. Diagram Flow Kendaraan

Diagram arus lalu lintas jam puncak di Simpang Wisnu Murti menunjukkan volume tertinggi pada lengan timur (3,239 kend/jam), diikuti lengan barat (2,877 kend/jam) dan utara (695 kend/jam), seperti pada Gambar 5.

6. Data Kecepatan Kendaraan

Survei kecepatan sesaat dilakukan pada tiap pendekat Simpang Wisnu Murti untuk SM, MP, dan KS, dengan jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin guna memastikan data representatif.



Gambar 5.
Diagram Flow
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 2.
Frekuensi Kumulatif Pendekat 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

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 3.
Frekuensi Kumulatif Pendekat 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

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 4.
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

Tabel 5.
Kinerja Simpang Berdasarkan PKJI 2023

Kaki	Nama Jalan	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan rata-rata	Total Tundaan (smp/det)
		C (smp/jam)	Dj	PA (m)	T (det)	
Timur	Jl. Ahmad Yani III	863	1.37	263.52	189.81	224,974.5
Barat	Jl. Dr. Ir. Soekarno	1,079	0.97	271.59	62.73	65,799.5
Utara	Jl. Ngurah Rai	631	0.47	52.14	51.43	15,231.5
Selatan	Jl. M.H Thamrin				-	-
Total Tundaan =						306,005.5
Tundaan simpang rata-rata (det/smp) =						120.9

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Kelas Interval (SM)	Frekuensi Kumulatif (SM)	Kelas Interval (MP)	Frekuensi Kumulatif (MP)	Kelas Interval (KS)	Frekuensi Kumulatif (KS)
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

Sumber: Hasil Analisis (2025)

3.2 Analisis Kinerja Eksisting Berdasarkan PKJI 2023

1. Kapasitas Simpang Bersinyal

Berdasarkan perhitungan kapasitas menggunakan PKJI 2023, diperoleh kapasitas tertinggi pada pendekat barat (Jl. Dr. Ir. Soekarno) sebesar 1,079 smp/jam, diikuti timur (Jl. Ahmad Yani III) 863 smp/jam, dan utara (Jl. Ngurah Rai) 631 smp/jam.

2. Kinerja Simpang Bersinyal

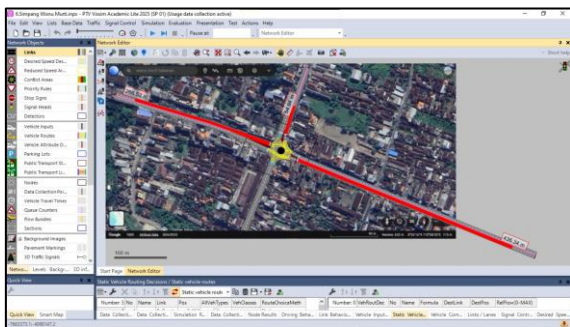
Berdasarkan analisis PKJI 2023, kinerja Simpang Wisnu Murti menunjukkan Dj tertinggi pada pendekat timur (1.37) dengan tundaan rata-rata 189.81 det/smp, sedangkan pendekat barat memiliki kapasitas terbesar (1,079 smp/jam) dan antrian terpanjang (271.59 m). Pendekat utara relatif lancar dengan Dj 0.47 dan tundaan 51.43 det/smp. Secara keseluruhan, tundaan rata-rata simpang sebesar 120.9 det/smp menandakan kondisi tidak efisien dan memerlukan perbaikan pengaturan lalu lintas. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

3. Penilaian Kinerja Simpang Eksisting Berdasarkan hasil perhitungan dan mengacu pada klasifikasi tingkat pelayanan, diperoleh bahwa pendekatan timur (189.81 det/smp) dan barat (62.73 det/smp) termasuk LOS F, sedangkan pendekatan utara (51.43 det/smp) berada pada LOS E. Simpang Wisnu Murti secara keseluruhan (120.9 det/smp) berada pada LOS F yang menunjukkan kondisi sangat macet dan kinerja simpang tidak efisien.

3.3 Analisis Kinerja Eksisting Berdasarkan PTV Vissim

1. Pembangunan Model

Pemodelan lalu lintas Simpang Wisnu Murti dengan PTV Vissim dilakukan melalui tahapan penyusunan jaringan jalan, penentuan jalur kendaraan, input volume lalu lintas hasil survei, serta pengaturan kecepatan dan siklus sinyal. Data jam puncak (17.00-18.00 WITA) menunjukkan volume tertinggi pada lengan timur 3,239 kendaraan/jam, barat 2,877 kendaraan/jam, dan utara 695 kendaraan/jam. Volume tersebut kemudian dimasukkan ke dalam model melalui *Vehicle Input*, *Vehicle Composition*, dan *Vehicle Routing* untuk menganalisis kinerja simpang pada kondisi beban lalu lintas tertinggi seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Pemodelan PTV Vissim
Sumber: Hasil Analisis (2025)

2. Kalibrasi
Kalibrasi dilakukan untuk menyesuaikan parameter simulasi dengan kondisi lapangan menggunakan metode *trial and error*. Penyesuaian difokuskan pada jarak antar kendaraan, jarak aman (*safety distance*), dan perilaku menyalip hingga hasil simulasi mendekati data survei. Nilai default PTV Vissim dijadikan acuan awal sebelum disesuaikan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Kalibrasi

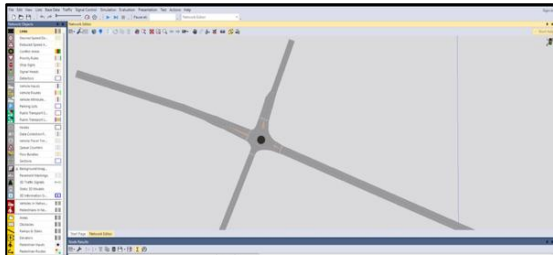
No	Parameter	Penjelasan	Nilai Default	Nilai Disesuaikan
1	<i>Number Of Interaction Object</i>	Jumlah Interaksi Mengemudi	2	4
2	<i>Average standstill distance</i>	Jarak rata-rata saat berhenti	2	0.5
3	<i>Additive part of safety distance</i>	Tambahan jarak keselamatan	2	0.5
4	<i>Desired position at free-flow</i>	Posisi kendaraan pada lajur	<i>Middle of lane</i>	<i>Any</i>

Sumber: Hasil Analisis (2025)

3. Validasi
Validasi model PTV Vissim dilakukan dengan membandingkan volume simulasi dan observasi menggunakan uji GEH. Hasil menunjukkan nilai GEH pada seluruh pendekatan < 5 (Utara 0.75; Timur 0.35; Barat 0.39), sehingga simulasi dinyatakan valid dan merepresentasikan kondisi lalu lintas aktual di Simpang Wisnu Murti.

4. Hasil Simulasi
Analisis kinerja eksisting Simpang Wisnu Murti menggunakan PTV Vissim pada jam puncak sore (17.00-18.00 WITA) menunjukkan bahwa pendekatan Timur mengalami antrean terpanjang 436.34 m dengan tundaan 110.36 detik (LOS F), pendekatan Barat

tundaan 72.36 detik dengan antrian 266.53 m (LOS F), sedangkan pendekat Utara tundaan 39.24 detik dengan antrian 54.94 m (LOS D). Secara keseluruhan, mayoritas pendekat berada pada LOS F yang menandakan kondisi lalu lintas macet dan memerlukan optimalisasi pengaturan sinyal.



Gambar 7.

Hasil Pemodelan PTV Vissim
 Sumber: Hasil Analisis (2025)

3.4 Perencanaan Pengaturan Sinyal dengan PTV Vissim

1. Perbaikan Waktu *Intergreen*
 Perancangan waktu *intergreen* di Simpang Wisnu Murti mengacu pada PKJI 2023, yang terdiri dari waktu kuning (amber) dan waktu merah semua (*all red*). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu merah semua diperoleh sebesar 1.58 detik dan dibulatkan menjadi 2 detik, sedangkan waktu kuning ditetapkan sebesar 3 detik sesuai pedoman.
2. Optimalisasi Fase *Early Cut*
 Optimalisasi waktu siklus pada Simpang Wisnu Murti dilakukan dengan pendekatan fase *early cut* melalui 12 skenario simulasi di PTV Vissim. Setiap skenario divariasikan berdasarkan panjang waktu siklus dan alokasi waktu hijau pada tiap pendekat, seperti pada Tabel 7.

Tabel 7.
 Hasil Simulasi Fase *Early Cut*

No	Percobaan	Waktu Siklus	Waktu Hijau					Antrian (m)	Tundaan (det)	GEH
			T. Kanan U. Kiri	Timur Kiri	Barat Kiri	Barat Kanan	Utara Kanan			
1	Skenario 0	146	32	54	63	27	36	210.65	61.76	Diterima
2	Skenario 1	146	32	54	63	41	36	181.15	51.68	Diterima
3	Skenario 2	106	22	65	54	11	15	163.43	102.81	Tidak
4	Skenario 3	113	29	65	54	18	15	131.34	43.43	Diterima
5	Skenario 4	105	21	65	54	10	15	163.02	110.28	Tidak
6	Skenario 5	108	24	65	54	13	15	162.30	85.63	Tidak
7	Skenario 6	77	18	41	34	11	10	155.34	56.91	Tidak
8	Skenario 7	76	17	41	34	10	10	155.83	74.78	Tidak
9	Skenario 8	73	18	37	30	10	10	154.85	68.35	Tidak
10	Skenario 9	67	16	32	26	10	10	154.18	58.56	Tidak
11	Skenario 10	62	15	27	22	10	10	153.43	60.43	Tidak
12	Skenario 11	55	12	22	18	10	10	158.94	53.45	Diterima

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Hasil simulasi memperlihatkan bahwa Skenario 3 dengan panjang siklus 113 detik dipilih sebagai konfigurasi paling optimal karena menghasilkan tundaan rata-rata 43.43 detik/kendaraan, panjang antrian 131.34 meter, serta nilai GEH < 5 yang menunjukkan kesesuaian dengan kondisi aktual.

3. Optimalisasi Tanpa Fase *Early Cut*
 Optimalisasi waktu siklus tanpa *early cut* dilakukan sebagai pembandingan terhadap pendekatan sebelumnya. Penyesuaian *intergreen* (*amber* 3 detik dan *all red* 2 detik) diterapkan sebelum simulasi. Sebanyak 10 skenario diuji dengan variasi panjang siklus, pada Tabel 8.

Tabel 8.
Hasil Simulasi Tanpa Fase *Early Cut*

No	Percobaan	Waktu Siklus	Waktu Hijau			Antrian (m)	Tundaan (det)	GEH
			Timur	Barat	Utara			
1	Skenario 1	100	42	32	11	128.30	48.59	Diterima
2	Skenario 2	95	39	31	10	130.61	68.47	Diterima
3	Skenario 3	90	37	29	9	123.87	66.82	Diterima
4	Skenario 4	85	34	27	9	114.14	45.95	Diterima
5	Skenario 5	80	32	25	8	123.12	62.31	Diterima
6	Skenario 6	75	29	23	8	106.99	41.76	Diterima
7	Skenario 7	70	27	21	7	105.59	46.80	Diterima
8	Skenario 8	65	25	19	6	125.69	68.98	Diterima
9	Skenario 9	60	22	17	6	99.47	40.20	Diterima
10	Skenario 10	55	20	15	5	121.81	72.79	Diterima

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa Skenario 9 dengan waktu siklus 60 detik merupakan konfigurasi paling optimal, dengan distribusi waktu hijau 22 detik (timur), 17 detik (barat), dan 6 detik (utara). Skenario ini menghasilkan panjang antrian terendah (99.47 m) dan tundaan terkecil (40.20 detik/smp).

3.5 Perbandingan Kinerja Simpang

1. Perbandingan Optimalisasi Fase *Early Cut*

Hasil simulasi kondisi eksisting di Simpang Wisnu Murti menunjukkan kinerja yang sangat buruk (LOS F) dengan antrean maksimum 436.34 m dan tundaan hingga 110.36 detik pada pendekat timur. Optimalisasi dilakukan melalui penerapan fase *early cut* dengan 12 skenario simulasi menggunakan PTV Vissim. Skenario terbaik diperoleh pada siklus 113 detik dengan rata-rata antrean 131.34 m dan tundaan 43.43 detik/smp.

Tabel 9.
Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Optimalisasi Fase *Early Cut*

Pendekat	Eksisting		Rekomendasi Fase <i>Early Cut</i>	
	Antrian (m)	Tundaan (det)	Antrian (m)	Tundaan (det)
Utara	54.94	39.24	51.62	44.05
Timur	436.34	85.17	131.55	27.18
Barat	266.53	72.36	210.84	59.07

Pendekat	Eksisting		Rekomendasi Fase <i>Early Cut</i>	
	Antrian (m)	Tundaan (det)	Antrian (m)	Tundaan (det)
Rata-Rata Simpang	252.60	65.59	131.34	43.43

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dibandingkan kondisi eksisting, metode ini mampu menurunkan panjang antrean sebesar 69.9% dan tundaan 60.6%. Peningkatan signifikan pada pendekat timur menjadi bukti efektivitas *early cut* dalam mendistribusikan waktu hijau secara adaptif, meskipun terdapat sedikit peningkatan tundaan pada pendekat utara. Secara keseluruhan, strategi ini terbukti meningkatkan efisiensi operasional simpang dan relevan diterapkan pada simpang perkotaan dengan distribusi beban lalu lintas yang tidak seimbang.

2. Perbandingan Optimalisasi Fase Tanpa *Early Cut*

Optimalisasi pengaturan sinyal pada Simpang Wisnu Murti diuji melalui sepuluh skenario simulasi tanpa fase *early cut*. Penyesuaian dilakukan dengan mempertimbangkan waktu *intergreen* hasil analisis sebelumnya (waktu kuning 3 detik dan *all red* 2 detik).

Tabel 10.
Perbandingan Kinerja Eksisting dengan
Optimalisasi tanpa Fase *Early Cut*

Pendekat	Eksisting		Rekomendas Tanpa Fase <i>Early Cut</i>	
	Antrian (m)	Tundaan (det)	Antrian (m)	Tundaan (det)
Utara	54.94	39.24	84.95	73.63
Timur	436.34	85.17	95.05	17.82
Barat	266.53	72.36	118.41	29.15
Rata-Rata Simpang	252.60	65.59	99.47	40.20

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Hasil simulasi menunjukkan skenario terbaik terdapat pada siklus 60 detik (skenario 9) dengan rata-rata panjang antrean 99.47 m dan tundaan 40.20 detik/smp. Dibandingkan kondisi eksisting (252.60 m dan 65.59 detik/smp), skenario ini menurunkan antrean hingga 60.6% dan tundaan 38.7%. Meski demikian, metode tanpa *early cut* bersifat statis dan kurang adaptif terhadap fluktuasi arus lalu lintas, sehingga efektivitasnya

berpotensi menurun pada kondisi volume yang tidak seimbang.

3. Perbandingan *Level Of Service* (LOS) Berdasarkan hasil simulasi PTV Vissim terhadap tiga kondisi kondisi pengaturan simpang Wisnu Murti menunjukkan bahwa penerapan fase *early cut* lebih efektif dibandingkan kondisi eksisting maupun skenario tanpa *early cut*. Optimalisasi dengan fase *early cut* menurunkan tundaan rata-rata simpang dari 65.59 detik menjadi 43.43 detik serta panjang antrean dari 252.60 m menjadi 131.34 m, sehingga tingkat pelayanan meningkat dari LOS F menjadi LOS E. Secara khusus, pendekat timur yang semula terburuk (436.34 m; 85.17 det; LOS F) membaik signifikan menjadi 131.55 m; 27.18 det; LOS D. Pendekat barat juga menunjukkan perbaikan, sementara peningkatan tundaan pada pendekat utara masih dalam batas wajar akibat redistribusi waktu hijau.

Tabel 11.
Perbandingan Kinerja Semua Kondisi

Pendekat	Eksisting			Rekomendasi Fase <i>Early Cut</i>			Rekomendasi Tanpa Fase <i>Early Cut</i>		
	Antrian (m)	Tundaan (det)	LOS	Antrian (m)	Tundaan (det)	LOS	Antrian (m)	Tundaan (det)	LOS
Utara	54,94	39,24	D	51,62	44,05	E	84,95	73,63	F
Timur	436,34	85,17	F	131,55	27,18	D	95,05	17,82	C
Barat	266,53	72,36	F	210,84	59,07	E	118,41	29,15	D
Rata-Rata Simpang	252,60	65,59	F	131,34	43,43	E	99,47	40,20	E

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Meskipun skenario tanpa *early cut* menghasilkan nilai rata-rata lebih rendah (tundaan 40.20 detik dan antrean 99.47 m), distribusi kinerjanya tidak seimbang karena menyebabkan penurunan LOS pada pendekat utara LOS D menjadi LOS F. Hal ini menegaskan bahwa strategi *early cut* lebih unggul secara operasional karena

memberikan pemerataan kinerja antar pendekat serta fleksibilitas dalam menghadapi variasi arus lalu lintas. Dengan demikian, penerapan fase *early cut* direkomendasikan sebagai strategi pengaturan sinyal yang paling sesuai untuk peningkatan kinerja lalu lintas di Simpang Wisnu Murti.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja simpang bersinyal dengan pendekatan PKJI 2023 dan PTV Vissim pada Simpang Wisnu Murti Kabupaten Tabanan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja dan tingkat pelayanan eksisting pada Simpang Wisnu Murti menggunakan metode PKJI 2023 menunjukkan kondisi lalu lintas yang sangat buruk khususnya pada jam puncak sore. Nilai Derajat kejenuhan (Dj) tertinggi terdapat pada pendekat timur sebesar 1.37 dengan tundaan rata-rata simpang mencapai 120.9 detik/smp. Berdasarkan klasifikasi *Level of Service* (LOS) simpang ini berada pada kategori LOS F, yang menandakan kemacetan berat dan pelayanan lalu lintas sangat rendah. Panjang antrian tertinggi tercatat pada pendekat barat sebesar 271.59 meter.
2. Pemodelan kinerja dan tingkat pelayanan eksisting Simpang Wisnu Murti menggunakan perangkat lunak PTV Vissim menunjukkan bahwa pendekat timur (Jl. Ahmad Yani III) memiliki kinerja terburuk dengan panjang antrian mencapai 436.34 meter dan tundaan sebesar 85.17 detik/smp. Pendekat barat (Jl. Dr. Ir. Soekarno) mencatat panjang antrian 266.53 meter dengan tundaan 72.36 detik/smp, sedangkan pendekat utara (Jl. Ngurah Rai) memiliki panjang antrian 54.94 meter dan tundaan 39.24 detik/smp. Mengacu pada klasifikasi Tingkat Pelayanan menunjukkan kinerja simpang tergolong dalam *Level of Service* (LOS) yaitu F yang menunjukkan bahwa pengaturan lalu lintas eksisting belum optimal.
3. Kinerja simpang setelah dilakukan rekomendasi pada Simpang Wisnu Murti guna meningkatkan efisiensi lalu lintas menunjukkan bahwa pendekatan fase *early cut* merupakan strategi pengaturan sinyal yang paling sesuai

untuk diterapkan. Pada skenario terbaik, optimalisasi *early cut* memiliki waktu siklus sebesar 113 detik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu menurunkan panjang antrian rata-rata hingga 69.9% dan mengurangi tundaan rata-rata sebesar 60.6% dibandingkan kondisi eksisting. Secara spesifik pendekat timur yang sebelumnya mengalami antrean sepanjang 436.34 meter dan tundaan 85.17 detik/smp berhasil diperbaiki menjadi 131.55 meter dan 27.18 detik/smp sehingga penerapan fase *early cut* meningkatkan kinerja lalu lintas simpang secara keseluruhan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. I. C., Lefrandt, L. I. R., & Rompis, S. Y. R. (2023). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI dan Metode PTV VISSIM (Studi Kasus Jl. Sam Ratulangi – Jl. Babe Palar, Kota Manado). *TEKNO, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi*, 21(83), 67–77.
- Atmajaya, A. B., Devi, K. W., & Mardikawati, B. (2024). Pengaruh Geometri dan Konfigurasi Sinyal terhadap Kinerja Simpang dengan Pendekatan PKJI 2023 dan PTV Vissim. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 13(1), 1–10.
- Atmajaya, A. B., Hidayat, D. W., Suartawan, P. E. S., & Bawa, I. K. A. (2023). Evaluasi Efektivitas Pengaturan Sinyal pada Simpang 5 Balapan untuk Meningkatkan Kinerja Simpang dengan Pendekatan PKJI 2023 dan VISSIM. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 2(10), 90–101.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2024a). *Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin (ribu) di Kabupaten Tabanan, 2024*. Badan Pusat Statistik Kabupaten

- Tabanan.
<https://tabanankab.bps.go.id/id/statistics-table/3/population-by-age-groups-and-sex--thousand--in-tabanan-regency--2024.html>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. (2024b). *Luas Daerah dan Jumlah Pulau Menurut Kecamatan di Kabupaten Tabanan, 2024*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Tabanan. <https://tabanankab.bps.go.id/id/statistics-table/3/luas-daerah-dan-jumlah-pulau-menurut-kecamatan-di-kabupaten-tabanan.html?year=2023>
- Budiman, A., Intari, D. E., & Sianturi, L. (2016). Analisis Kapasitas Dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Palima. *Jurnal Fondasi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa* |, 5(1), 69–78.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Halim, H., Mustari, I., Ala, P., & Kissan. (2021). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal dengan Menggunakan Mikrosimulasi VISSIM. *Prosiding 5th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2021*, 81–86.
- Hendratma, D., Sriastuti, D. A. N., & Eryani, I. G. A. P. (2024). Evaluasi Perencanaan Pengendalian Simpang pada Simpang Bersinyal Jl. Sunset Road – Jl. Iman Bonjol, Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Teknik Gradien, Universitas Warmadewa*, 16(01), 36–45.
- Indrian, A. S., Sebayang, N., & Erfan, M. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 dan Software VISSIM 11 pada Simpang W. R. Supratman Kota Malang. *Student Journal GELAGAR, Program Studi Teknik Sipil S1, ITN Malang*, 4(2), 236–246.
- Kementerian Perhubungan. (2015). *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*.
- Lailiyah, H., Burhamtoro, & Marjono. (2024). Evaluasi Simpang Tiga Bersinyal Menggunakan PKJI 2023 Pada Jalan Irian Jaya – Raya Mojowarno – Ngoro Jombang Kabupaten Jombang. *JOS-MRK, Politeknik Negeri Malang*, 5(1), 110–115.
- Majdina, N. I., Pratikno, B., & Tripena, A. (2024). Penentuan ukuran sampel menggunakan rumus *Bernoulli* dan *Slovin*: Konsep dan aplikasinya. 16(1).
- Mamu, I., Kadir, Y., & Patuti, I. M. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan J. A. Katili – Jalan Tondano – Jalan Madura dengan Metode PKJI. *Composite Journal, Universitas Negeri Gorontalo*, 1(1), 9–16.
- Nadia, S., Rokhmawati, A., & Rahmawati, A. (2022). Studi Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Kebonagung Kota Pasuruan dengan Menggunakan Metode PKJI 2014 dan Software VISSIM. *Jurnal Rekayasa Sipil, Universitas Merdeka Pasuruan*, 12(1), 27–34.
- Planung, P. T. V, Verkehr, T., & Copyright, G. (2025). *What 's new in PTV Vissim / Viswalk 2025*.
- Prasetyoningrum, W. I., Warsito, & Bakhtiar, A. (2024). Evaluasi Simpang Bersinyal L.A. Sucipto Kecamatan Blimbing Kota Malang dengan Menggunakan Aplikasi VISSIM. *Jurnal Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang*, 14(1), 701–710.
- Prima, G. R., Herlina, N., & Arif, I. Z. (2022). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan PTV VISSIM (Studi Kasus Simpang Gunung Sabeulah Kota Tasikmalaya). *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Siliwangi*, 12(2), 154–163.
- PTV Group. (2018). *PTV Vissim 11 User Manual*.

- Putri, L. C., Rahardjo, B., & Pranoto, P. (2024). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Hasyim Asyari – Jl. Imam Bonjol – dan Jl. Mastrip Kab. Bojonegoro). *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, 4(4), 1–9.
- Ramzy, M., Rahardjo, B., & Supriyanto, B. (2024). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Malang Menggunakan PKJI 2023 (Studi Kasus: Simpang Dieng Malang). *Jurnal Inovasi Teknologi dan Edukasi Teknik, Universitas Negeri Malang*, 4(7).
- Ratag, D. E. K., Kumaat, M., & Rompis, S. Y. R. (2022). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Perangkat Lunak PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Bersinyal Patung Kuda Paal 2). *TEKNO, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi*, 20(82), 917–926.
- Saputra, R. M. (2014). Analisis Perencanaan Penerapan Area Traffic Control System di Kota Pangkal Pinang. *Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya*, 2(3), 350–356.
- Sirajaya, R. D., Donny, M. S., & Rahayu, Y. E. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Dr. Ir. H. Soekarno - Jl. Mulyorejo Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Widya Kartika*, 3(1), 352–359.
- Wardani, A. A. . M. C., Indriani, M. N., & Saputra, I. N. M. (2018). Evaluasi Kinerja dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Kediri Kabupaten Tabanan). *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia*, 011(2), 57–68.



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)