

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGUNAKAN PROGRAM SIDRA INTERSECTION 8.0 (Studi Kasus: Simpang Tlogomas Malang)

Mohamad Fahrizal Khresna Madani¹ dan Bambang Supriyanto^{1*}

¹*Teknik Sipil, Universitas Negeri Malang*

Email Corresponding: bambang.supriyanto.ft@um.ac.id

Abstrak: Persimpangan merupakan bagian penting dalam sistem transportasi perkotaan, termasuk Simpang Tlogomas pada Jembatan Tunggulmas di Kota Malang yang sering mengalami volume arus lalu lintas yang padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang, mengidentifikasi alternatif solusi yang tepat, dan memprediksi kinerja solusi alternatif untuk lima tahun ke depan menggunakan Sidra Intersection 8.0. PKJI 2023 digunakan sebagai pedoman untuk menganalisis kondisi eksisting simpang Tlogomas. Hasil penelitian (1) Analisis kinerja simpang Tlogomas saat ini menunjukkan bahwa pada hari Selasa, 21 Mei 2024, pada jam puncak, tercatat derajat kejenuhan tertinggi mencapai 2,161. Hal ini menghasilkan tundaan rata-rata simpang sebesar 70,9 det/SMP, yang masuk dalam kategori tingkat pelayanan E (buruk). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis untuk mencari alternatif solusi menggunakan Sidra Intersection 8.0. (2) Alternatif solusi terbaik yang dapat diterapkan melibatkan pelarangan belok kanan pada pendekat utara, serta perubahan dari 3 fase menjadi 2 fase. Implementasi solusi ini menghasilkan tingkat pelayanan B (baik) dengan nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 17,5 det/SMP. (3) Analisis perkiraan kinerja alternatif solusi untuk lima tahun ke depan menggunakan fitur Design Life Analysis pada Sidra Intersection 8.0 mengindikasikan bahwa kinerja simpang Tlogomas cenderung mengalami penurunan. Pada tahun 2029, perkiraan menunjukkan tingkat pelayanan simpang turun menjadi C (sedang), dengan nilai tundaan rata-rata simpang mencapai 30,5 det/SMP.

Kata kunci: kinerja simpang, simpang bersinyal, sidra intersection 8.0, simpang tlogomas

Abstract: The intersection is a crucial component of the urban transportation system, including the Tlogomas Intersection at the Tunggulmas Bridge in Malang City, which frequently experiences high traffic volumes. This study aims to evaluate the performance of the intersection, identify appropriate alternative solutions, and predict the performance of these solutions over the next five years using Sidra Intersection 8.0. The PKJI 2023 guidelines were utilized to analyze the current conditions of the Tlogomas Intersection. The results of the study are as follows: (1) The performance analysis of the Tlogomas Intersection on Tuesday, May 21, 2024, during peak hours, recorded a maximum degree of saturation of 2.161. This resulted in an average intersection delay of 70.9 seconds/PCU, which falls into the Level of Service (LOS) E (poor) category. Therefore, an analysis to find alternative solutions using Sidra Intersection 8.0 was conducted. (2) The best alternative solution involves prohibiting right turns at the northern approach and reducing the signal phases from three to two. Implementing this solution would result in an LOS B (good) with an average intersection delay of 17.5 seconds/PCU. (3) A projected performance analysis of the alternative solution for the next five years using the Design Life Analysis feature in Sidra Intersection 8.0 indicates a decline in the performance of the Tlogomas Intersection. By 2029, it is expected that the intersection's LOS will degrade to C (fair), with an average delay of 30.5 seconds/PCU.

Keywords: intersection performance, signalized intersection, sidra intersection 8.0, tlogomas intersection

PENDAHULUAN

Sektor pariwisata di Kota Malang terus mengalami pertumbuhan setiap tahunnya, tercermin dari berbagai aspek seperti pertumbuhan penduduk, ekonomi, strata sosial, infrastruktur, pendidikan, dan transportasi (Saputra, 2023). Data dari (Badan Statistik Kota Malang, 2023) menunjukkan peningkatan jumlah penduduk, yang meningkat dari -0,39% menjadi 0,13% pada 2021 dan 0,14% pada 2022, setara dengan sekitar 1.193 penduduk baru setiap tahunnya. Pada 2022, penduduk Kota Malang mencapai 841.126 jiwa, sementara jumlah kendaraan bermotor mencapai 443.907, termasuk 89.559 kendaraan penumpang, 872

bus, 5.334 truk, dan 348.142 sepeda motor. Panjang total jalan mencapai 1.251,24 kilometer, menyebabkan masalah kemacetan yang umum di kota-kota besar.

Persimpangan jalan, baik bersinyal maupun tak bersinyal, seringkali menjadi titik rawan dalam lalu lintas. Ditemukan beberapa masalah utama yang dapat mempengaruhi arus lalu lintas. Masalah-masalah tersebut meliputi kemacetan akibat pengaturan lalu lintas yang kurang efektif, konflik antar pengendara yang berpotensi menyebabkan kecelakaan, ketidaksesuaian kapasitas simpang dengan volume lalu lintas, dan ketidaksesuaian geometri jalan pada simpang dengan jenis kendaraan yang melintas (Kusprasetyo, 2023; Nindita, 2020).

Berdasarkan laporan dari Radar Malang Jawa Pos Tahun 2024, Jembatan Tunggulmas yang diresmikan oleh Pemerintah Kota Malang pada 24 Februari 2022, sebagai penghubung antara Jalan Saxophone dan Jalan Tlogomas, malah menimbulkan masalah kemacetan baru di Jalan Raya Tlogomas–Batu. Lokasinya yang dekat dengan pusat aktivitas masyarakat, terutama saat jam sibuk, menyebabkan penumpukan kendaraan yang signifikan. Kepadatan lalu lintas, antrian, dan penundaan berkontribusi pada peningkatan kepadatan lalu lintas di persimpangan tersebut (Putra, 2024).

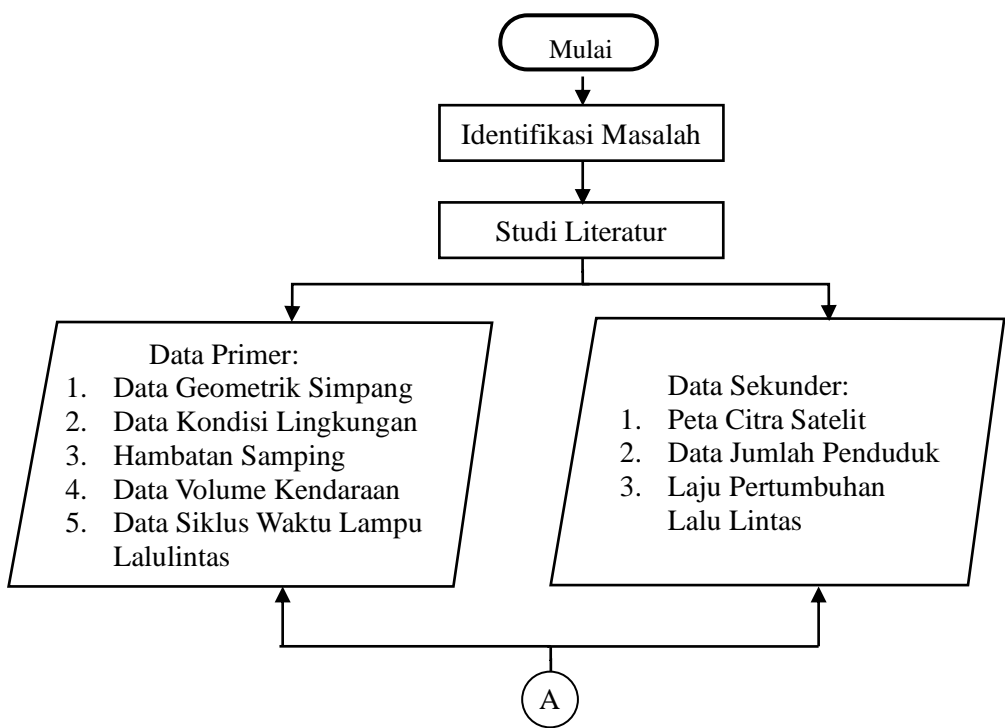
Kinerja simpang merupakan faktor utama dalam menentukan strategi penanganan yang tepat untuk meningkatkan fungsinya. Parameter evaluasi kinerja simpang meliputi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian (Halawa, 2023; Prananda, 2023). Kecepatan kendaraan dalam melewati suatu jalan adalah indikator penting dalam menilai kinerja jalan. Hal ini menegaskan bahwa kecepatan kendaraan menjadi faktor yang objektif dan dapat diukur untuk mengevaluasi kinerja jalan dengan lebih akurat (Permenhub No. 96 Tahun 2015, n.d.).

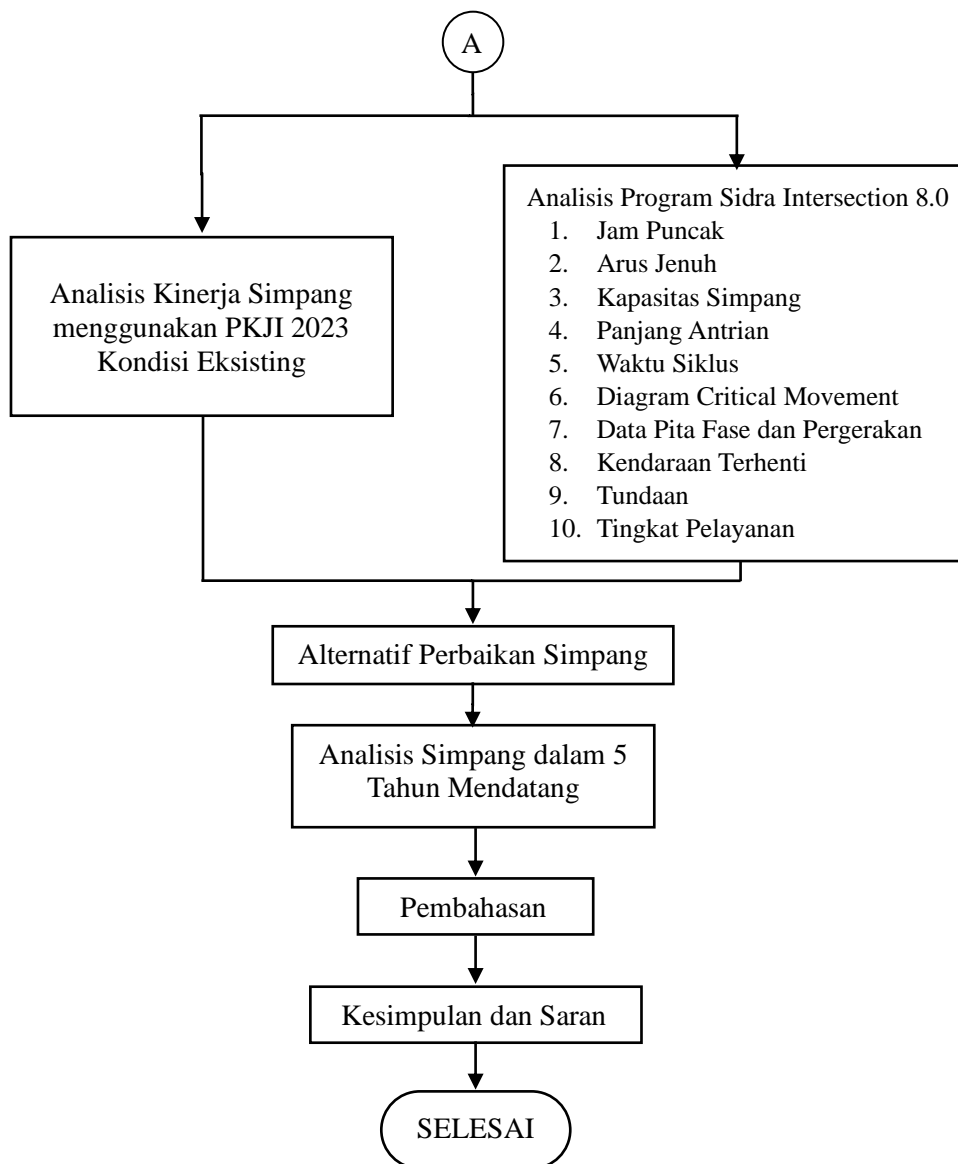
Dari uraian masalah tersebut, disimpulkan bahwa peningkatan efisiensi pengaturan waktu sinyal lalu lintas diperlukan untuk mengurangi kemacetan di Kota Malang, di mana opsi perluasan jalan tidak dapat diterapkan karena bangunan milik masyarakat yang berdekatan dengan jalan. Meskipun pemerintah Kota Malang telah mengusulkan penggunaan lampu lalu lintas sebagai alternatif, sistem pengaturan yang saat ini beroperasi belum cukup efektif, terutama pada jam-jam sibuk (Dobrota et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian akan fokus pada evaluasi kinerja pada simpang Jl. Raya Tlogomas–Jembatan Tunggulmas Kota Malang menggunakan program Sidra Intersection 8.0, dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023).

METODE

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menjelaskan alur yang akan diambil dalam penelitian ini. Urutan rancangan penelitian dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Garis besar skema rancangan penelitian ditunjukkan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 2. Adapun waktu penelitian ini dilaksanakan selama 4 hari, yang terbagi menjadi dua hari kerja (Senin dan Selasa) dan dua hari libur (Sabtu dan Minggu). Setiap hari, survei berlangsung selama 9 jam pada jam-jam sibuk kemacetan, yaitu pagi (06.00–09.00 WIB), siang (11.00–14.00 WIB), dan sore (16.00–19.00 WIB) dengan total akhir survei 36 jam.

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, diperlukan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan, sementara data sekunder diperoleh melalui permintaan informasi atau data kepada instansi pemerintah terkait (Indriani et al., 2023).

Data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan, yang melibatkan pengumpulan data secara langsung oleh peneliti (Ilbeigi et al., 2023). Survei ini dapat melibatkan penggunaan instrumen dan teknik pengumpulan data tertentu, seperti wawancara, observasi, atau pengukuran (Jailani, 2023). Observasi digunakan dalam rangka mendapatkan data primer berupa data geometrik jalan, volume kendaraan, kecepatan kendaraan, siklus waktu lampu lalu lintas dan hambatan samping.

Di sisi lain, data sekunder adalah data yang telah ada sebelumnya dan diperoleh dari sumber-sumber lain (Yasin et al., 2024). Data sekunder ini diperoleh dengan meminta informasi atau data dari instansi-instansi pemerintah yang terkait dengan topik penelitian (Dini, 2021). Data yang dibutuhkan berupa Peta citra satelit dan data jumlah kendaraan motor dan pertumbuhan jalan di Kota Malang

Dengan menggabungkan data primer dan data sekunder, peneliti dapat memperoleh informasi yang komprehensif dan mendalam untuk analisis dan pemahaman yang lebih baik terkait topik penelitian (Spearing et al., 2022).

Analisis data

Prosedur perhitungan yang digunakan untuk menganalisis kondisi persimpangan saat ini mengacu pada metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023), terutama terkait persimpangan bersinyal. Selain itu, digunakan juga perangkat lunak Sidra Intersection 8.0 untuk memudahkan pengolahan data. Data tersebut akan diolah menggunakan Microsoft Excel dan Sidra Intersection 8.0, lalu disajikan dalam bentuk tabel sesuai format PKJI 2023.

HASIL

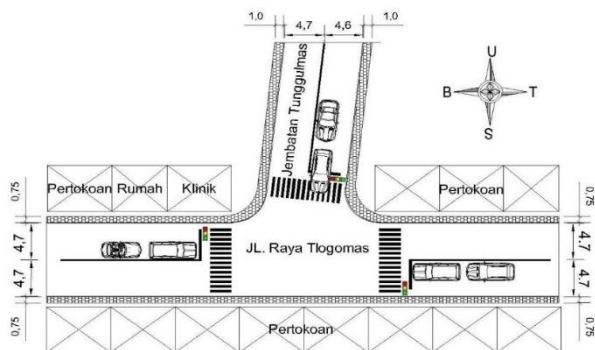
Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Analisis adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengamati dan mendeskripsikan suatu masalah, kemudian mengorganisasi kembali beberapa masalah tersebut agar dapat dipelajari atau diteliti secara mendalam. Berikut ini adalah hasil analisis kondisi eksisting simpang berdasarkan survei lapangan yang telah dilakukan di Simpang Tiga bersinyal di JL. Raya Tlogomas–Jembatan Tunggulmas sesuai dengan PKJI 2023.

1) Kondisi Geometrik Eksisting

Penelitian dilakukan di simpang tiga APILL, yang merupakan salah satu jalan kolektor primer kota, berlokasi di Jl. Tlogomas-Jembatan Tunggulmas, Kota Malang. Kondisi geometrik di sekitar persimpangan ini didominasi oleh pertokoan, rumah makan, klinik, dan rumah sakit, yang menyebabkan tingginya aktivitas masyarakat di area tersebut. Kondisi persimpangan ini digambarkan pada Gambar 2 dan Tabel 1.

Gambar 2. Kondisi Geometrik Simpang Tiga Bersinyal JL. Raya Tlogomas



Tabel 1. Rekapitulasi Kondisi Eksisting Geometrik Simpang Dieng

Lengan Persimpangan	Jl Raya Tlogomas (Timur)	Jembatan Tunggulmas	Jl. Raya Tlogomas (Barat)
Tipe Lingkungan	Komersial	Akses Terbatas	Komersial
Lebar Pendekat L (m)	4.7	4.6	4.7
Lebar Masuk L_M (m)	4.7	4.6	4.7
Lebar Keluar L_K (m)	4.7	4.6	4.7

Sumber: (Peneliti, 2024)

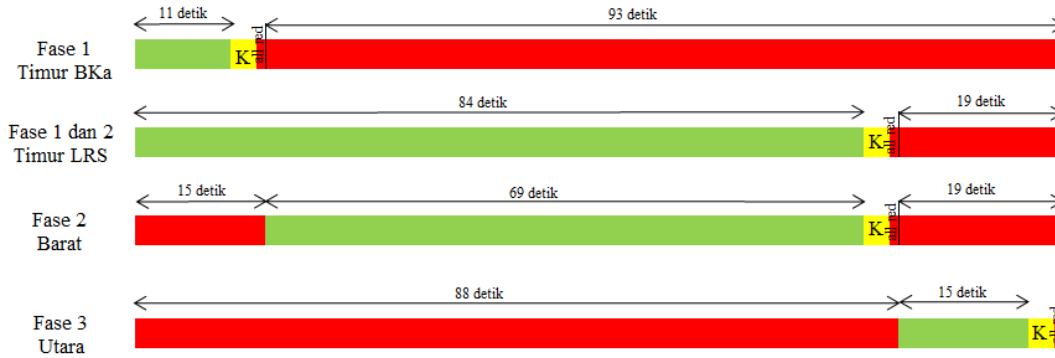
2) Waktu Siklus

Data operasional lalu lintas mencakup waktu siklus dan waktu hijau yang diperoleh dari pengamatan lapangan. Sesuai dengan ketentuan PKJI 2023, jumlah fase maksimal pada simpang tiga adalah tiga fase. Operasional lampu lalu lintas pada simpang ini diuraikan dalam Tabel 2 dan dijelaskan melalui Gambar 3 yang menunjukkan urutan perubahan isyarat pada simpang tersebut.

Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Siklus pada Simpang

Jalan	Sinyal			Jumlah Waktu Sinyal
	Hijau	Kuning	Merah	
Tlogomas Timur (BKa)	11	3	93	107
Tlogomas Timur (LRS)	84	3	20	107
Tlogomas Barat	69	3	35	107
Jembatan Tunggulmas	15	3	89	107

Sumber: (Peneliti, 2024)



Gambar 3. Urutan Waktu Menyala pada Simpang APILL

3) Data Arus Lalu Lintas

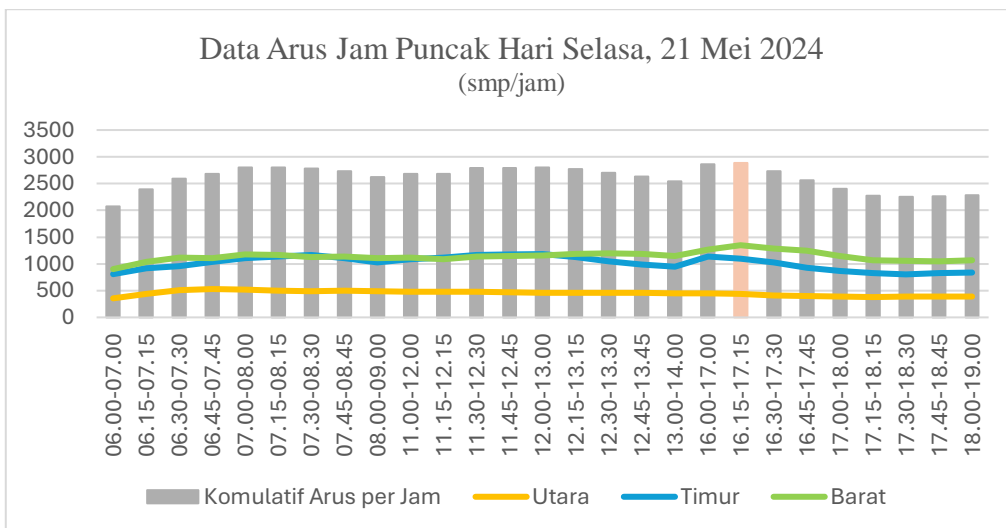
Dari penelitian yang dilakukan selama empat hari, yaitu dari Sabtu hingga Senin, didapatkan bahwa jam puncak di simpang tiga APILL terjadi pada hari Selasa, 21 Mei 2024, dengan total volume 8,13 kend/jam pada pukul 16.15-17.15 WIB. Selanjutnya, total volume kendaraan yang tercatat pada Tabel 3 dikalikan dengan nilai ekuivalen mobil penumpang (EMP) untuk setiap jenis kendaraan, sehingga diperoleh nilai arus lalu lintas sebesar 2884,8 SMP/jam.

Tabel 3. Arus Simpang Tiga APILL Kondisi Eksisting pada Jam Puncak

Kode Pendekat	arah	kend/jam			Total	
		MP	KB	SM	SMP/jam	
Utara	Bki/BkiJT	112	3	710	224.4	439.7
	BKa	117	1	660	217.3	
Timur	LRS	659	11	1703	928.75	1096.9
	BKa	94	3	468	168.1	
Barat	Bki/BkiJT	117	4	776	238.6	1348.3
	LRS	803	20	1871	1109.65	
Total					3377.0	

Sumber: (Peneliti, 2024)

Kondisi arus lalu lintas di simpang tiga APILL Jl. Raya Tlogomas (timur) adalah sebesar 1096,9 SMP/jam, di Jl. Raya Tlogomas (barat) sebesar 1348,3 SMP/jam, dan di Jembatan Tunggulmas (utara) sebesar 439,7 SMP/jam. Kondisi arus lalu lintas berdasarkan jam puncak ini dapat dilihat pada grafik di Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Volume Kendaraan pada Jam Puncak (SMP/Jam)

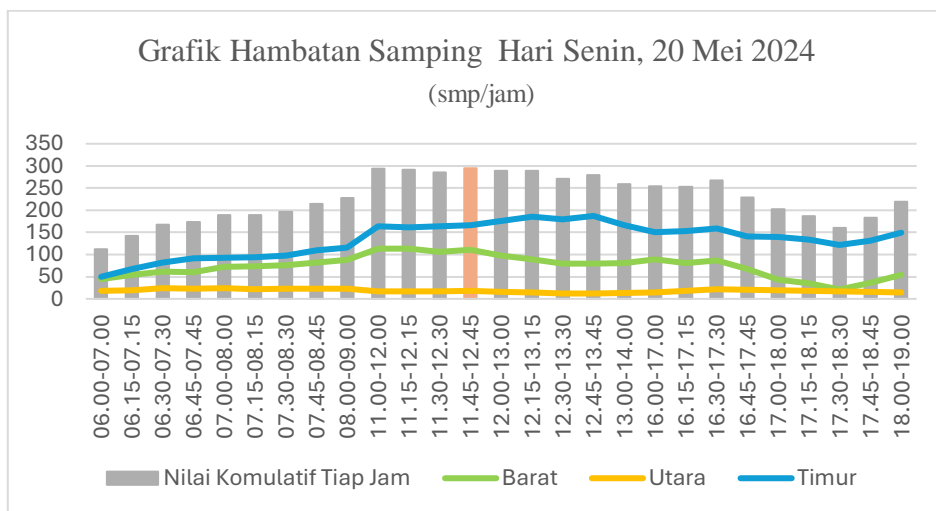
4) Data Hambatan Samping

Frekuensi hambatan samping tertinggi terjadi pada hari Senin, 20 Mei 2024, pukul 11.45-12.45 WIB. Data frekuensi yang diperoleh akan dikalikan dengan bobot yang telah ditentukan untuk masing-masing jenis hambatan samping sesuai dengan ketentuan PKJI 2023. Kondisi hambatan samping di simpang Dieng ditunjukkan pada Tabel 4 dan grafik pada Gambar 5 yang menggambarkan jam puncak dari hambatan samping di simpang Dieng.

Tabel 4. Kategori Hambatan Samping pada Simpang APILL

Pendekat	Kendaraan masuk+keluar	Kendaraan berhenti	Kendaraan Lambat	Pejalan Kaki	Total	Kategori
Jembatan Tunggulmas (Utara)	12.6	2	2	1	17.6	Rendah
Jl. Raya Tlogomas (Timur)	127.4	32	0	7	166.4	Sangat Rendah
Jl. Raya Tlogomas (Barat)	86.8	12	0.4	11.5	110.7	Rendah

Sumber: (Peneliti, 2024)



Gambar 5. Grafik Hambatan Samping pada Jam Puncak (SMP/Jam)

5) Hasil Perhitungan Kinerja Simpang Eksisting Berdasarkan PKJI 2023

Dari proses analisis dan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan PKJI 2023, diperoleh hasil data kinerja simpang untuk kondisi eksisting. Ringkasan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Ringkasan Perhitungan Simpang menggunakan PKJI 2023

Kode Pendekat	Arus lalu lintas (q) SMP/jam	Derajat kejenuhan (DJ)	Kapasitas (C) SMP/jam	Panjang Antrian (PA) m	Tundaan simpang rata-rata det/SMP	Tingkat Pelayanan
Utara	439.7	0.917	479.49	115.9	51.106	D
Timur LRS	928.75	0.997	931.83	221.5		
Timur BKa	168.1	0.917	183.31	61.5		
Barat	1348.25	0.917	1470.27	262.9		

Sumber: (Peneliti, 2024)

6) Hasil Perhitungan Kinerja Simpang Eksisting Berdasarkan Sidra Intersection 8.0

Proses analisis dan perhitungan juga dilakukan menggunakan Sidra Intersection, diperoleh hasil data kinerja simpang untuk kondisi eksisting pada jam puncak. Ringkasan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Ringkasan Perhitungan Simpang menggunakan Sidra Intersection 8.0

Kode Pendekat	Arus lalu lintas (q)	Derajat kejenuhan (DJ)	Kapasitas (C)	Panjang Antrian (PA)	Tundaan simpang rata-rata	Tingkat Pelayanan
	Kend/jam		Kend/jam	m	det/SMP	
Utara	819	0.963	851	180.9	70.9	E
Timur LRS	2498	0.770	3242	316.3		
Timur BKa	595	2.161	275	330.7		
Barat	2836	1.107	2561	893.5		

Sumber: (Peneliti, 2024)

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan PKJI 2023 dan Sidra Intersection 8.0, kinerja Simpang Tlogomas pada kondisi saat ini sudah tidak memenuhi standar. Simpang Tlogomas mengalami kejenuhan dengan nilai tundaan rata-rata pada PKJI 2023 sebesar 51,106 det/SMP dan pada Sidra Intersection 8.0 sebesar 70.9 det/SMP. Tingkat pelayanan pada jam puncak kedua perhitungan analisis yaitu “D” untuk PKJI 2023 dan “E” untuk Sidra Intersection 8.0, yang berarti sangat buruk. Dikarenakan tingkat pelayanan belum memenuhi persyaratan sesuai HCM 2000. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif untuk memperbaiki kinerja simpang pada kondisi saat ini.

Alternatif Solusi Simpang Tlogomas Menggunakan Sidra Intersection 8.0

Dalam perhitungan solusi alternatif, terdapat tiga alternatif solusi yang direncanakan. Hasil analisis perhitungan untuk alternatif solusi tersebut dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Analisis Alternatif Solusi Kinerja Simpang menggunakan Sidra Intersection 8.0

Kode Pendekat	Arus lalu lintas (q)	Derajat kejenuhan (DJ)	Kapasitas (C)	Panjang Antrian (PA)	Tundaan simpang rata-rata	Tingkat Pelayanan
	Kend/jam		Kend/jam	m	det/SMP	
Pengoptimalan waktu sinyal						
Utara	819	1.135	721	150.3	76.8	E
Timur LRS	2498	0.838	2981	205.7		
Timur BKa	595	1.336	445	161.5		
Barat	2836	1.335	2124	881.9		
Penambahan lebar pendekat dan Pengoptimalan waktu sinyal						
Utara	819	1.111	737	142.1	71.3	E
Timur LRS	2498	0.818	3054	195.5		
Timur BKa	595	1.336	445	161.5		
Barat	2836	1.303	2177	841.5		
Pelarangan belok kanan dan perubahan menjadi 2 fase						
Utara	819	0.973	842	100.4	17.5	B
Timur	3093	0.509	6077	73.5		
Barat	2836	1.030	2754	453.1		

Sumber: (Peneliti, 2024)

Perkiraan Alternatif Solusi Kinerja Simpang untuk Lima Tahun yang Akan Datang

Analisis kinerja untuk lima tahun ke depan pada alternatif solusi kinerja simpang bertujuan untuk menilai kemampuan simpang dalam melayani arus lalu lintas kendaraan bermotor yang terus meningkat setiap tahunnya. Pada perhitungan analisis berikut menggunakan fitur yang telah disediakan oleh aplikasi

Sidra Intersection 8.0 yaitu *Design Life Analysis (Final Year)* untuk waktu yang telah ditentukan pada lima tahun mendatang

Alternatif solusi yang akan dianalisis untuk perkiraan kinerja lima tahun ke depan adalah alternatif solusi yang telah mencapai target minimal tingkat pelayanan C (sedang). Solusi yang memenuhi target tersebut adalah alternatif solusi ke-3. Rekapitulasi analisis alternatif solusi ke-3 untuk kinerja simpang dalam lima tahun ke depan dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Rekapitulasi Alternatif Solusi ke-3 Kinerja Simpang untuk 5 Tahun Mendatang

Kode Pendekat	Arus lalu lintas (q) Kend/jam	Derajat kejenuhan (DJ)	Kapasitas (C) Kend/jam	Panjang Antrian (PA) m	Tundaan simpang rata-rata det/SMP	Tingkat Pelayanan
Utara	901	0.977	922	270.4		
Timur	3402	0.494	6887	174.8	30.5	C
Barat	3119	0.999	3121	1107.2		

Sumber: (Peneliti, 2024)

PEMBAHASAN

Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Pembahasan berikut akan meninjau hasil analisis kinerja eksisting Simpang Tlogomas menggunakan PKJI 2023 dan Sidra Intersection 8.0, yang menunjukkan bahwa simpang tersebut sudah tidak layak. Arus lalu lintas tertinggi tercatat pada hari Selasa, 21 Mei 2024, pada jam puncak pukul 16.15-17.15WIB.

1) Derajat Kejenuhan

Berdasarkan PKJI 2023, jika nilai derajat kejenuhan (DJ) suatu simpang bersinyal $\leq 0,85$, maka kinerja simpang tersebut masih layak untuk digunakan. Sebaliknya, jika $DJ > 0,85$, maka diperlukan perbaikan kinerja atau perubahan desain. Hasil analisis kondisi eksisting Simpang Tlogomas menunjukkan bahwa pada semua pendekat, nilai $DJ > 0,85$. Derajat kejenuhan tertinggi menurut perhitungan PKJI 2023 terdapat pada pendekat timur LRS dengan nilai DJ sebesar 0,997, sedangkan menurut Sidra Intersection 8.0, nilai DJ tertinggi terdapat pada pendekat timur BKA dengan nilai DJ sebesar 2,161. Perbedaan hasil perhitungan tersebut disebabkan oleh konsep metode yang berbeda, di mana Sidra Intersection 8.0 mengacu pada ARR123 (Nasution, 2022), dimana analisis lalu lintas pada Sidra secara mendetail *line by line analyze* (Fatmawati and Ain, 2021).

Pada pengamatan langsung, waktu siklus Simpang Tlogomas sudah melebihi waktu siklus efektif maksimal untuk tiga fase sesuai ketentuan PKJI 2023, yaitu 100 detik. Waktu siklus eksisting di Simpang Tlogomas adalah 107 detik, dengan distribusi waktu hijau sebagai berikut: pendekat utara 15 detik, pendekat barat 69 detik, dan pendekat timur 11 detik, serta waktu antar hijau pada masing-masing pendekat selama 4 detik. Waktu siklus ini menghasilkan arus lalu lintas terbesar pada pendekat timur LRS sebanyak 928,75 SMP/jam, dengan kapasitas pelayanan sebesar 931,83 SMP/jam menurut perhitungan PKJI 2023. Sementara itu, pada pendekat timur BKA, arus lalu lintas tercatat sebanyak 595 Kend/jam, yang melebihi kapasitas pelayanan sebesar 275 Kend/jam menurut perhitungan Sidra Intersection 8.0. Perbedaan waktu siklus yang melebihi batas ketentuan dari PKJI 2023 menyebabkan kapasitas simpang tidak mampu melayani arus kendaraan yang melintas.

2) Panjang Antrian

Hasil analisis dari kedua perhitungan kondisi eksisting Simpang Tlogomas menunjukkan bahwa panjang antrian terpanjang berada pada pendekat barat dengan panjang 262,9 meter menurut PKJI 2023 dan 893,5 meter menurut Sidra Intersection 8.0. Panjang antrian dipengaruhi oleh arus lalu lintas, derajat kejenuhan, dan kapasitas simpang dalam melayani arus kendaraan.

Dalam penelitian penulis, perhitungan analisis kinerja kondisi eksisting menunjukkan bahwa nilai kapasitas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dibandingkan dengan jumlah arus lalu lintas, atau yang mendekati nilai arus lalu lintas, akan menyebabkan panjang antrian semakin tinggi..

3) Tingkat Pelayanan (*Level of Service/LOS*)

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting Simpang Tlogomas, nilai tundaan rata-rata simpang mencapai 51,106 det/SMP menurut PKJI 2023 dan 70,9 det/SMP menurut Sidra Intersection 8.0. Nilai ini mengindikasikan bahwa simpang tersebut masuk dalam kategori tingkat pelayanan D (kurang) untuk PKJI

2023 dan E (buruk) untuk Sidra Intersection 8.0. Perbedaan hasil perhitungan antara kedua metode ini, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, disebabkan karena Sidra Intersection 8.0 mengacu pada ARR123.

Pada PKJI 2023, tundaan rata-rata simpang dipengaruhi oleh tundaan total pada setiap pendekat, yang terdiri dari tundaan lalu lintas (TLL) akibat interaksi arus lalu lintas dari arah berlawanan dan tundaan geometrik (TG) akibat perlambatan arus kendaraan yang membelok di simpang. Nilai TLL tertinggi dalam penelitian penulis terjadi pada pendekat timur BKa sebesar 121,50 det/SMP dengan nilai TG sebesar 3,4 det/SMP, menghasilkan nilai tundaan rata-rata 124,9 det/SMP. Nilai tundaan total yang tinggi ini dipengaruhi oleh nilai DJ yang tinggi dan kapasitas (C) yang juga tinggi, hal yang serupa terjadi pada hasil Sidra Intersection 8.0.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa arus lalu lintas di Simpang Tlogomas sudah tidak memadai, dengan kondisi simpang yang terlampaui jenuh dan nilai DJ tertinggi mencapai 0,997 pada PKJI 2023 dan 2,161 pada Sidra Intersection 8.0. Panjang antrian tertinggi mencapai 262,9 meter pada PKJI 2023 dan 893,5 meter pada Sidra Intersection 8.0. Dengan nilai tundaan rata-rata 51,106 det/SMP pada PKJI 2023 dan 70,9 det/SMP pada Sidra Intersection 8.0, diperlukan solusi alternatif untuk memperbaiki kinerja Simpang ini.

Alternatif Solusi Kinerja Simpang Tlogomas

Dilakukan analisis untuk mencari dan meningkatkan kinerja persimpangan Tlogomas pada kondisi jam puncak. Terdapat tiga alternatif solusi yang dievaluasi untuk perbaikan kinerja persimpangan tersebut.

1) Alternatif Solusi 1

Alternatif solusi pertama mengubah waktu siklus sinyal secara otomatis melalui aplikasi Sidra Intersection 8.0 dari 107 detik menjadi 50 detik dan masih sesuai ketentuan PKJI 2023 untuk siklus 3 fase, dengan penyesuaian otomatis pada *phase time*. Meskipun terjadi penurunan kinerja sinyal, nilai tundaan pada kondisi eksisting yang semula 70.9 det/SMP meningkat menjadi 76.8 det/SMP dengan tingkat pelayanan masih berada dalam kategori E. Namun demikian, terjadi peningkatan derajat kejenuhan dan panjang antrian dalam persimpangan tersebut.

2) Alternatif Solusi 2

Alternatif solusi kedua melibatkan penambahan lebar pada masing-masing pendekat, yaitu 1 meter pada pendekat utara, 1 meter pada pendekat barat, dan 1 meter pada pendekat timur. Waktu siklus mengikuti alternatif solusi pertama, dengan mengubah waktu siklus awal dari 107 detik menjadi 50 detik. Hasilnya, kinerja persimpangan mengalami peningkatan dari alternatif solusi pertama, dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 71.3 det/SMP. Meskipun begitu, kinerja persimpangan masih tergolong dalam kategori tingkat pelayanan E (buruk), dan nilai derajat kejenuhan pada setiap pendekat rata-rata masih melebihi 0,85.

3) Alternatif Solusi 3

Pada alternatif ini, diterapkan metode pelarangan belok kanan pada pendekat Timur dengan penggunaan dua fase. Pendekat timur dan pendekat barat memiliki waktu hijau yang sama dan bersamaan, diikuti oleh waktu hijau untuk pendekat utara. Dengan konfigurasi ini, tingkat pelayanan yang dicapai mencapai kategori B, dengan nilai tundaan sebesar 17,5 det/SMP. Solusi ini diterima karena telah memenuhi target persyaratan minimal HCM 2000.

Perkiraan Alternatif Solusi Kinerja Simpang Lima Tahun yang Akan Datang

Alternatif solusi yang akan dianalisis untuk perkiraan kinerja 5 tahun ke depan adalah alternatif solusi yang telah mencapai target minimal tingkat pelayanan C (sedang). Alternatif solusi ketiga mencatat nilai tundaan rata-rata 17,5 det/SMP dengan tingkat pelayanan B (baik).

Dalam perhitungan perkiraan kinerja 5 tahun mendatang menggunakan fitur yang disediakan oleh aplikasi Sidra Intersection 8.0, terdapat prediksi penurunan kinerja dimana tingkat pelayanan turun dari B (baik) menjadi C (sedang). Nilai tundaan rata-rata diprediksi mencapai 30,5 det/SMP pada periode tersebut, namun ini masih memenuhi syarat minimal untuk tingkat pelayanan yang diharapkan.

KESIMPULAN

1) Kinerja simpang pada analisis perhitungan kondisi eksisting menunjukkan bahwa kondisinya sudah tidak layak. Arus lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Selasa, 21 Mei 2024, saat jam puncak pukul 16.15-17.15 WIB mencapai 3377 SMP/jam. Nilai tundaan rata-rata saat jam puncak mencapai 51,106 det/SMP menurut PKJI 2023, sedangkan menurut Sidra Intersection mencapai 70,9 det/SMP. Tingkat pelayanan pada kedua perhitungan tersebut adalah D (kurang) menurut PKJI 2023 dan E (buruk) menurut Sidra Intersection 8.0.

- 2) Dianalisis 3 alternatif solusi, dengan satu alternatif solusi mencapai target minimal tingkat pelayanan C (sedang). Alternatif solusi ketiga terpilih sebagai yang terbaik, dengan menerapkan pelarangan belok kanan pada pendekat utara dan perubahan menjadi 2 fase. Nilai tundaan rata-rata yang dicapai adalah 17,5 det/SMP dengan tingkat pelayanan B (baik). Panjang antrian terpanjang mencapai 453 meter pada pendekat barat, dengan nilai DJ tertinggi sebesar 1,030 pada pendekat barat, menunjukkan penurunan signifikan dari kondisi eksisting yang memiliki panjang antrian 893,5 meter.
- 3) Perkiraan kinerja alternatif solusi untuk 5 tahun mendatang dilakukan pada alternatif solusi ketiga yang mencapai target minimum tingkat pelayanan B (baik). Pada perkiraan tahun 2029, terjadi penurunan kinerja dengan nilai tundaan rata-rata simpang mencapai 30,5 det/SMP dan tingkat pelayanan turun menjadi C (sedang). Namun, hal ini masih memenuhi syarat dalam tingkat pelayanan yang diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Statistik Kota Malang, 2023. Badan Pusat Statistik [WWW Document]. URL <https://malangkota.bps.go.id/indicator/12/41/1/kepadatan-penduduk-pertumbuhan-penduduk-rasio-jenis-kelamin-dan-rasio-ketertgantungan-di-kota-malang.html> (accessed 5.13.24).
- Dini, L.S., 2021. Identifikasi Rawan Kecelakaan Pada Ruas Jalan Soekarno-Hatta Kota Dumai Provinsi Riau. Universitas Islam Riau.
- Dobrota, N., Stevanovic, A., Mitrovic, N., Alshayeb, S., Zlatkovic, M., 2023. Development and evaluation of performance measures for capacity utilization of traffic signals. *Transp. Res. Rec.* 2677, 1337–1355.
- Fatmawati, F., Ain, M., 2021. Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Dengan Metode MKJI dan Sidra Intersection. *Borneo Eng. J. Tek. Sipil* 5, 24–39. <https://doi.org/10.35334/be.v5i1.1681>
- Halawa, F.R.H.A., 2023. Penerapan Manajemen Lalu Lintas untuk Menanggulangi Kemacetan Dikawasan Persimpangan Jalan Jamin Ginting dan Jalan Dr. Mansyur. Universitas Medan Area.
- Ilbeigi, M., Bairaktarova, D., Morteza, A., 2023. Gamification in construction engineering education: A scoping review. *J. Civ. Eng. Educ.* 149, 04022012.
- Indriani, M.N., Mahapatni, I.A.P.S., Wardani, A.M.C., Kurniadi, I.K.D., 2023. PERBANDINGAN ANTARA RENCANA ANGGARAN BIAYA DENGAN RENCANA ANGGARAN PELAKSANAAN PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI (Studi Kasus: Villa Lot 3 Natadesa, Jimbaran Hijau). *Konf. Nas. Tek. Sipil KoNTekS* 1.
- Jailani, M.S., 2023. Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. *IHSAN J. Pendidik. Islam* 1, 1–9.
- Kusprasetyo, D., 2023. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 (Studi Kasus: Simpang Bersinyal Sentul, Yogyakarta). Universitas Gadjah Mada.
- Nasution, T.R.P., 2022. Evaluation of Signalized Intersection Performance Using SIDRA and MKJI 1997. *Syntax Idea* 4, 207–216.
- Nindita, F.A., 2020. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta). Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Permenhub No. 96 Tahun 2015, n.d. Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas [WWW Document]. Database Peratur. JDIIH BPK. URL <http://peraturan.bpk.go.id/Details/103494/permenhub-no-96-tahun-2015> (accessed 5.13.24).
- Prananda, M.H., 2023. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Tidak Bersinyal Simpang Cebongan Berdasarkan MKJI 1997 dan PKJI 2023. Universitas Islam Indonesia.
- Putra, B.M., 2024. DPRD Kota Malang Minta Jembatan Tunggulmas Tlogomas Dibahas Lagi, Masih Belum Mampu Urai Kemacetan - Radar Malang [WWW Document]. DPRD Kota Malang Minta Jemb. Tunggulmas Tlogomas Dibahas Lagi Masih Belum Mampu Urai Kemacetan - Radar Malang. URL <https://radarmalang.jawapos.com/kota-malang/814544419/dprd-kota-malang-minta-jembatan-tunggulmas-tlogomas-dibahas-lagi-masih-belum-mampu-urai-kemacetan> (accessed 5.13.24).
- Saputra, H., 2023. 109 Kota Malang, Geliat Ekraf dan Pariwisata Terus Meningkatkan - Malang Times [WWW Document]. URL <https://www.malangtimes.com/baca/286823/20230401/093800/109-kota-malang-geliat-ekraf-dan-pariwisata-terus-meningkat> (accessed 5.13.24).
- Spearing, L.A., Bakchan, A., Hamlet, L.C., Stephens, K.K., Kaminsky, J.A., Faust, K.M., 2022. Comparing qualitative analysis techniques for construction engineering and management research: The case of arctic water infrastructure. *J. Constr. Eng. Manag.* 148, 04022058.
- Yasin, M., Garancang, S., Hamzah, A.A., 2024. Metode dan Instrumen Pengumpulan Data (Kualitatif dan Kuantitatif). *J. Int. Multidiscip. Res.* 2, 161–173.