

## Analisis Kinerja Traffic Light; Studi Kasus Simpang PU Muara Bungo

*Traffic Light Performance Analysis; Case Study of Muara Bungo PU Intersection*

Dwi Wicaksono<sup>1</sup>, Sucitra Wijaya<sup>2</sup>, Ade Kurnia Putri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muara Bungo; cykacangc911@gmail.com

<sup>2</sup>) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muara Bungo; sucitra.wijaya19@gmail.com

<sup>3</sup>) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muara Bungo; adekurniaputri245@gmail.com

### Article history

Submitted: 2024/12/12; Revised: 2025/01/10; Accepted: 2025/02/14

### Abstract

The intersection in Muara Bungo City is a level intersection, so it will cause conflicts that cause several traffic problems such as congestion. To reduce or minimize the conflict, the existing intersection is regulated using a Traffic Signal Device (APILL). The purpose of this study was to determine the current performance of the Muara Bungo Traffic Light and also to analyze the performance of signalized intersections using the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI 2023). This research method uses a quantitative approach, with data collection through surveys, data collection on cycle time, geometry, road environmental conditions, and average daily traffic in the morning, afternoon and evening. The results of the study showed that the average value of the Stopping Vehicle Value (NHK) was 6040.26 SMP, the average Queue Length (PA<sub>q</sub>) was 610.36 meters, the average Degree of Saturation (DJ) was 6.4 and the average Delay (T) was 282.19. This is because Monday is a working day with morning hours and students going to school with an average Number of Vehicles (C) of 539.77 SMP/hour. From the average value above, it no longer meets the standards of the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2023. For the results of alternative solutions using the Webster method (1966), a cycle time of 160 seconds was obtained, with an average Degree of Saturation of 0.66, which meets the standards of the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2023  $DJ = 0.66 < 0.85$ . Therefore, it is necessary to improve the Traffic Light time phase, because according to the analysis carried out, the comparison of Traffic Light performance, using the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI 2023) method, that the Traffic Light at the Muara Bungo PU intersection no longer meets the requirements, it is better to change the design of the APILL intersection.

### Keywords

APILL Intersection, Capacity, Degree of Saturation, Delay, Queue.



© 2025 by the authors. This is an open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY SA) license, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

## PENDAHULUAN

Hampir seluruh kota-kota besar di Indonesia mengalami permasalahan kemacetan lalu lintas. Asal mula terjadinya kemacetan umumnya adalah pada

persimpangan sebidang, di mana terjadi titik konflik antar kendaraan yang melintasi persimpangan [1]. Kabupaten Bungo adalah salah satu kabupaten di Provinsi Jambi, Indonesia. Luas wilayahnya mencapai 4.659 km<sup>2</sup> (9,80% dari luas Provinsi Jambi) dengan populasi 374.770 jiwa berdasarkan Sensus Penduduk Tahun 2019 [2]. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kendaraan, permasalahan lalu lintas di Kabupaten Bungo, khususnya di Simpang PU Muara Bungo, semakin kompleks dan memerlukan solusi berbasis data yang terukur [3].

Simpang PU Muara Bungo merupakan salah satu simpang bersinyal yang memiliki peranan penting dalam mengatur arus lalu lintas di wilayah tersebut. Namun, permasalahan utama yang terjadi adalah tidak relevannya interval waktu lampu lalu lintas dengan kondisi arus kendaraan saat ini [4]. Pengalaman empiris menunjukkan bahwa arus lalu lintas Sumatera yang melewati simpang PU dari arah utara, timur, dan selatan sering mengalami penumpukan kendaraan di Traffic Light [5]. Hal ini menyebabkan tingginya tingkat keterlambatan (*delay*), panjang antrian (*queue length*), dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*), yang mengindikasikan bahwa performa simpang tidak lagi optimal [6].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas tentang analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan berbagai metode, seperti Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 [7]. Namun, dengan adanya pembaruan pada PKJI 2023, diperlukan penelitian yang lebih mutakhir untuk menyesuaikan analisis dengan pedoman terbaru [8]. Hal ini menjadi gap penelitian yang harus diisi, yaitu bagaimana performa Traffic Light di Simpang PU Muara Bungo jika dianalisis menggunakan standar terbaru PKJI 2023 serta bagaimana alternatif solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut [9].

Penelitian ini memiliki tujuan utama, yaitu menganalisis kinerja lalu lintas pada Simpang PU Muara Bungo berdasarkan parameter utama seperti nilai kendaraan berhenti (NHK), panjang antrian (PA), derajat kejenuhan (DJ), dan keterlambatan (T) dan Menentukan apakah kinerja Traffic Light saat ini masih sesuai dengan standar PKJI 2023. Adapun manfaat penelitian ini adalah memberikan rekomendasi berbasis data untuk meningkatkan kinerja lalu lintas di Simpang PU Muara Bungo dan menjadi referensi bagi pihak terkait dalam perencanaan dan pengelolaan simpang bersinyal di wilayah perkotaan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui survei di lapangan. Data yang dikumpulkan mencakup waktu siklus lampu lalu lintas, geometri simpang, kondisi

lingkungan jalan, serta volume lalu lintas harian rata-rata. Pengumpulan data dilakukan pada tiga periode waktu, yaitu pagi, siang, dan sore hari, guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja simpang. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

Metode analisis data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: (1) penyiapan data geometri, pengaturan lalu lintas, dan kondisi lingkungan jalan; (2) pengumpulan dan pengolahan data arus lalu lintas; (3) perhitungan kapasitas simpang menggunakan parameter  $W_{MS}$  dan  $W_{HH}$ ; (4) perhitungan waktu isyarat ( $s$ ,  $W_H$ ,  $W_M$ ,  $W_K$ ) dan siklus waktu ( $C$ ); serta (5) perhitungan parameter kinerja simpang seperti derajat kejenuhan ( $D_J$ ), panjang antrian ( $P_A$ ), jumlah kendaraan berhenti ( $N_{KH}$ ), dan keterlambatan ( $T$ ). Hasil dari analisis ini digunakan untuk menentukan apakah siklus waktu Traffic Light yang ada masih memenuhi standar PKJI 2023 dan apakah perlu dilakukan perbaikan atau perubahan pada fase waktu lampu lalu lintas di Simpang PU Muara Bungo.

## TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data arus lalu lintas dilaksanakan selama 5 hari yakni hari, senin, rabu, jum`at, sabtu dan minggu. Survei arus lalu lintas pada simpang APILL ini dilakukan dengan mencatat secara langsung di lapangan dengan durasi 3 jam 30 menit yang terbagi atas 1 jam 30 menit puncak pagi (06.30 s.d. 08.00), 1 jam puncak siang (12.00-13.00), dan 1 jam puncak sore (16.00-17.00). Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui arus dan volume lalu lintas setiap jenis kendaraan yang melintasi simpang PU ini. Untuk hasil survei data lalu lintas per 30 menit yang melewati simpang PU selama Jam puncak yang telah dikonversi ke satuan mobil penumpang per jam (SMP/jam) dapat dilihat pada Tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5 berikut;

Tabel 4.1 Data Lalu Lintas Kendaraan Perjam Pada Hari Senin

Waktu	Jumlah Arus Lalu Lintas (SMP/Jam)			
	Utara (fase 1)	Barat (fase 2)	Selatan (fase 3)	Timur (fase 4)
06.30-07.15	830	63	1079	577
07.15-08.00	1066	67	1405	454
12.00-12.30	481	36	601	303
12.30-13.00	528	34	662	279
16.00-16.30	598	31	707	408
16.30-17.00	689	31	704	348

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Tabel 4.2 Data Lalu Lintas Kendaraan Perjam Pada Hari Rabu

Waktu	Jumlah Arus Lalu Lintas (SMP/Jam)			
	Utara (fase 1)	Barat (fase 2)	Selatan (fase 3)	Timur (fase 4)
06.30-07.15	939	59	730	558
07.15-08.00	928	58	770	442
12.00-12.30	520	37	288	299
12.30-13.00	498	41	269	267
16.00-16.30	544	29	348	402
16.30-17.00	587	39	522	368

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Tabel 4.3 Data Lalu Lintas Kendaraan Perjam Pada Hari Jum`at

Waktu	Jumlah Arus Lalu Lintas (SMP/Jam)			
	Utara (fase 1)	Barat (fase 2)	Selatan (fase 3)	Timur (fase 4)
06.30-07.15	937	169	776	600
07.15-08.00	759	97	1013	460
12.00-12.30	565	63	372	334
12.30-13.00	459	94	290	282
16.00-16.30	535	31	519	246
16.30-17.00	581	28	620	221

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Tabel 4.4 Data Lalu Lintas Kendaraan Perjam Pada Hari Sabtu

Waktu	Jumlah Arus Lalu Lintas (SMP/Jam)			
	Utara (fase 1)	Barat (fase 2)	Selatan (fase 3)	Timur (fase 4)
06.30-07.15	837	127	1005	215
07.15-08.00	902	52	1246	214
12.00-12.30	483	35	492	139
12.30-13.00	422	33	534	157
16.00-16.30	588	28	519	277
16.30-17.00	564	28	620	297

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Tabel 4.5 Data Lalu Lintas Kendaraan Perjam Pada Hari Minggu

Waktu	Jumlah Arus Lalu Lintas (SMP/Jam)			
	Utara (fase 1)	Barat (fase 2)	Selatan (fase 3)	Timur (fase 4)
06.30-07.15	933	181	873	480
07.15-08.00	1122	114	1071	432
12.00-12.30	494	38	335	232
12.30-13.00	519	35	446	244
16.00-16.30	764	35	668	294

16.30-17.00	705	39	649	288
-------------	-----	----	-----	-----

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Untuk jam puncak pada hari senin, rabu, jum`at, sabtu dan minggu. Rekapitulasi data per 30 menit yang telah dikonversi dengan mengalikan faktor ekivalensi mobil penumpang (EMP) jam puncak arus lalu lintas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Arus Lalu Lintas Kendaraan Pada Hari Senin, Rabu, Jum`at, Sabtu dan Minggu.

Waktu	Jumlah Arus Lalu Lintas EMP/jam				
	Senin	Rabu	Jum`at	Sabtu	Minggu
06.30-07.15	2058.55	1811.7	1972	2001.25	2059
07.15-08.00	2606.1	1822.3	1938	2232.1	2371.8
12.00-12.30	1163.45	889.85	1050.1	1030.85	901.8
12.30-13.00	1265.85	848.05	885.3	1012.55	1036.6
16.00-16.30	1397.2	981.3	1121.9	1176.55	1511.1
16.30-17.00	1476.2	1203.2	1262.15	1256.55	1436.2

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

#### Data Lampu Lalu Lintas dan Geometri

Data geometri yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe lingkungan jalan, median jalan, dan lebar tiap-tiap pendekat. Pada tiap-tiap lengan di simpang ini terdapat median dan tipe lingkungan jalannya adalah komersial (KOM). Data lampu lalu lintas pada simpang PU Muara Bungo dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Data Lampu Lalu Lintas

FASE	PENDEKAT	WAKTU NYALA LAMPU (dtk)				SIKLUS WAKTU
		$W_M$	$W_K$	$W_H$	<i>ALL RED</i>	
1	UTARA	102	2	32	2	138
2	TIMUR	116	2	18	2	138
3	SELATAN	104	2	30	2	138
4	BARAT	121	2	13	2	138

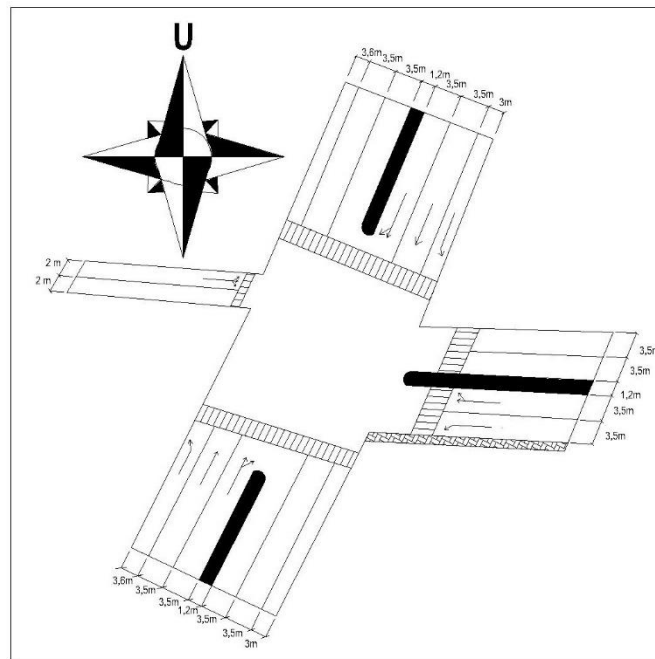
Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Data geometri dan kondisi lingkungan di Kawasan simpang PU Muara Bungo dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.3;

Tabel 4.8 Data Geometri dan Kondisi Lingkungan Simpang PU Muara Bungo

Kode Pendekat (m)	Utara	Selatan	Barat	Timur
Tipe Lingkungan Jalan	KOM	KOM	KOM	KOM
Median	1,2	1,2	-	1,2
Lebar Ruas Pendekat Awal (L)	7	7	3,5	7
Lebar Masuk (LM)	7	7	3,5	7
Lebar Keluar (LK)	7	7	3,5	7
Jarak Parkir Pertama (LP)	60	60	2	60
Lebar Pendekat (L)	7	7	3,5	7
Lebar Kendaraan Berangkat (LKBR)	15,3	14,7	17,2	14,7
Lebar Kendaraan Datang (LKDT)	7	7	7,1	3,5
Lebar pejalan Kaki (LPK)	15,3	14,7	2	11,7

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024



Gambar 4.3 Kondisi Geometri Simpang

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Data arus lalu lintas dan rasio berbelok pada tiap-tiap lengan pendekat dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9 Arus Lalu Lintas Simpang PU Muara Bungo

Kode Pendekat	Arah	Volume Kendaraan					Rasio Berbelok	
		SM	MP	KS	KTB	qTotal	RBKi	RBKa
U	qBK <sub>i</sub>	928	267	5	21	1200	0.26	
	qLRS	1461	943	14		2418		

B	qBKa	426	72	76	2	574	0.15	
	q	2815	1282	95		4192		
	qBKl	95	9	0		104		0.32
	qLRS	86	1	0		87		
	qBKa	70	1	0		71		0.29
S	q	251	11	0	20	262	0.0741	
	qBKl	513	6	1		520		
	qLRS	1574	864	38		2476		
	qBKa	1481	659	22		2162		0.25
	q	3568	1529	61		5158		
T	qBKl	206	106	0	16	312	0.21	
	qLRS	21	3	0		24		
	qBKa	1482	551	0		2033		0.75
	q	1709	660	0		2369		

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Untuk rekapitulasi hasil analisis eksisting simpang PU Muara Bungo dan rekapitulasi hasil analisis eksisting simpang PU Muara Bungo lihat di Tabel 4.10, Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Analisis Simpang PU Muara Bungo

Pendekat	$J_0$	$F_{HS}$	$F_{UK}$	$F_G$	$F_P$	$F_{BKl}$	$F_{BKa}$
Utara	6000	0.9	0.8	1	0.91	0.95	1.04
Barat	1200	0.9	0.8	1	0.53	0.98	1.04
Selatan	6000	0.9	0.8	1	0.93	1	1.11
Timur	2760	0.9	0.8	1	0.86	1.22	0.9

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Analisis Eksisting Simpang PU Muara Bungo

Kode Pendekat	J (SMP/jam hijau)	C (SMP/jam)	DJ (SMP/jam)	PA (m)	NHK (SMP)	T (SMP/det)
Utara	3884,03	900,64	4,65	819,09	6749,12	360,56
Barat	466,71	43,97	5,96	490,25	8098,42	316,6
Selatan	4459,54	969,47	5,32	958,11	7891,74	322,71
Timur	1877	245	9,67	174	1421,4	128,87

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Dari Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Analisis Eksisting Simpang PU Muara Bungo maka dapat dihitung nilai rata-rata dari J, C, DJ, PA, NHK dan T untuk dapat menentukan alternatif solusi. Nilai rata-rata dari rekapitulasi hasil analisis eksisting simpang PU Muara Bungo lihat di Tabel 4.12 berikut;

Tabel 4.12 Rata-Rata Hasil Analisis Eksisting Simpang PU Muara Bungo

J (SMP/jam hijau)	C (SMP/jam)	D <sub>J</sub> (SMP/jam)	P <sub>A</sub> (m)	N <sub>HK</sub> (SMP)	T (SMP/det)
2671,82	539,77	6,4	610,36	6040,28	282,19

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Alternatif pemecah masalah dikarenakan pada setiap lengan pendekat di simpang PU Muara Bungo sudah tidak memungkinkan lagi untuk dilakukan penerapan waktu siklus 138 detik, maka peneliti melakukan analisis ulang waktu siklus 4 fase untuk menambah waktu siklus, dengan menggunakan metode Webster (1966) dilihat pada Tabel 4.13 berikut;

Tabel 4.13 Waktu Siklus Dengan Menggunakan Metode Webster (1966)

Pendekat	q	I <sub>0</sub>	D <sub>J</sub>	D <sub>J</sub> Rata-rata	T
Utara	4192	6000	0.70	0,66	2.64
Barat	262	1200	0.22		
Selatan	5158	6000	0.86		
Timur	2369	2760	0.86		

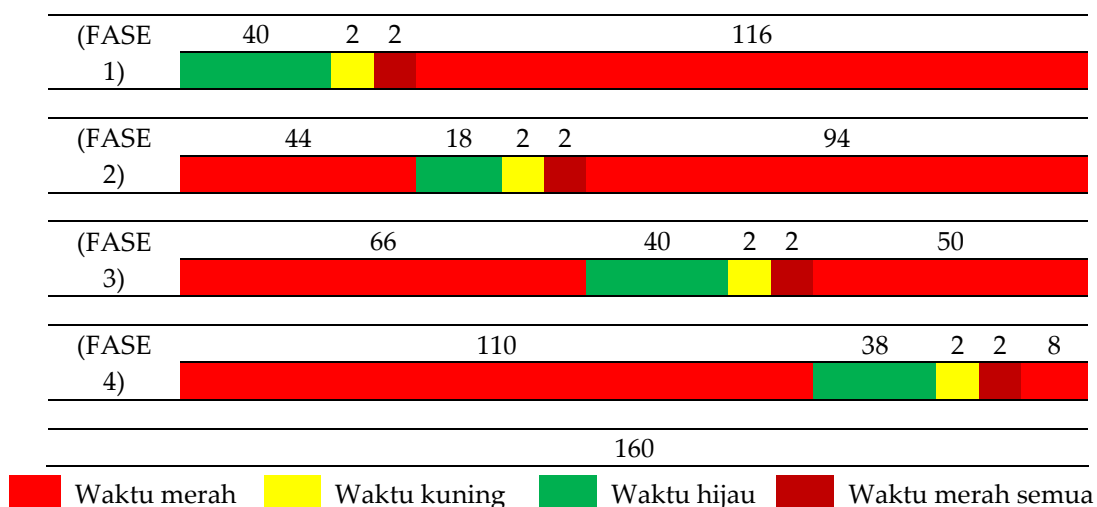
Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Jadi nilai s dipilih 160 detik maka didapat untuk setiap lengan pendekat waktu hijau efektif, waktu hitau actual dan diagram waktu siklus simpangPU Muara Bungo menggunakan metode Webster (1966) dapat dilihat pada Table 4.13 dan Gambar 4.3;

Tabel 4.14 Waktu Hijau Efektif dan Waktu Hijau Aktual

Pendekat	Waktu Hijau Efektif (detik)	Waktu Hijau Aktual (detik)
Utara	42	40
Barat	20	18
Selatan	42	40
Timur	40	38

Sumber: Data Pribadi Agustus 2024





Gambar 4.1 Waktu Siklus Lampu Lalu Lintas Simpang PU Muara Bungo  
Sumber: Data Pribadi Agustus 2024

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa simpang PU Muara Bungo mengalami beban lalu lintas yang cukup tinggi pada jam-jam tertentu. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata arus lalu lintas (J) sebesar 2671,82 SMP/jam hijau dan derajat kejenuhan (DJ) sebesar 6,4 SMP/jam [10]. Nilai ini menunjukkan bahwa simpang ini mengalami kondisi lalu lintas yang cukup padat [11]. Dalam penelitian ini, alternatif solusi yang diusulkan adalah dengan menyesuaikan waktu siklus menggunakan metode Webster (1966), yang menghasilkan peningkatan waktu siklus menjadi 160 detik dengan distribusi waktu hijau efektif yang lebih proporsional [12].

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Santoso et al. (2019) [13], di mana metode Webster juga digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengaturan lalu lintas di simpang dengan tingkat kepadatan tinggi. Penelitian tersebut menemukan bahwa penyesuaian waktu siklus dapat meningkatkan kapasitas simpang dan mengurangi tingkat keterlambatan kendaraan [14]. Selain itu, hasil penelitian ini juga didukung oleh teori lalu lintas yang dikemukakan oleh Roess et al. (2014), yang menyatakan bahwa metode Webster merupakan salah satu metode yang efektif dalam perancangan sistem sinyal lalu lintas berbasis kapasitas dan tingkat pelayanan jalan [15].

Dalam konteks penelitian ini, perbandingan dengan studi-studi sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan telah sesuai dengan kaidah teknik lalu lintas. Penyesuaian waktu siklus dari 138 detik menjadi 160 detik diharapkan dapat meningkatkan efisiensi arus kendaraan dan mengurangi kepadatan pada simpang PU Muara Bungo. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi dalam perbaikan sistem pengendalian lalu lintas yang lebih efektif dan berbasis data empiris.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis kinerja lalu lintas di Simpang PU Muara Bungo, diketahui bahwa kondisi eksisting menunjukkan nilai rata-rata Nilai Kendaraan Henti (NHK) sebesar 6040,26 SMP, Panjang Antrian (P\_A) 610,36 meter, Derajat Kejenuhan (D\_J) 6,4, serta Tundaan (T) 282,19 detik. Nilai rata-rata jumlah kendaraan (C) sebesar 539,77 SMP/jam menunjukkan bahwa pada jam sibuk, terutama di hari kerja dan pagi hari, lalu lintas di simpang ini mengalami kepadatan yang cukup tinggi. Dengan waktu siklus eksisting sebesar 138 detik, kinerja simpang ini tidak memenuhi standar yang ditetapkan dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Sebagai solusi

alternatif, dilakukan analisis menggunakan metode Webster (1966) yang menghasilkan waktu siklus optimal sebesar 160 detik. Dengan waktu siklus ini, rata-rata Derajat Kejenuhan ( $D_J$ ) menurun menjadi 0,66, yang telah memenuhi standar PKJI 2023 ( $D_J < 0,85$ ). Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian fase waktu lampu lalu lintas (traffic light) agar dapat meningkatkan kinerja simpang dan mengurangi kemacetan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, analisis hanya dilakukan dalam kondisi eksisting tanpa mempertimbangkan faktor perkembangan lalu lintas di masa depan, seperti peningkatan jumlah kendaraan dalam beberapa tahun ke depan. Kedua, penelitian ini tidak memperhitungkan faktor perilaku pengguna jalan, seperti kepatuhan terhadap aturan lalu lintas dan respons pengemudi terhadap perubahan waktu siklus. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan metode Webster (1966) tanpa membandingkan dengan metode lain yang mungkin lebih sesuai dengan karakteristik lalu lintas di lokasi penelitian. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan simulasi lalu lintas menggunakan perangkat lunak pemodelan guna memperoleh gambaran yang lebih akurat terhadap berbagai skenario optimasi lalu lintas. Selain itu, perlu dilakukan kajian lebih mendalam mengenai dampak perubahan waktu siklus terhadap keselamatan pengguna jalan dan tingkat emisi kendaraan. Evaluasi terhadap perilaku pengemudi dan efektivitas penerapan sistem kontrol lalu lintas berbasis teknologi juga dapat menjadi topik penelitian lebih lanjut guna meningkatkan efisiensi dan keselamatan di persimpangan.

## REFERENSI

- [1] A. Arsyad, U. Hasan, and T. I. Munandar, "Penerapan Diversi Terhadap Anak Dalam Perkara Kecelakaan Lalu Lintas," *J. Sains Sosio Hum. LPPM Univ. Jambi*, vol. 4, no. 2, pp. 467–478, 2020.
- [2] H. Habriyanto, "Analisis Perbandingan Pola Konsumsi Masyarakat Kota Jambi Sebelum, Sesaat dan Sesudah Bulan Ramadhan," *Al-Tijary*, pp. 169–182, 2019.
- [3] S. P. Dewi, R. Alsakinah, S. A. Sara, and D. H. Amrina, "Pajak Lingkungan Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Udara Dari Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Indonesia," *J. Ilm. Ekon. Dan Pajak*, vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2022.
- [4] H. Geli, M. Sahdan, and D. O. Dodo, "Epidemiologi Kecelakaan Lalu Lintas pada Pengemudi Sepeda Motor di Wilayah Kerja Kepolisian Sektor Loura Kabupaten Sumba Barat Daya," *Media Kesehat. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 52–62, 2021.
- [5] D. N. Dea, W. M. Dalimunthe, A. A. Dongoran, S. Wulandari, and W. D. Safina,

- "Peningkatan Pertumbuhan Ekonomi Sumatera Utara Melalui Pengembangan UMKM," *J. Edueco*, vol. 5, no. 2, pp. 117–122, 2022.
- [6] D. Aliyah, Y. Sukrawan, and T. Permana, "Minat dan Motivasi Bekerja Sebagai Teknisi Peserta Didik Teknik Kendaraan Ringan Otomotif," *J. Mech. Eng. Educ.*, vol. 6, no. 2, pp. 192–199, 2019.
- [7] E. Suharyadi *et al.*, "Hambatan Komunikasi Dalam Proses Ganti Kerugian Tanah Pelebaran Jalan Trans Sulawesi Poros Makassar-Parepare Di Kabupaten Pangkep," *Komun. KAREBA*, vol. 4, no. 2, pp. 161–171, 2015.
- [8] A. Fauzi, "Tinjauan Perlintasan Sebidang pada Jaringan Jalan Kota Padang," 2022, *Universitas Negeri Padang*.
- [9] Y. Yusriadi and U. Farida, "Bureaucracy performance in public services in Indonesia," *J. Adm. J. Pemikir. Ilm. dan Pendidik. Adm. Perkantoran*, vol. 6, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [10] R. M. Harrison *et al.*, "Non-exhaust vehicle emissions of particulate matter and VOC from road traffic: A review," *Atmos. Environ.*, vol. 262, p. 118592, 2021.
- [11] F. Rozaq, W. T. Adi, W. A. Wirawan, and A. Prativi, "Peningkatan Kompetensi Penjaga Pintu Perlintasan Sebidang Transportasi Perkeretaapian Di Kota Padang Sumatera Barat Melalui Program Pemberdayaan Masyarakat," *Pros. SENIATI*, vol. 5, no. 3, pp. 303–306, 2019.
- [12] S. Stansfeld, C. Clark, M. Smuk, J. Gallacher, and W. Babisch, "Road traffic noise, noise sensitivity, noise annoyance, psychological and physical health and mortality," *Environ. Heal. A Glob. Access Sci. Source*, vol. 20, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s12940-021-00720-3.
- [13] R. Rahmadani, S. T. Raharjo, and R. Resnawaty, "Fungsi Corporate social responsibility (CSR) Dalam Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat," *Share Soc. Work J.*, vol. 8, no. 2, p. 203, 2019, doi: 10.24198/share.v8i2.20081.
- [14] S. M. Hidayat, W. S. Kuswana, and S. H. Untung, "Eksplorasi Kesiapan Siswa Memasuki Dunia Kerja Pada Program Keahlian Teknik Kendaraan Ringan," *J. Mech. Eng. Educ.*, vol. 3, no. 2, p. 247, 2016, doi: 10.17509/jmee.v3i2.4558.
- [15] F. Farooq, M. M. Quraishy, M. U. Hassan, M. Hussain, and F. Mushtaq, "Pattern and Magnitude of Ocular Trauma Sustained in Road Traffic Accidents (A Trauma Centre Study)," *Pakistan J. Ophthalmol.*, vol. 38, no. 4, 2022, doi: 10.36351/pjo.v38i4.1441.