



Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Raden Kusno – Jalan A. Djaelani – Jalan Sujarwo di Kabupaten Mempawah

Benhard Siagian^{1*}, Elsa Tri Mukti², S. Nurlaily Kadarini³

¹⁻³ Universitas Tanjungpura, Indonesia

*Penulis Korespondensi: benhardsiagian43@gmail.com¹

Abstract. Population growth and socio-economic activities increase traffic volume, affecting the performance of the Raden Kusno – A. Djaelani – Sujarwo signalized intersection. This study aims to analyze the intersection's current performance, estimate its condition over the next five years, and formulate alternative treatment strategies. The research data include geometric characteristics, signal timing, vehicle speed, and traffic volume obtained from CCTV recording over a three-day observation period from morning to evening, as well as population and vehicle data for projection. The intersection performance was analyzed using the PKJI 2023 approach and VISSIM simulation. Under current conditions, the intersection operates at LOS E with delays of 45,12 seconds (PKJI 2023) and 60,56 seconds (VISSIM). In the five-year projection, delays increase to 48,97 seconds with LOS E (PKJI 2023) and 131,29 seconds with LOS F (VISSIM). Modifying the signal from four to three phases with a 70-second cycle improves the current condition to LOS C, with delays of 24,50 seconds (PKJI 2023) and 29,43 seconds (VISSIM). For the five-year projection, adding a continuous left-turn lane results in LOS D with 27,04 seconds (PKJI 2023) and LOS C with 32,01 seconds (VISSIM).

Keywords: Delay; Intersection Performance; Level of Service; PKJI 2023; VISSIM Software.

Abstrak. Pertumbuhan penduduk dan aktivitas sosial ekonomi meningkatkan volume kendaraan yang memengaruhi kinerja simpang Jalan Raden Kusno – Jalan A. Djaelani – Jalan Sujarwo. Penelitian dilakukan untuk menganalisis performa simpang untuk kondisi saat ini dan memperkirakan kinerjanya dalam 5 tahun mendatang serta menyusun alternatif penanganan. Data penelitian meliputi data geometrik, waktu sinyal, kecepatan, dan volume kendaraan dari rekaman CCTV selama 3 hari pengamatan pada periode pagi hingga sore serta data jumlah penduduk dan kendaraan untuk proyeksi. Kinerja simpang dianalisis menggunakan pendekatan PKJI 2023 dan simulasi VISSIM. Hasil analisis menunjukkan tingkat pelayanan E dengan nilai tundaan 45,12 detik (PKJI 2023) dan 60,56 detik (VISSIM) pada kondisi saat ini. Pada proyeksi 5 tahun mendatang, tundaan meningkat menjadi 48,97 detik dengan tingkat pelayanan E (PKJI 2023) dan 131,29 detik dengan tingkat pelayanan F (VISSIM). Untuk kondisi saat ini, perubahan fase sinyal dari 4 menjadi 3 dengan panjang siklus 70 detik menghasilkan tingkat pelayanan C dengan tundaan 24,50 detik (PKJI 2023) dan 29,43 detik (VISSIM) sedangkan kondisi 5 tahun mendatang, penambahan lajur belok kiri jalan terus menghasilkan tingkat pelayanan D dengan tundaan 27,04 detik (PKJI 2023) dan tingkat pelayanan C dengan tundaan 32,01 detik (VISSIM).

Kata kunci: Keterlambatan; Kinerja Persimpangan; Perangkat Lunak VISSIM; PKJI 2023; Tingkat Pelayanan.

1. LATAR BELAKANG

Transportasi menjadi bagian penting dalam menunjang mobilitas masyarakat (Safri *et al.*, 2021). Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan aktivitas sosial ekonomi, intensitas pergerakan kendaraan akan meningkat dan memicu permasalahan lalu lintas, khususnya pada persimpangan jalan sebagai titik bertemunya arus kendaraan (Romadhona & Daulay, 2018).

Berdasarkan publikasi tahun 2025 oleh Badan Pusat Statistik Kabupaten Mempawah, jumlah penduduk Kabupaten Mempawah diperkirakan mencapai 316.730 orang dengan tingkat pertumbuhan rata – rata 2,48%. Salah satu titik dengan tingkat pergerakan kendaraan yang relatif tinggi di Kabupaten Mempawah terdapat pada simpang empat Jalan Raden Kusno

sebagai jalan mayor serta Jalan A. Djaelani dan Jalan Sujarwo sebagai jalan minor. Persimpangan ini terletak di kawasan yang memiliki berbagai pusat aktivitas seperti pendidikan, perkantoran dan perdagangan yang dapat menyebabkan tundaan dan antrian kendaraan selama jam – jam sibuk (Maulana *et al.*, 2024).

Sebelum pemasangan APILL dilakukan, arus kendaraan pada persimpangan tersebut berjalan tanpa pengaturan yang jelas sehingga menimbulkan konflik lalu lintas. Kondisi ini menyebabkan terjadinya beberapa kecelakaan lalu lintas pada tahun 2021 sehingga pada akhir tahun 2023 dilakukan pemasangan APILL sebagai upaya meningkatkan keselamatan arus lalu lintas (Mariana, 2021).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengaturan sinyal lalu lintas yang kurang optimal dapat menyebabkan rendahnya kinerja simpang, yang ditandai dengan tingginya tundaan dan menurunnya tingkat pelayanan (Ramzy *et al.*, 2024). Beberapa studi menunjukkan bahwa perubahan pengaturan fase sinyal seperti penyesuaian durasi dapat meningkatkan kinerja simpang (Supriyanto *et al.*, 2025). Selain itu, perbaikan geometrik jalan seperti penambahan lebar lajur dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas kendaraan (Pranata *et al.*, 2024). Penilaian kinerja simpang umumnya mengacu pada PKJI 2023 sebagai acuan perencanaan dan evaluasi jalan serta menggunakan *software* VISSIM untuk memodelkan aliran lalu lintas dan menguji skenario rekayasa (Cahya P. P *et al.*, 2024).

Meskipun APILL telah terpasang pada simpang Jalan Raden Kusno – Jalan A. Djaelani – Jalan Sujarwo, masih belum diketahui seberapa baik pengendalian sinyal mengatur arus lalu lintas selama jam sibuk. Kajian ini bertujuan untuk menilai performa persimpangan untuk kondisi saat ini serta beberapa tahun mendatang melalui pendekatan PKJI 2023 dan simulasi VISSIM, sekaligus merumuskan alternatif penanganan.

2. KAJIAN TEORITIS

Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah persimpangan dimana pengguna jalan hanya dapat melintas sesuai pengaturan lampu lalu lintas, yaitu saat sinyal hijau menyala pada lengan simpang yang bersangkutan (Sari *et al.*, 2023). Sistem tersebut bertujuan untuk mengatur pergerakan kendaraan secara bergantian dan meningkatkan keselamatan.

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023

PKJI 2023 merupakan acuan untuk menghitung kinerja persimpangan yang diatur dengan sinyal di Indonesia. Prosedur perhitungan untuk menentukan kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan dan tingkat pelayanan pada simpang disajikan secara

analitis dalam pedoman ini dengan mempertimbangkan volume lalu lintas, karakteristik geometrik dan pengaturan sinyal (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

Kapasitas

Kapasitas merupakan jumlah maksimum kendaraan yang mampu dilayani oleh sebuah persimpangan dalam periode satu jam (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

$$C = J \times \frac{W_H}{S}$$

Keterangan variabel pada persamaan tersebut adalah : C menyatakan kapasitas simpang dengan satuan SMP per jam, J merupakan arus jenuh dengan satuan SMP per jam, W_H menunjukkan total waktu hijau dalam satu siklus (detik), sedangkan s adalah waktu siklus (detik).

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan perbandingan jumlah kendaraan dengan kapasitas yang tersedia di setiap pendekat simpang (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Nilai ini berfungsi sebagai indikator dalam menilai performa operasional dan mengidentifikasi adanya permasalahan kapasitas (A *et al.*, 2024).

$$D_j = \frac{q}{C}$$

Keterangan variabel pada persamaan tersebut adalah : D_j menyatakan derajat kejenuhan, C menunjukkan kapasitas simpang dengan satuan SMP per jam, sedangkan q merupakan arus kendaraan SMP per jam.

Panjang Antrian

Panjang antrian digunakan untuk menunjukkan panjang antrian kendaraan pada masing – masing pendekat simpang (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

$$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M}$$

Keterangan variabel pada persamaan tersebut adalah : P_A menyatakan panjang antrian dalam meter, N_q merupakan rata-rata jumlah kendaraan dalam antrian (SMP), sedangkan L_M merupakan lebar masuk pendekat (m).

Tundaan

Tundaan dibagi menjadi dua jenis, yaitu tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan lalu lintas muncul akibat interaksi antar kendaraan yang saling berkonflik sedangkan tundaan geometri timbul karena perlambatan dan percepatan kendaraan saat melakukan manuver belok (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Kedua jenis tundaan ini menghasilkan tundaan rata-rata yang menjadi indikator tingkat pelayanan simpang (Dyahtari *et al.*, 2025).

$$T = T_{LLi} + T_{Gi}$$

$$T_i = \frac{\Sigma(T \times q)}{q \text{ total}}$$

Keterangan variabel pada persamaan tundaan adalah sebagai berikut : T menunjukkan tundaan dalam detik, T_{LLi} adalah tundaan lalu lintas, T_{Gi} menyatakan tundaan geometri, dan T_i merupakan tundaan rata – rata.

Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan pada simpang digunakan untuk menilai kualitas operasi simpang berdasarkan efisiensi pergerakan kendaraan. Tingkat pelayanan dikategorikan ke dalam beberapa kelas, mulai dari A hingga F sesuai kriteria dalam Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) Nomor 96 Tahun 2015. Rincian kategori tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Tingkat Pelayanan pada Persimpangan.

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik)
A	< 5
B	5 – 15
C	15 – 25
D	25 – 40
E	40 – 60
F	> 60

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) No. 96 Tahun 2015

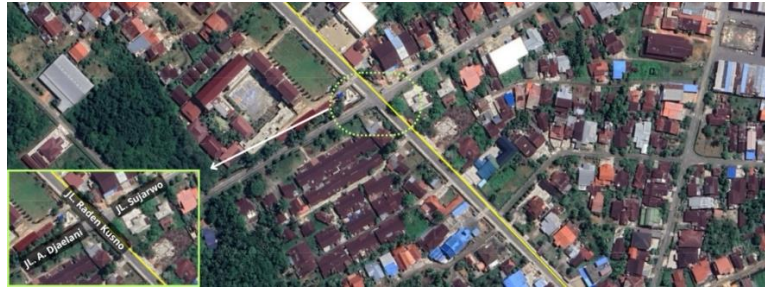
Software VISSIM

Berdasarkan PTV-AG (2011) dalam Ado *et al.*, (2024), VISSIM adalah aplikasi simulasi mikroskopis yang digunakan untuk menilai kinerja arus kendaraan. Perangkat ini mempertimbangkan konfigurasi lajur, komposisi kendaraan dan pengaturan sinyal.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian berlangsung di Kabupaten Mempawah pada persimpangan bersinyal Jalan Raden Kusno – Jalan A. Djaelani – Jalan Sujarwo. Status Jalan Raden Kusno merupakan jalan nasional sedangkan Jalan A. Djaelani dan Jalan Sujarwo merupakan jalan kabupaten. Persimpangan ini termasuk tipe simpang 411 yakni simpang 4 dengan 1 lajur pendekat pada setiap lengan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).



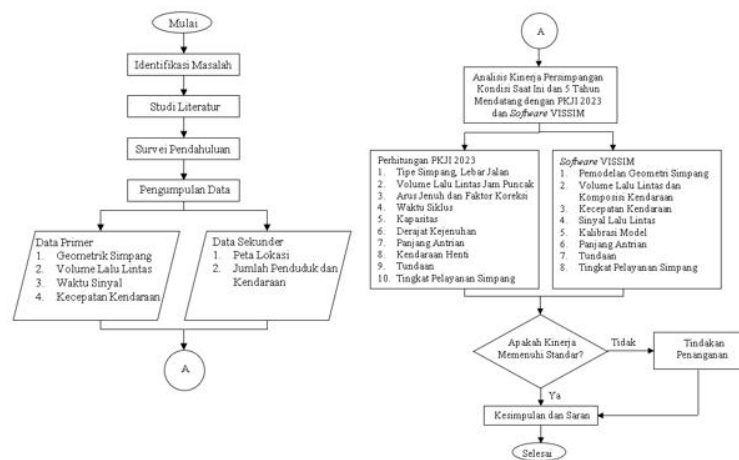
Gambar 1. Lokasi Penelitian.

Sumber : Bidang Bina Marga DPUTR Kabupaten Mempawah, 2026

Teknik Pengumpulan Data

Data primer yang digunakan mencakup karakteristik geometrik simpang, arus kendaraan, pengaturan waktu sinyal serta kecepatan kendaraan. Selama 3 hari, arus kendaraan dicatat menggunakan rekaman CCTV untuk mengetahui jam puncak sedangkan waktu sinyal dan kecepatan kendaraan diambil pada periode tersebut.

Data sekunder berasal dari Badan Pusat Statistik yang mencakup jumlah penduduk dan kendaraan (BPS Kalimantan Barat, 2025). Data yang telah dikumpulkan dianalisis dengan pendekatan PKJI 2023 serta melalui simulasi VISSIM. Seluruh tahapan penelitian digambarkan secara rinci pada Gambar 2.



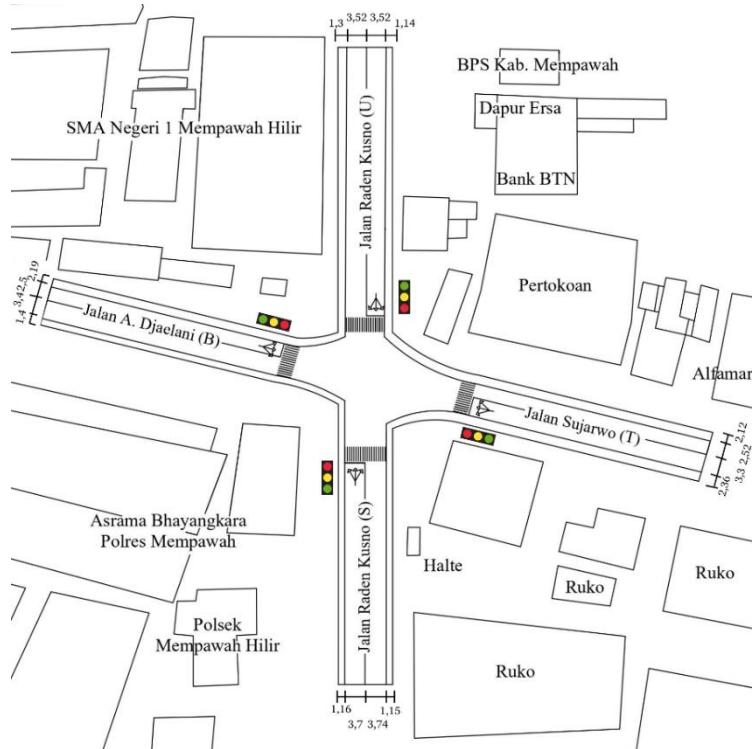
Gambar 2. Tahapan Penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting

Karakteristik Geometrik Simpang

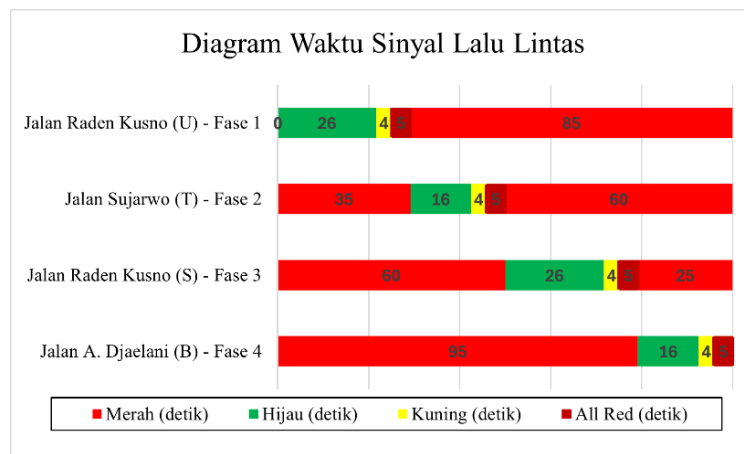
Karakteristik geometrik simpang yang dikumpulkan melalui pengukuran lapangan akan digunakan untuk perhitungan kapasitas serta evaluasi kinerja simpang. Kondisi geometrik simpang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Geometrik Simpang.

Pengaturan Waktu Sinyal

Pengaturan waktu sinyal terdiri dari pembagian fase dengan durasi lampu hijau, kuning, dan merah pada tiap pendekatan. Diagram waktu sinyal disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Waktu Sinyal Lalu Lintas.

Analisis Kinerja Simpang

Kinerja simpang dianalisis dengan pendekatan PKJI 2023. Dalam penelitian ini, yang dihitung adalah kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, serta tingkat pelayanan pada simpang, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kinerja Simpang Kondisi Saat Ini.

1. Arus Lalu Lintas Jam Puncak (Senin, 06.30 – 07.30)											
Pendekat	Arus Lalu Lintas (kend/jam)			Arus Lalu Lintas (SMP/jam)							
	SM	KS	MP	SM = (0,15)	KS = (1,30)	MP = (1)					
Jl. Raden Kusno (U)	1275	28	119	191,25	36,4	119					
Jl. Raden Kusno (S)	1285	49	122	192,75	63,7	122					
Jl. A. Djaelani (B)	748	4	68	112,2	5,2	68					
Jl. Sujarwo (T)	755	2	30	113,25	2,6	30					
2. Perhitungan Kapasitas (C)											
Pendekat	Arus Jenuh (J) (SMP/jam)								W _H	S	C (SMP/jam)
	F _{UK}	F _{HS}	F _G	F _P	F _{Bka}	F _{Bki}	Jo	J			
Jl. Raden Kusno (U)	0,83	0,95	1	1	1,04	0,98	2112	1692	26	120	1185
Jl. Raden Kusno (S)	0,83	0,95	1	1	1,00	0,96	2220	1688	26	120	1182
Jl. A. Djaelani (B)	0,83	0,97	1	1	1,10	0,96	1500	1270	16	120	889
Jl. Sujarwo (T)	0,83	0,95	1	1	1,11	0,98	1980	1704	16	120	1193
3. Perhitungan Derajat Kejenuhan (D _J)											
Pendekat	Arus Lalu Lintas		Kapasitas		Derajat Kejenuhan						
Jl. Raden Kusno (U)	347		1185		0,293						
Jl. Raden Kusno (S)	378		1182		0,320						
Jl. A. Djaelani (B)	185		889		0,209						
Jl. Sujarwo (T)	146		1193		0,122						
4. Perhitungan Panjang Antrian (P _A)											
Pendekat	N _q		L _M		P _A (m)						
Jl. Raden Kusno (U)	9,66		3,52		54,91						
Jl. Raden Kusno (S)	10,62		3,70		57,40						
Jl. A. Djaelani (B)	5,51		2,50		44,07						
Jl. Sujarwo (T)	4,28		3,30		25,96						
5. Perhitungan Tundaan (T)											
Pendekat	T _{LLi}	T _{Gi}	T	q	Ti	Trata-rata					
Jl. Raden Kusno (U)	39,31	3,48	42,79	347	14833	45,12					
Jl. Raden Kusno (S)	39,56	3,39	42,95	378	16256						
Jl. A. Djaelani (B)	46,36	3,98	50,34	185	9333						
Jl. Sujarwo (T)	45,81	3,82	49,64	146	7240						
Tundaan Rata – Rata	45,12 det		60,56 det								
<i>Level of Service</i>	LOS E		LOS E								

Selain pendekatan PKJI 2023, analisis kinerja simpang juga dilakukan melalui simulasi dengan *software* VISSIM untuk melihat kondisi lalu lintas secara mikrosimulasi. Perbandingan keduanya bertujuan untuk melihat kesesuaian hasil antara pendekatan analitis dan simulasi, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Kinerja Antara PKJI 2023 dan *Software* VISSIM.

Pendekat	PKJI 2023	<i>Software</i> VISSIM
Jl. Raden Kusno (U)	Panjang Antrian = 54,91 m Tundaan = 42,79 det	Panjang Antrian = 40,71 m Tundaan = 57,62 det
Jl. Raden Kusno (S)	Panjang Antrian = 57,40 m Tundaan = 57,95 det	Panjang Antrian = 68,09 m Tundaan = 78,07 det
Jl. A. Djaelani (B)	Panjang Antrian = 44,07 m Tundaan = 50,34 det	Panjang Antrian = 20,41 m Tundaan = 49,71 det
Jl. Sujarwo (T)	Panjang Antrian = 25,96 m Tundaan = 49,64 det	Panjang Antrian = 14,57 m Tundaan = 40,29 det
Tundaan Rata – Rata	45,12 det	60,56 det
<i>Level of Service</i>	LOS E	LOS E

Diperoleh nilai tundaan rata-rata dari metode PKJI 2023 sebesar 45,12 detik dan dari simulasi VISSIM sebesar 60,56 detik. Meskipun terdapat perbedaan nilai tundaan, kedua metode menghasilkan tingkat pelayanan yang sama yaitu LOS E. Hal ini menunjukkan bahwa

kedua metode tersebut secara konsisten menilai kinerja simpang berada pada kondisi operasional yang kurang baik.

Kondisi Proyeksi 5 Tahun Mendatang

Arus Lalu Lintas Proyeksi 5 Tahun

Arus lalu lintas proyeksi 5 tahun dihitung menggunakan metode proyeksi geometrik dengan persamaan : $P_n = P_o \times (1+i)^n$, dengan P_o adalah arus jumlah kendaraan pada masa sekarang, i adalah laju pertumbuhan kendaraan dan n adalah periode proyeksi dalam tahun (Pratama *et al.*, 2022). Hasil perhitungan volume lalu lintas proyeksi 5 tahun disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Volume Lalu Lintas Proyeksi 5 Tahun.

Pendekat	Arus Lalu Lintas (kend/jam)			Arus Lalu Lintas (SMP/jam)		
	SM	KS	MP	SM = (0,15)	KS = (1,30)	MP = (1)
Jl. Raden Kusno (U)	2722	71	208	408,36	92,3	208
Jl. Raden Kusno (S)	2744	124	263	411,57	161,6	263
Jl. A. Djaelani (B)	1597	10	119	239,57	13,2	119
Jl. Sujarwo (T)	1612	5	52	241,82	6,6	52

Analisis Kinerja Simpang

Pada proyeksi 5 tahun, kinerja simpang dianalisis melalui PKJI 2023 dan simulasi VISSIM. Hasil perhitungan parameter, yang meliputi kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan dan tingkat pelayanan, disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Kinerja Simpang 5 Tahun Mendatang.

Pendekat	PKJI 2023						Software VISSIM			
	C	D _J	P _A	T _i	T _{rata}	LOS	P _A	T _i	T _{rata}	LOS
Jl. Raden Kusno (U)	1185	0,598	122,16	46,66			234,76	133,87		
Jl. Raden Kusno (S)	1183	0,707	143,04	49,18	48,97	E	237,63	121,67	131,29	F
Jl. A. Djaelani (B)	887	0,419	90,97	51,71			136,81	156,31		
Jl. Sujarwo (T)	1195	0,252	54,50	50,47			93,23	126,93		

Diperoleh nilai tundaan rata-rata dari metode PKJI 2023 sebesar 48,97 detik dan dari simulasi VISSIM sebesar 131,29 detik. Meskipun terdapat perbedaan nilai tundaan yang cukup signifikan, kedua metode menunjukkan bahwa kinerja simpang mengalami penurunan pada masa mendatang. Hal ini terlihat dari tingkat pelayanan yang berada pada kondisi buruk, yaitu LOS E menurut PKJI 2023 dan LOS F berdasarkan simulasi VISSIM.

Tindakan Penanganan Pada Simpang

Berdasarkan hasil analisis pada kondisi saat ini, kinerja simpang menunjukkan nilai tundaan yang relatif tinggi sehingga diperlukan tindakan penanganan untuk meningkatkan kinerja dan tingkat pelayanannya. Tindakan penanganan yang dirumuskan berdasarkan kondisi saat ini tersebut selanjutnya diterapkan pada kondisi proyeksi 5 tahun mendatang.

Tindakan Penanganan Pada Kondisi Saat Ini

Tindakan penanganannya berupa perubahan pengaturan sinyal dari 4 fase dengan waktu siklus 120 detik menjadi 3 fase dengan waktu siklus 70 detik. Hal tersebut dilakukan untuk meningkatkan efisiensi distribusi waktu hijau sehingga dapat menurunkan tundaan simpang (Anggraeny *et al.*, 2026). Hasil penerapan pengaturan ini disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Kinerja Simpang Setelah Penerapan Tindakan Penanganan.

Pendekat	PKJI 2023						Software VISSIM			
	C	D _J	P _A	T _i	T _{rata}	LOS	P _A	T _i	T _{rata}	LOS
Jl. Raden Kusno (U)	1330	0,261	30,82	24,63	24,50	C	20,40	29,99	29,43	C
Jl. Raden Kusno (S)	1326	0,285	31,10	22,94			35,93	34,39		
Jl. A. Djaelani (B)	815	0,457	48,73	25,82			9,48	22,22		
Jl. Sujarwo (T)	1102	0,304	31,75	24,67			7,33	18,70		

Tindakan Penanganan Pada Kondisi 5 Tahun Mendatang

Tindakan penanganan yang diterapkan mengacu pada hasil optimasi kondisi saat ini yaitu perubahan pengaturan sinyal menjadi 3 fase dengan waktu siklus 70 detik, pelebaran jalan serta penambahan lajur khusus belok kiri untuk jalan mayor. Penambahan ini dapat dilakukan untuk menekan nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan (Wijaya, 2021). Data penanganan tersebut ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Proyeksi Kinerja Simpang 5 Tahun Mendatang Setelah Penanganan.

Pendekat	PKJI 2023						Software VISSIM			
	C	D _J	P _A	T _i	T _{rata}	LOS	P _A	T _i	T _{rata}	LOS
Jl. Raden Kusno (U)	1417	0,421	52,02	25,64	27,04	D	64,76	39,28	32,01	C
Jl. Raden Kusno (S)	1345	0,616	76,28	26,17			36,27	26,53		
Jl. A. Djaelani (B)	1165	0,662	79,28	28,65			18,66	25,78		
Jl. Sujarwo (T)	1165	0,604	70,23	27,47			15,43	23,47		

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis PKJI 2023 dan VISSIM, kondisi saat ini untuk persimpangan Jalan Raden Kusno – Jalan A. Djaelani – Jalan Sujarwo memiliki tundaan 45,12 – 60,56 detik dengan LOS E, dan pada proyeksi 5 tahun meningkat menjadi 48,97 – 131,29 detik dengan LOS E – F. Pengaturan sinyal 3 fase pada kondisi saat ini dapat menurunkan tundaan menjadi 24,50 – 29,43 detik (LOS C) sedangkan pada proyeksi 5 tahun, kombinasi sinyal 3 fase, pelebaran jalan dan penambahan lajur belok kiri jalan terus dapat menurunkan tundaan menjadi 27,04 – 32,01 detik (LOS C – D). Penelitian selanjutnya, disarankan mencoba alternatif lain seperti sinyal 2 fase atau menggunakan waktu siklus yang berbeda untuk jam puncak pagi, siang dan sore.

DAFTAR REFERENSI

- Ado, A. Y. E., Handayani, A. T., & Astutik, H. P. (2024). Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan software PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Proliman, Prambanan) Tamanmartani, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Spektrum Sipil*, 11(2), 97-108. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v11i2.361>
- Amarwati, A. G., Rokhmawati, A., & Ingsih, I. S. (2024). Evaluasi kinerja lalu lintas pada simpang empat Mergan Kota Malang dengan software VISSIM. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14(2), 112-120.
- Anggraeny, E., Utomo, N., & Alfiansyah, A. D. (2026). Analisis kinerja simpang bersinyal dan penanganan dampak kemacetan pada Jalan Raya Jenggala - Jalan Raya Pahlawan Kecamatan Gedangan dengan metode PKJI 2023. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 344-352. <https://doi.org/10.33084/mits.v14i1.11418>
- Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Mempawah. (2026). *Sistem informasi penyelenggaraan jalan Kabupaten Mempawah*. SimpelJak. Diakses dari <https://simplerjak.mempawahkab.com/petajalan>, diakses tanggal 18 Februari 2026.
- BPS Kabupaten Mempawah. (2025). *Kabupaten Mempawah dalam angka*. BPS Kabupaten Mempawah. Diakses dari <https://mempawahkab.bps.go.id>
- BPS Kalimantan Barat. (2025). *Provinsi Kalimantan Barat dalam angka* (Vol. 42, 2025). BPS Kalimantan Barat. Diakses dari <https://kalbar.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/92f4a45275e2718dfbc93890/provinsi-kalimantan-barat-dalam-angka-2025.html>
- Cahya P. P., A., Angelica, E. G., Setijowarno, D., & Hartanto, D. (2024). Optimalisasi kinerja simpang bersinyal menggunakan metode pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan program PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Peterongan dan Simpang Ahmad Yani). *G-SMART Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang*, 8(1), 17-27. <https://doi.org/10.24167/gsmart.v8i1.11477>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI) 2023*. Diakses dari <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/09pbm2023-pedoman-kapasitas-jalan-indonesia->
- Dyahtari, O. M., R, R. C. B., & Sunandar, A. (2025). Optimalisasi kinerja simpang bersinyal di Kabupaten Tabanan (Studi Kasus: Simpang Gubug). xx(x), 1-10. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.vxxix.xx>
- Mariana, D. (2021). Simpang SMA 1 Mempawah rawan kecelakaan, sepekan 3 kecelakaan. *Kumparan*. Tersedia di: <https://kumparan.com/hipontianak/simpang-sma-1-mempawah-rawan-kecelakaan-sepekan-3-kecelakaan-1x6OCZqmLxi>, diakses tanggal 18 Februari 2026.
- Maulana, A. R., Prasetyo, Y. P. W., & Sujatmiko, H. (2024). Analisis kinerja simpang bersinyal berbasis software VISSIM di Banyuwangi. *Jurnal Kajian Ilmiah Multidisipliner*, 8(8), 1-16.
- Pranata, Y., Sumiyattinah, & Azwansyah, H. (2024). Evaluasi kinerja lalu lintas simpang bersinyal empat lengan pada persimpangan Jl. Aliyang - Jl. Yos Sudarso Kota Singkawang menggunakan software VISSIM. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, Dan Tambang*, 11(2), 1-10. <https://doi.org/10.26418/jelast.v11i2.80898>

- Pratama, A. S., Hermawanto, T., & Astuti, R. I. (2022). Evaluasi kinerja simpang empat bersinyal pada persimpangan Jalan Tanjung - Jalan Aryo Blitar - Jalan Bengawan Solo. *Journal of Science Nusantara*, 2(4), 156-167. <https://doi.org/10.28926/jsnu.v2i4.609>
- 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*, 4(7), 4. <https://doi.org/10.17977/um068.v4.i7.2024.4>
- Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015*. Diakses dari <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/103494/permenhub-no-96-tahun-2015>
- Romadhona, P. J., & Daulay, M. R. H. (2018). Estimasi kinerja ruas jalan dengan pengaturan lalu lintas satu arah pada kawasan Jetis, Yogyakarta. *Jurnal Teknisia*, 23(1), 439-448.
- Safri, A., Das, A. M., & Dony, W. (2021). Evaluasi simpang empat bersinyal Jalan Kolonel Polisi M Taher Kota Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 94-98. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.54>
- Sari, E. P., Robby, & Murniati. (2023). Analisis volume lalu lintas pada simpang bersinyal studi kasus persimpangan Jl. Rajawali - Jl. Hiu Putih di Kota Palangka Raya. *Basement: Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 106-113. <https://doi.org/10.36873/basement.v1i2.9184>
- Supriyanto, B., Pranoto, & Prabandari, C. (2025). Evaluasi kinerja simpang bersinyal Jalan Galunggung-Jalan Bondowoso-Jalan Raya Tidar dengan menggunakan program PTV VISSIM 9.0. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 8(2), 371-382. <https://doi.org/10.24912/jmts.v8i2.31756>
- Wijaya, M. I. (2021). Pengaruh belok kiri langsung (Ltor) terhadap kinerja simpang bersinyal (Jl. Moh. Yamin - Jl. Juanda). *Jurnal Sains Dan Teknologi Tadulako*, 7(2), 103-118. <https://doi.org/10.22487/jstt.v7i2.380>