

EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL MENGUNAKAN METODE PKJI 2023

(Studi Kasus: Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta)

Krisna Setya Nugraha¹, Suryanto², Muhamad Arifin²

Email : krisnaipin00@gmail.com, suryantonandan@gmail.com, nifira.arkana@gmail.com

ABSTRAK: Permasalahan lalu lintas dapat dijumpai dari berbagai faktor, salah satunya pertumbuhan sarana, prasarana, dan fasilitas transportasi. Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram merupakan persimpangan yang terkena dampak dari peningkatan volume kendaraan. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI, 2023) menjadi acuan untuk memandu pengerjaan, lalu dilakukan permodelan menggunakan *Software* PTV Vissim. Hasil penelitian ini meninjau kondisi eksisting, dan dengan alternatif yang efisien untuk kinerja simpang bersinyal. Pada penelitian ini menghasilkan nilai derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tundaan.

Kata kunci: Simpang bersinyal, PKJI 2023, Derajat kejenuhan, Tundaan, Panjang antrian, *PTV Vissim*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebuah kawasan mempunyai keterkaitan erat dan saling berhubungan dengan pertumbuhan tingkat perjalanan atau aksesibilitas masyarakat. Salah satu pertumbuhan tersebut yakni dalam bidang sarana dan prasarana yang baru. Perkembangan tersebut tentunya menuntut adanya perencanaan transportasi yang cermat agar dapat melayani kebutuhan aktivitas masyarakat.

Untuk itu permasalahan kemacetan menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Simpang empat bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta memiliki volume lalu lintas yang cukup padat terutama pada jam sibuk di pagi hari dan sore hari atau *peak hours*.

Dari beberapa permasalahan tersebut perlu dilakukan evaluasi kinerja simpang empat bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta guna meningkatkan arus mobilitas yang efektif. Penelitian ini menggunakan metode analisis Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023), kemudian hasil perhitungan disimulasikan dengan *Software PTV VISSIM*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil permodelan sesudah mendapatkan alternatif pada simpang empat bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta menggunakan *Software PTV VISSIM*?
2. Bagaimana alternatif solusi untuk meningkatkan kinerja simpang dan mengurangi kemacetan pada arus simpang empat bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan

¹ Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

² Dosen Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Selokan Mataram menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023)?

1.3 Rumusan Masalah

1. Menganalisis kinerja simpang empat bersinyal Jalan Magelang kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta, menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023), dan memodelkan dengan *Software PTV VISSIM*.
2. Menyusun dan merekomendasikan penanganan pada simpang empat bersinyal Jalan Magelang kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta, apabila kondisi simpang memiliki tingkat arus lalu lintas simpang yang melebihi kapasitasnya atau sudah mendekati ambang maksimum.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui permasalahan yang terjadi pada simpang empat bersinyal Jalan Magelang kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta. Dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan kepada pihak terkait dalam mengupayakan usaha peningkatan pelayanan lalu lintas khususnya di Kota Yogyakarta.
2. Memberikan visualisasi dan informasi mengenai hasil analisis dengan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) dan *Software PTV VISSIM* setelah dilakukan penelitian pada waktu siklus, hijau efektif, serta lebar ruas jalan.

1.5 Batasan Masalah

1. Simpang yang menjadi objek penelitian adalah Simpang Empat bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta.
2. Jenis kendaraan yang dianalisis adalah Kendaraan Bermotor (SM), Mobil Penumpang (MP), Bus Sedang dan Mobil Angkutan (KS), Bus Besar (BB), Mobil Angkutan Barang (TB).
3. Penelitian dilakukan selama 3 hari yakni Minggu, Senin, Rabu pada jam yaitu antara pukul 07.00 – 08.30 WIB, 16.00 – 17.30 WIB, bertepatan tanggal merah.
4. Perhitungan waktu siklus mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023), serta membuat simulasi menggunakan *Software PTV VISSIM*.

1.6 Keaslian Penelitian

1. Enrico Pria Anggana & Usman Al-Attas (2018), dengan judul Evaluasi Kinerja APILL dengan Menggunakan Aplikasi Vissim dan SSA (Studi Kasus Simpang Langon Kota Tegal)
2. Siti Nahiha (2023), dengan judul Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 (Studi Kasus : Jalan Pramuka dan Jalan Sembilang Kota Pekanbaru)

Tabel 1. Gradasi agregat gabungan untuk campuran laston

Ukuran Ayakan (mm)	%Berat Yang Lolos Terhadap Agregat dalam Campuran Laston (AC-WC)		
	Laston (AC-WC)		
	WC	BC	Base
37,5			100
25		100	90-100
19	100	90-100	76-90
12,5	90-100	75-90	60-78
9,5	77-90	66-82	52-71
4,75	53-69	46-64	35-54
2,36	33-53	30-49	23-41
1,18	21-40	18-38	13-30
0,600	14-30	12-28	10-22
0,300	9-22	7-20	6-15
0,150	6-15	5-13	4-10
0,075	4-9	4-8	3-7

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Tabel 6.3.2.3

2. Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 (Studi Kasus : Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta)
(Krisna Setya Nugraha¹, Suryanto², Muhamad Arifin²)

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Transportasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), transportasi merupakan perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakan oleh manusia maupun mesin. Dengan adanya sistem transportasi, manusia akan dimudahkan untuk melakukan sebuah aktivitas. Manusia dapat lebih hemat energi dan dapat mengatur waktu maupun tujuan yang ingin diinginkan.

2.2 Simpang

Simpang adalah pertemuan dua atau lebih jalan sebidang. Simpang dapat berupa simpang tiga, simpang empat, simpang banyak, simpang bergeser, ataupun simpang bundaran. Persimpangan sebidang (*At Grade Intersection*) adalah persimpangan dimana ruas jalan pada suatu bidang. Simpang tidak sebidang (*Grade Separated Intersection*) adalah persimpangan dimana jalan raya yang menuju ke persimpangan ditempatkan pada ketinggian yang berbeda. (PKJI, 2023)

2.3 Waktu Isyarat APILL

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (*i*) adalah titik yang menghasilkan (M_{SEMUA}) terbesar. (M_{SEMUA}) diperlukan untuk pengosongan area konflik dalam simpang pada akhir setiap fase. Terdapat beberapa cara untuk menentukan waktu isyarat APILL yakni :

1. Waktu Merah Semua dan Waktu Hijau Hilang Total
2. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

2.4 Klasifikasi Kendaraan

Kendaraan pada arus lalu lintas diklasifikasikan menjadi 5 (lima) jenis kendaraan, yaitu Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Sepeda Motor (SM), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB). (PKJI, 2023)

2.5 Kapasitas Simpang Bersinyal (APILL)

Menurut (PKJI, 2023) APILL mengatur lalu lintas simpang dengan cara meminimalkan konflik, baik konflik primer maupun konflik sekunder dengan memisahkan waktu berjalannya arus. Analisis kapasitas untuk setiap pendekatan dilakukan secara terpisah. Satu lengan simpang dapat terdiri dari satu pendekatan atau lebih (menjadi dua atau lebih sub-pendekatan, termasuk pengaturan fasenya. Namun untuk menentukan kapasitas simpang harus menghitung derajat kejenuhan. Persamaan 2.1 yang dipakai untuk menentukan kapasitas simpang sebagai berikut :

$$C = J \times \frac{W_H}{S} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.6 Penentuan Arus Jenuh

Arus jenuh (J , SMP/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor-faktor koreksi untuk penyimpangan kondisi *eksisting* terhadap kondisi ideal. Arus Jenuh (J) dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.2. (PKJI, 2023).

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \dots\dots\dots (2.2)$$

$R_{q/J}$ dihitung menggunakan Persamaan 2.3

$$R_{q/J} = \frac{q}{J} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.7 Kinerja Simpang Bersinyal (APILL)

Tingkat pelayanan adalah suatu ukuran kualitatif yang dapat menjelaskan kondisi suatu jaringan lalu lintas dan persepsi dari pengemudi dan/atau penumpang terhadap kondisi-kondisi tersebut. Arus lalu lintas jam perencanaan, q_{JP} , harus dihitung menggunakan nilai K yang berlaku dan LHRT yang representatif.(PKJI,2023). Berikut Persamaan 2.4 untuk menghitung arus lalu lintas EMP :

$$q_{JP} = LHRT \times K \dots\dots\dots (2.4)$$

Peluang Antrian adalah jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat lampu hijau (N_q) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (SMP) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{q1}) ditambah jumlah kendaraan (SMP) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (N_{q2})).

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$N_{q1} = 0,25 \times s \times \left\{ (D_J - 1) + \frac{\sqrt{(D_J - 1)^2 + 8 \times (D_J - 0,5)}}{s} \right\} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$N_{q2} = s \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_J)} \times \frac{q}{3600} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P_A = N_q \frac{20}{L_M} \dots\dots\dots (2.8)$$

Derajat kejenuhan (D_J)

$$D_J = \frac{q}{c} \dots\dots\dots (2.9)$$

(R_{KH}) yaitu rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu Simpang APILL terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut.

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600 \dots\dots\dots (2.10)$$

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}), adalah jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu Simpang APILL.

$$N_{KH} = q \times R_{KH} \dots\dots\dots (2.11)$$

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat (i) dihitung :

$$T_i = T_{LLi} + T_{Gi} \dots\dots\dots (2.12)$$

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat (i) dapat ditentukan dari :

$$TL = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_J)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c} \dots\dots\dots (2.13)$$

- 4 Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 (Studi Kasus : Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta)
(Krisna Setya Nugraha¹, Suryanto², Muhamad Arifin²)



Tundaan geometrik rata-rata pada suatu pendekat (*i*) dapat diperkirakan menggunakan :

$$TG = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \dots\dots\dots (2.14)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Kelurahan Sinduadi, Kapanewon Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, tepatnya di Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 – Jalan Selokan Mataram Yogyakarta.

3.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara survei selama tiga hari yakni Minggu, Senin, Rabu pada jam sibuk yaitu pukul 07.00 - 08.30 WIB untuk pagi hari dan 16.00 – 17.30 WIB untuk sore hari, bertepatan tanggal merah.

3.3 Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan *handphone*, formulir survei, alat tulis, pita ukur atau meteran.

3.4 Pengumpulan Data

- a. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi pemerintah terkait yakni : *Studi literature* dari penelitian yang terdahulu yang berkaitan dengan penelitian serupa, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023).
- b. Data primer data yang diperoleh dengan cara melakukan pengamatan/ survei langsung di lokasi penelitian, yakni : Data geometrik jalan, data volume lalu lintas, data siklus lampu lalu lintas.

3.5 Metode Analisa Data

Data yang diambil dari hasil survei lapangan kemudian dilakukan analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) untuk mengetahui kondisi kinerja simpang empat bersinyal yang diamati, serta mensimulasikan dengan *software PTV VISSIM*.

4. ANALISIS DAN PEMBAHSAN

4.1 Data Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk di Kota Yogyakarta berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta pada tahun 2025 adalah 4,17 juta jiwa. Data ini digunakan untuk mendapatkan ukuran kota yang dapat di lihat di PKJI 2023.

4.2 Data Geometrik

Tabel 2. Data Geometrik

Jalan	Lebar Jalan (m)	Lebar Pendekat (m)	Median	Marka	Bahu Jalan (m)
Jl. Magelang Kilometer 5 (Utara)	15,20	7,60	Ada	Ada	Ada
Jl. Magelang Kilometer 5 (Selatan)	15,00	7,50	Ada	Ada	Ada
Jl. Selokan Mataram (Timur)	13,50	6,75	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
Jl. Selokan Mataram	5,50	2,75	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

4.3 Alternatif Pemecah Masalah

Adapun solusi yaitu dengan cara perbaikan simpang menggunakan alternatif. Perbaikan simpang menggunakan alternatif dengan cara :

1. Perubahan fase sinyal
2. Perbaikan kinerja simpang dengan pengaturan ulang waktu siklus lampu lalu lintas dan penerapan sistem satu arah masuk di pendekaat barat

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Alternatif I

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	Pa (m)	T (dtk/jam)	Level Of Service (LOS)
Utara	1058	1171,47	0,90	92,74	48,30	E
Selatan	1071	1081,14	0,99	97,49	54,84	E
Timur	411	487,07	0,84	42,13	59,44	E
Barat	120	403,36	0,30	13,85	52,83	E

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Alternatif II

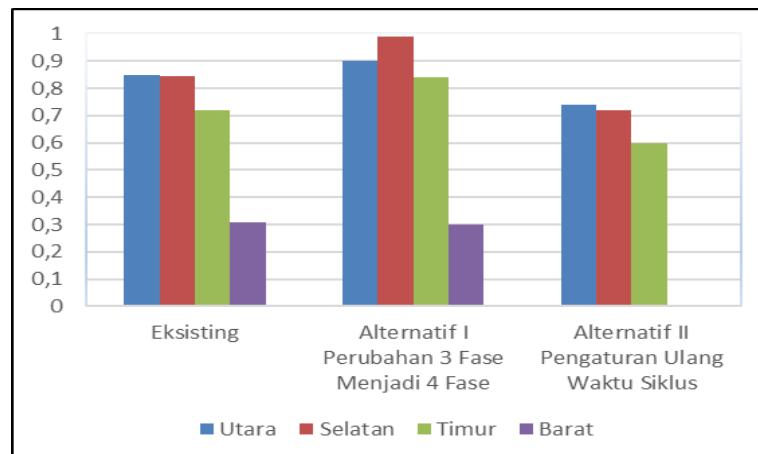
Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	Pa (m)	T (dtk/jam)	Level Of Service (LOS)
Utara	1058	1543,68	0,69	65,45	32,31	D
Selatan	1042	1522,21	0,68	65,68	32,90	D
Timur	409	604,92	0,68	31,60	44,52	E

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

- 6 Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 (Studi Kasus : Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram Yogyakarta)
(Krisna Setya Nugraha¹, Suryanto², Muhamad Arifin²)

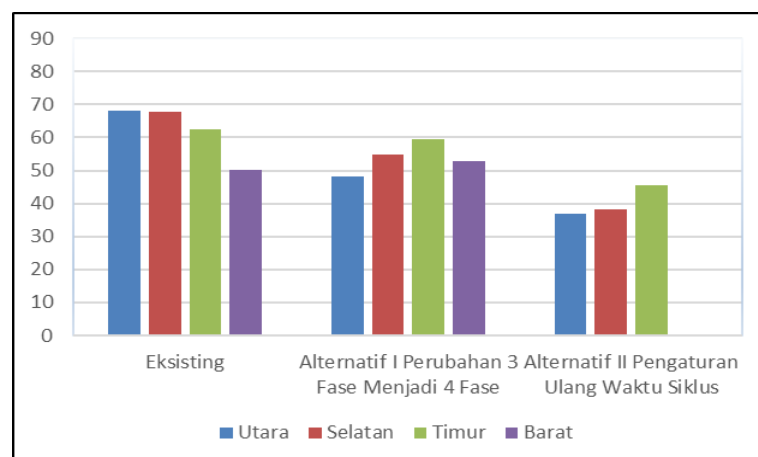
4.4 Penerapan Untuk Alternatif Solusi

Untuk memperbaiki kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram yakni pengaturan ulang waktu siklus dan perubahan jumlah fase dari 3 fase menjadi 4 fase. Parameter yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kinerja simpang adalah derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), dan peluang antrian (P_a).



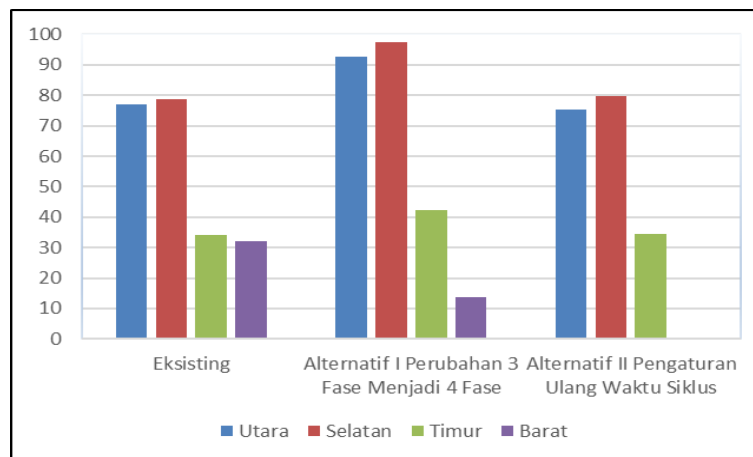
Gambar 1. Grafik Perbandingan Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting dan Alternatif Peningkatan Kinerja Simpang
(Sumber :Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan grafik diatas kondisi eksisting didapatkan nilai derajat kejenuhan (D_j) pada lengan pendekat Utara 0,84, Selatan 0,84, Timur 0,72, Barat 0,31. Pada pendekat Utara, Selatan, menunjukan nilai derajat kejenuhan yang tinggi yaitu (D_j) > 0,75, maka diperlukan alternatif untuk memperbaiki kinerja simpang bersinyal. Pada alternatif I nilai derajat kejenuhan pendekat Utara menjadi 0,90, pendekat menjadi Selatan 0,99, pendekat Timur menjadi 0,84. Untuk alternatif II derajat kejenuhan pendekat Utara menjadi 0,69, pendekat Selatan menjadi 0,68, pendekat Timur menjadi 0,68, pendekat Barat menjadi jalur satu arah masuk.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tundaan (det/smp) Kondisi Eksisting dan Alternatif Peningkatan Kinerja Simpang
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan grafik diatas pada kondisi eksisting diketahui tundaan (T) pada pendekat Utara sebesar 68,10 detik/smp, pendekat Selatan sebesar 67,84, pendekat Timur sebesar 62,44 detik/smp. Pada penerapan alternatif I nilai tundaan (T) pada pendekat Utara sebesar 48,30 detik/smp, pendekat Selatan sebesar 54,84 detik/smp, pendekat Timur sebesar 59,44 detik/smp, pendekat Barat sebesar 52,83 detik/smp. Kemudian untuk alternatif II nilai tundaan (T) pada pendekat Utara sebesar 32,31 detik/smp, pendekat Selatan sebesar 32,90, pendekat Timur sebesar 44,56 detik/smp, pendekat Barat menjadi jalur satu arah masuk.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Peluang Antrian (m) Kondisi Eksisting dan Alternatif Peningkatan Kinerja Simpang
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa nilai peluang antrian (P_a) kondisi eksisting pada lengan pendekat Utara 76,97 m, pendekat Selatan 78,85 m, pendekat Timur 34,25 m, pendekat Barat 32,00 m. Pada penerapan alternatif I pendekat Utara 92,74 m, pendekat Selatan 97,49 m, pendekat Timur 42,13 m, pendekat Barat 13,85 m. Sedangkan pada penerapan alternatif II dapat diketahui peluang antrian (P_a) yaitu pendekat Utara 65,45 m, pendekat Selatan 65,68 m, pendekat Timur 31,80 m, pendekat Barat menjadi jalur satu arah masuk.

Berdasarkan hasil perbandingan kondisi eksisting dan kedua alternatif yang diterapkan, bahwa hasil dari alternatif II merupakan alternatif yang baik untuk meningkatkan kinerja simpang empat bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis yang sudah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan dari Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram sebagai berikut :

- Penelitian dilakukan selama 3 hari pada jam sibuk dan mendapatkan nilai arus lalu lintas 1058 smp/jam, dan untuk volume kendaraan tertinggi terjadi di hari Minggu, 26 Januari 2025 yakni 2576 kend/jam
- Nilai derajat kejenuhan (D_j) mencapai 0,848, tundaan (T) mencapai 64,07 det/smp dan tingkat pelayanan dalam Peraturan Menteri Perhubungan No.96 Tahun 2015 *Level Of Service* kategori kelas F untuk eksisting.
- Dari kedua alternatif yang didapatkan sebagai berikut :

- 1) Alternatif I : menurut perhitungan (PKJI, 2023), nilai derajat kejenuhan (Dj) mencapai 0,99 det/smp, tundaan (T) simpang diperoleh sebesar 59,44 detik/smp, dengan tingkat pelayanan *Level Of Service* kategori kelas E
 - 2) Alternatif II : menurut perhitungan (PKJI, 2023), nilai derajat kejenuhan (Dj) mencapai 0,68 det/smp, tundaan (T) rata- rata simpang diperoleh sebesar 34,56 detik/smp, dengan tingkat pelayanan *Level Of Service* kategori kelas D. Namun dengan sistem penerapan jalur satu arah di pendekat Barat nilai derajat kejenuhan menjadi lebih efisien.
- d. Menganalisis nilai eksisting dan dua alternatif. Alternatif I perubahan fase yang awalnya 3 fase menjadi 4 fase, alternatif II perbaikan waktu siklus dan menerapkan jalur satu arah masuk ke pendekat barat. Untuk alternatif yang bisa diterapkan dalam perbaikan kinerja adalah alternatif II tentang perbaikan waktu siklus.

Berdasarkan hasil Kesimpulan yang telah dipaparkan diatas, terdapat beberapa saran terkait Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Magelang Kilometer 5 dan Jalan Selokan Mataram. Saran yang penulis dapat berikan yaitu :

- a. Perlu adanya perbaikan waktu siklus untuk kondisi eksisting supaya tingkat pelayanan (*Level Of Service*) lebih efisien. Nilai tundaan eksisting yang awalnya 68,07 det/smp menjadi 34,56 det/smp, sehingga dapat menghasilkan nilai (*Level Of Service*) dari F menjadi D.
- b. Penerapan sistem jalur satu arah masuk pada pendekat Barat karena bisa mempengaruhi nilai derajat kejenuhan yang awalnya $> 0,75$ menjadi $< 0,75$. Jalur ini diterapkan sebagai jalur alternatif jika ingin menuju ke Jalan Kabupaten, dan jika ingin menuju ke Jalan Magelang dari arah Jalan Kabupaten, bisa melewati Jalan Jambon.
- c. Untuk pendekat utara perlu ditambahkan rambu belok kiri jalan terus, supaya dapat mengurangi peluang antrian, serta tundaan.
- d. Perlu adanya penelitian lanjutan terkait dengan permodelan persimpangan ini, yang semula simpang sebidang menjadi simpang tak sebidang. Karena dengan adanya permodelan simpang tak sebidang, akan mengurangi dampak dari kemacetan kendaraan dari titik konflik simpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisha, N., Octaviani, C., & Latifa, E. A. (2024). *Kinerja simpang bersinyal: analisis dengan pkji 2023 dan simulasi dengan aplikasi pemodelan lalu lintas*.
- Alimukti, P. (2022). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Ptv Vissim 22 (Studi Kasus: Simpang Empat Paal 10 Kota Jambi)* (Vol. 22).
- Ari Widya Permana, S.T., M. ., Suncoro, I. S., & Ashari, Y. (2023). *Evaluasi Kinerja Ruas Jalan Akibat Putaran Balik Pada Segmen Ruas Jalan R.T.A. Milono Di Depan Bank Kalteng Palangka Raya. Anggota I.*
- Arianda, M., Haris, V. T., & Lubi, F. (2024). *EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL JALAN KAHARUDDIN NASUTION – JALAN PASIR PUTIH KOTA PEKANBARU*. 18, 6–13.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pkji 2023. Kementerian PUPR*, 2(21), 352.
- Kurniawan, M. R., Ardian, W. A., Mawardi, A. F., Studi, P., Tiga, D., Sipil, T., Teknik, D., Sipil, I., & Vokasi, F. (2017). *3. Evaluasi Kinerja Simpang 3 Bersinyal ITS (Full)*.
- Kusprasetyo, D., Muhammad, E., & Irawan, Z. (2023). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal*

- Menggunakan Metode PKJI 2023 (Studi Kasus: Simpang Bersinyal Sentul, Yogyakarta). 2023(3), 55–56. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>*
- Nindita, F. A. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta). *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 1–140.
- Progo, K. (2023). *Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten / Kota dan Jenis Kendaraan di D . I . Yogyakarta (unit), 2021 – 2023 Number of Registered Motor Vehicles by Regency / Municipality and Type of Motor Vehicles in D . I . Yogyakarta , 2021-2023. 2023.*
- 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>
- Sanjaya, A. B. (2020). Analisis Dan Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Metode Mkji 1997. *Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 1997.*
- Surentu, R. V., Yacob, S., Rompis, R., Ingrid, L., & Lefrandt, R. (2024). *Pengaruh Proporsi Sepeda Motor Terhadap Panjang Antrian Kendaraan Pada Simpang Bersinyal Jalan Yos Sudarso Paal 2. 6(2), 66–77.*

