

Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan Program PTV Vissim (Studi Kasus : Simpang Peterongan dan Simpang Ahmad Yani)

Aditia Cahya P. P¹; Eurene Gracia A²; Djoko Setijowarno³; Daniel Hartanto⁴
email: ²19b10029@student.unika.ac.id

^{1,2}Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

^{3,4}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata,
Jl. Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Abstrak

Transportasi merupakan elemen krusial dalam kehidupan kota, pemerintahan, dan masyarakat. Pertumbuhan signifikan kendaraan bermotor di Kota Semarang yang tidak diiringi dengan peningkatan yang sebanding pada prasarana transportasi mengakibatkan masalah seperti antrian panjang pada beberapa simpang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisir terjadinya kemacetan dengan melakukan optimalisasi kinerja simpang. Perhitungan kinerja simpang kondisi eksisting dilakukan untuk mendapatkan nilai kinerja pada kondisi eksisting. Selanjutnya, dilakukan optimalisasi untuk mendapatkan nilai kinerja yang lebih baik. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan PKJI 2023 dan menggunakan program PTV Vissim untuk mendapatkan nilai kinerja simpang kondisi eksisting dan nilai kinerja simpang setelah dilakukan optimalisasi. Dari hasil analisis menggunakan metode PKJI 2023, Simpang Ahmad Yani mengalami peningkatan kinerja simpang dari kategori LoS F menjadi C, sedangkan Simpang Peterongan dari kategori LoS F menjadi C. Untuk hasil analisis menggunakan program PTV Vissim, Simpang Ahmad Yani mengalami peningkatan kinerja simpang dari kategori LoS E menjadi B, sedangkan Simpang Peterongan dari kategori LoS D menjadi B.

Kata kunci : PKJI 2023, PTV Vissim, Simpang Bersinyal, Simpang APILL.

Abstract

Transportation is a crucial element in the life of the city, government, and society. The significant growth of motorized vehicles in Semarang City, without a proportional improvement in transportation infrastructure, has resulted in problems such as long queues at several intersections. The aim of this research is to minimize congestion by optimizing intersection performance. Performance calculations for existing conditions are conducted to obtain values for the current state. Subsequently, optimization is carried out to achieve better performance values. The method used in this research involves the use of the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2023 and the PTV Vissim program to obtain performance values for existing conditions and values after optimization. From the analysis using the PKJI 2023 method, the Ahmad Yani Intersection has improved from LoS F to C, while the Peterongan Intersection has improved from LoS F to C. In the PTV Vissim program analysis, the Ahmad Yani Intersection has improved from LoS E to B, and the Peterongan Intersection has improved from LoS D to B.

Keywords: PKJI 2023, PTV Vissim, signalized intersection.

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu komponen utama dalam sistem kehidupan, sistem pemerintahan, serta kemasyarakatan. Jalur transportasi telah dirancang dan digunakan oleh manusia sejak tahun 30.000 Sebelum Masehi (SM). Salah satu fungsi dasar transportasi adalah menghubungkan dari satu tempat ke tempat lainnya (Khisty dan Lall, 2006). Sebagai suatu prasarana transportasi, jalan adalah moda transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas (Pemerintah Republik Indonesia, 2022). Prasarana transportasi memberikan kontribusi bagi masyarakat untuk meningkatkan produktivitas serta daya saing yang dapat meningkatkan perekonomian nasional yang lebih kuat (Kemenkeu, 2021). Selain itu pembangunan prasarana transportasi jalan, pelabuhan, serta bandara serta infrastruktur lainnya dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi berdasarkan produksi, efisiensi, dan percepatan pembangunan sektor industri (Zang dan Cheng, 2023).

Kota Semarang merupakan salah satu kota terbesar di Provinsi Jawa Tengah memiliki luas wilayah 373,78 km² dengan jumlah penduduk Kota Semarang adalah 1.659.975 jiwa serta nilai kepadatan penduduk 4441,05 jiwa/km² (BPS, 2023). Selain itu jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang baik transportasi umum, maupun transportasi pribadi mengalami peningkatan dari tahun 2019 sejumlah 1.651.895 kendaraan menjadi 1.875.781 kendaraan pada tahun 2023 (BPS Provinsi Jawa Tengah, 2023). Peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang tidak diiringi dengan perkembangan fasilitas prasarana transportasi yang ideal dapat menimbulkan permasalahan seperti panjang antrian cukup panjang pada simpang hingga efisiensi bahan bakar seperti yang terjadi pada Simpang Ahmad Yani dan Simpang Peterongan.

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 merupakan pengembangan terhadap Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Pengembangan ini dilakukan

atas dasar kondisi lalu lintas dan jalan yang mengalami peningkatan populasi kendaraan, perubahan komposisi kendaraan, kemajuan dalam teknologi kendaraan serta bertambahnya panjang jalan. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 adalah pedoman yang digunakan dalam kegiatan analisis, perencanaan, perancangan, pembangunan, serta pemeliharaan jalan di Indonesia. Pedoman ini dibuat dengan tujuan untuk memastikan bahwa infrastruktur jalan memenuhi standar keamanan, kualitas, dan keberlanjutan yang digunakan agar dapat memberikan pelayanan yang terbaik bagi pengguna jalan (PKJI, 2023). *Planung Transport Verkher – verkher In Stadten Simulations Models* (PTV Vissim) merupakan perangkat lunak simulasi lalu lintas yang digunakan untuk memodelkan serta menganalisis sistem transportasi, termasuk aliran lalu lintas serta persimpangan. Dengan menggunakan perangkat lunak simulasi lalu lintas, pengguna dapat menguji berbagai skenario dan strategi untuk meningkatkan efisiensi jaringan jalan, mengurangi kemacetan sehingga tercipta lalu lintas yang tertib dan lancar.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja simpang bersinyal Simpang Ahmad Yani dan Simpang Peterongan menggunakan metode PKJI 2023. Penelitian ini akan menganalisis kinerja Simpang Ahmad Yani dan Simpang Peterongan menggunakan metode PKJI 2023 dan Program PTV Vissim. Dari hasil analisis tersebut, kemudian dilakukan optimalisasi menggunakan teori dari PKJI 2023 serta memodelkan hasil optimalisasi menggunakan program PTV Vissim untuk mengetahui kinerja setelah dilakukan optimalisasi.

Untuk melakukan penelitian ini dibutuhkan tinjauan tentang bagaimana cara penggunaan setiap metodenya. Untuk melakukan perencanaan dan evaluasi kinerja pada kapasitas simpang menggunakan metode PKJI 2023 membutuhkan perhitungan kapasitas pada simpangan (C) dan kinerja lalu lintas pada simpangan yang diukur oleh derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), dan

peluang antrian (P_a). Kapasitas adalah kemampuan suatu simpang lalu lintas untuk menampung arus lalu lintas maksimum per unit waktu, yang diukur dalam satuan SMP/jam. Perhitungan kapasitas pada simpang dilakukan untuk setiap pendekat atau kelompok lajur yang berada di dalam suatu pendekat. Derajat kejenuhan adalah rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas, semakin tinggi arus lalu lintas dan semakin rendah kapasitas, maka mengindikasikan bahwa kapasitas lengan atau simpang tersebut buruk. Tundaan adalah waktu yang dibutuhkan pengemudi atau kendaraan untuk melewati suatu Simpang APILL yang dibandingkan dengan lintasan tanpa Simpang APILL. Panjang antrian adalah panjang kendaraan antri dari mulut simpang sampai kendaraan berhenti terakhir. Dari keempat parameter tersebut, kategori Simpang APILL yang tidak membutuhkan perencanaan desain baru adalah jika nilai derajat kejenuhan pada simpang tersebut kurang dari 0,85 (PKJI,2023).

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan membagi menjadi lima tahapan. Adapun tahapan penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap studi literatur, merupakan tahap penelitian yang meliputi teori dan kajian literatur yang menghasilkan rumus serta dasar teori mengenai kapasitas simpang APILL dan penggunaan PTV Vissim.
2. Tahap survei pendahuluan, merupakan tahap penelitian yang meliputi pengumpulan data kondisi awal pada lokasi penelitian mengenai titik pengamatan, penentuan hari dan waktu survei, dan kebutuhan data.
3. Tahap pengumpulan data, merupakan tahap penelitian yang meliputi pengumpulan data primer dan sekunder meliputi data survei volume lalu lintas, geometri, kondisi lingkungan, dan pengaturan lalu lintas, sedangkan untuk data sekunder meliputi jumlah penduduk Kota Semarang dan peta wilayah Kota Semarang.

4. Tahap pengolahan dan analisis data, merupakan tahap penelitian PKJI 2023 meliputi pengolahan data arus lalu lintas serta kapasitas yang menghasilkan nilai tundaan, panjang antrian, derajat kejenuhan, dan jumlah kendaraan terhenti, sedangkan PTV Vissim menghasilkan output tundaan pada lengan simpang serta tundaan rata-rata simpang.
5. Tahap optimalisasi simpang, merupakan tahap perancangan ulang Simpang APILL untuk mendapatkan nilai kinerja simpang yang lebih baik.

HASIL PENELITIAN

Hasil analisis dan optimalisasi kinerja simpang pada Simpang Ahmad Yani dan Simpang Peterongan dijelaskan sebagai berikut:

Analisis Kinerja Simpang Ahmad Yani Kondisi Eksisting

Data volume lalu lintas jam puncak pada Simpang Ahmad Yani yang didapat selama enam hari survei digunakan untuk melakukan perhitungan analisis menggunakan metode PKJI 2023. Dari hasil analisis didapat nilai derajat kejenuhan untuk masing-masing lengan yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Nilai Derjat Kejenuhan Simpang Ahmad Yani Kondisi Eksisting Metode PKJI 2023

Pendekat	Fase	Tipe Pendekat	Waktu Hijau	Kapasitas (C) (SMP/Jam)	Derajat Kejenuhan (D_i) (SMP/Jam)
Utara	2/3	O	30	821,405	1,129
Selatan	2	O	30	481,721	1,059
Timur	3	P	61	1998,742	0,833
Barat	2	P	31	1165,843	0,834

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 1, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejenuhan pada lengan utara dan selatan menunjukkan nilai lebih dari 0,85. Berdasarkan PKJI 2023 bahwa nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,85 memerlukan

perubahan rencana. Jika ditinjau dari nilai tundaan simpang rata-rata dan tingkat pelayanannya, diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Nilai Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Ahmad Yani Kondisi Eksisting Metode PKJI 2023

Pendekat	Tundaan (T) (Detik)	LoS per lengan	Tundaan Simpang Rata-rata	LoS Simpang Rata-rata
Utara	111	F	82	F (Buruk Sekali)
Selatan	120	F		
Timur	39	D		
Barat	58	E		

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 2, diperlihatkan bahwa nilai dari tundaan simpang rata-rata pada Simpang Ahmad Yani adalah 82 detik, nilai ini dapat dikategorikan ke dalam *level of service* F (buruk sekali). Untuk hasil analisis nilai tundaan menggunakan program PTV Vissim diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Nilai Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Ahmad Yani Kondisi Eksisting Berdasarkan PTV Vissim

Tundaan Simpang Rata-rata (detik)	LoS Simpang Rata-rata
43,58	E (Buruk)

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 3, diperlihatkan bahwa nilai tundaan simpang rata-rata pada Simpang Ahmad Yani adalah 43,58 detik, nilai ini dapat dikategorikan dalam tingkat pelayanan E (Buruk).

Analisis Kinerja Simpang Peterongan Kondisi Eksisting

Data volume lalu lintas jam puncak Simpang Peterongan yang didapat selama enam hari survei digunakan untuk melakukan perhitungan analisis menggunakan metode PKJI 2023. Dari hasil analisis didapat nilai

derajat kejenuhan untuk masing-masing lengan yang diperlihatkan pada Tabel 4.1

Tabel 4: Nilai Derjat Kejenuhan Simpang Peterongan Kondisi Eksisting Metode PKJI 2023

Pendekat	Fase	Tipe Pendekat	Waktu Hijau	Kapasitas (C) (SMP/Jam)	Derajat Kejenuhan (Dj) (SMP/Jam)
Utara	2	O	80	1650,349	0,762
Selatan	2	O	57	911,772	1,090
Timur	3	P	32	463,304	1,086
Barat	1	P	34	363,981	1,190

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 4, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejenuhan pada lengan selatan, timur, dan barat menunjukkan nilai lebih dari 0,85. Berdasarkan PKJI 2023 bahwa nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,85 memerlukan perubahan rencana. Jika ditinjau dari nilai tundaan simpang rata-rata dan tingkat pelayanannya, diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Nilai Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Peterongan Kondisi Eksisting Metode PKJI 2023

Pendekat	Tundaan (T) (Detik)	LoS per lengan	Tundaan Simpang Rata-rata	LoS Simpang Rata-rata
Utara	39	D	139	F (Buruk Sekali)
Selatan	105	F		
Timur	158	F		
Barat	253	F		

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 5, diperlihatkan bahwa nilai dari tundaan simpang rata-rata pada Simpang Peterongan adalah 139 detik, nilai ini dapat dikategorikan ke dalam *level of service* F (buruk sekali). Untuk hasil analisis nilai tundaan menggunakan program PTV Vissim diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6: Nilai Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Peterongan Kondisi Eksisting Berdasarkan PTV Vissim

Tundaan Simpang Rata-rata (detik)	LoS Simpang Rata-rata
38,04	D (Kurang)

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 6, diperlihatkan bahwa nilai tundaan simpang rata-rata pada Simpang Ahmad Yani adalah 38,04 nilai ini dapat dikategorikan dalam tingkat pelayanan D(Kurang).

Optimalisasi Kinerja Simpang Metode PKJI

Optimalisasi simpang merupakan upaya untuk mengoptimalkan suatu simpang agar kinerja pelayanan pada simpang tersebut menjadi lebih baik. Pada optimalisasi kinerja simpang dilakukan perubahan waktu hijau dan waktu siklus, pengaturan fase, serta pengaturan rute perjalanan.

Optimalisasi Simpang Ahmad Yani

Tahap optimalisasi diawali dengan perubahan waktu hijau, waktu siklus, fase, serta rute perjalanan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Perubahan waktu hijau dan waktu siklus
Tahapan ini merupakan tahapan perencanaan ulang yang tidak banyak merubah desain Simpang APILL awal. Hasil analisis pada tahapan ini diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7: Nilai Derajat Kejenuhan, Tundaan, serta Level of Service Simpang Ahmad Yani Tahap 1

Pen deka t	Wa ktu Hij au	Deraj at Kejen uhan (D _j) (SMP /Jam)	Tun daan (T) (De tik)	Lo S per len ga n	Tun daan Sim pang Rata rata	LoS Sim pang Rata rata
Uta ra	37	0,902	60	E	58	E (Bu ruk)
Sel atan	37	0,846	60	F		
Tim ur	55	0,910	46	E		
Bar at	28	0,909	65	F		

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 7, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejenuhan pada lengan Simpang Ahmad Yani masih menunjukkan nilai lebih dari 0,85 pada pendekatan utara, timur, dan barat. Untuk nilai tundaan simpang rata-rata memiliki nilai 58 detik dengan tingkat pelayanan E (buruk).

2. Perubahan fase

Tahapan ini merupakan tahapan perencanaan ulang yang mempertimbangkan adanya perubahan fase. Hasil analisis pada tahapan ini diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8: Nilai Derajat Kejenuhan, Tundaan, serta Level of Service Simpang Ahmad Yani Tahap 2

Pend ekat	F as e	Deraja t Kejen uhan D _j (SMP /Jam)	Tun daan T (De tik)	Lo S per len ga n	Tun daan Sim pang Rata rata	LoS Sim pang Rata rata
Utar a	3	0,942	110	F	98	F (Bu ruk Sek ali)
Sela tan	2	0,938	127	F		
Tim ur	4	0,928	65	F		
Bar at	1	0,921	90	F		

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 8, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejenuhan pada lengan Simpang Ahmad Yani masih menunjukkan nilai lebih dari 0,85 pada semua pendekat. Untuk nilai tundaan simpang rata-rata memiliki nilai 98 detik dengan tingkat pelayanan F(buruk sekali).

3. Perubahan rute perjalanan lengan utara dan selatan

Tahapan ini merupakan tahapan perencanaan ulang yang mempertimbangkan perubahan rute perjalanan pada lengan simpang. Untuk sketsa perubahan fase diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan hasil analisis dari tahapan ini diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9: Nilai Derajat Kejenuhan, Tundaan, serta *Level of Service* Simpang Ahmad Yani Tahap 3

Pendekat	Fase	Derajat Kejenuhan (D _j)		Tundaan (T)	LoS	Tundaan Simpang Rata-rata	LoS Simpang Rata-rata
		SMP /Jam	Detik				
Utara	2	0,860	48	E	41	E (buruk)	
Selatan	2	0,816	50	E			
Timur	3	0,838	27	D			
Barat	1	0,853	41	E			

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 9, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejenuhan pada lengan Simpang Ahmad Yani pada pendekat utara dan barat lebih dari 0,85. Untuk nilai tundaan simpang rata-rata memiliki nilai 41 detik dengan tingkat pelayanan E (buruk).

4. Perubahan rute perjalanan semua lengan

Tahapan ini merupakan tahapan perencanaan ulang yang mempertimbangkan perubahan rute perjalanan pada semua lengan simpang.

Hasil analisis dari tahapan ini diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel 10: Nilai Derajat Kejenuhan, Tundaan, serta *Level of Service* Simpang Ahmad Yani Tahap 4

Pendekat	Derajat Kejenuhan (D _j) (SMP /Jam)		Tundaan (T) (Detik)	LoS	Tundaan Simpang Rata-rata	LoS Simpang Rata-rata
Utara	0,730	21		C		
Selatan	0,693	22		C	15,14	C (sedang)
Timur	0,717	10		B		
Barat	0,358	7		B		

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 10, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejenuhan pada lengan Simpang Ahmad Yani pada semua pendekat kurang dari 0,85, nilai ini masuk dalam batas penilaian kinerja berdasarkan PKJI 2023. Untuk nilai tundaan simpang rata-rata memiliki nilai 15 detik dengan tingkat pelayanan C (sedang).

Optimalisasi Simpang Peterongan

Tahap optimalisasi diawali dengan perubahan waktu hijau, waktu siklus, serta rute perjalanan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Perubahan waktu hijau dan waktu siklus

Tahapan ini merupakan tahapan perencanaan ulang yang tidak banyak merubah desain Simpang APILL awal. Perubahan hanya dilakukan pada penyesuaian waktu hijau dan waktu siklus menggunakan rumus Webster. Hasil analisis diperlihatkan pada Tabel 11.

Tabel 11: Nilai Arus Jenuh, Arus Lalu lintas, serta Rasio Arus pada Simpang Peterongan Tahap 1

Kode Pendekat	Fase	Arus		
		Jenuh Yang Disesuaikan (J) (SMP/Jam)	Arus Lalu Lintas (q) (SMP/Jam)	Rasio Arus (R _{q/j})
Utara	3			0,30
		2922	896	7
	2	4383	716	0,16
Selatan	2/3			0,37
		3401	1257	0
	3	2591	994	0,38
Timur	4			0,21
		2345	503	4
Barat	1			0,25
		1734	433	0

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 11, diperlihatkan bahwa nilai rasio arus pada keempat lengan memiliki nilai yang cukup tinggi. Hasil dari penjumlahan nilai rasio arus adalah nilai rasio arus simpang.

$$\begin{aligned}
 R_{AS} &= \sum_j R_{q_{kritis}} = R_{q/J \text{ total}} \\
 &= 0,163 + 0,384 + 0,214 + 0,250 \\
 &= 1,011
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rasio arus simpang didapatkan nilai 1,011. Nilai tersebut melebihi satu atau dapat dikatakan bahwa simpang tersebut melampaui jenuh (PKJI, 2023). Oleh karena itu perhitungan nilai derajat kejenuhan dan tundaan tidak dilanjutkan.

2. Perubahan rute perjalanan lengan utara dan selatan

Tahapan ini merupakan tahapan perencanaan ulang yang mempertimbangkan perubahan rute perjalanan pada lengan simpang serta perubahan fase akibat terjadinya perubahan rute. Untuk sketsa perubahan fase diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan hasil

analisis dari tahapan ini diperlihatkan pada Tabel 12.

Tabel 12: Nilai Derajat Kejenuhan, Tundaan, serta Level of Service Simpang Peterongan Tahap 2

Pendekat	Derajat Kejenuhan (D _j) (SMP/Jam)	Tundaan (T) (Detik)	LoS per lengan	Tundaan Simpang Rata-rata	LoS Simpang Rata-rata
Utara	0,704	40	D		
Selatan	0,919	57	E	66	(Buruk Sekali)
Timur	0,925	84	F		
Barat	0,918	83	F		

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 12, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejenuhan pada lengan Simpang Peterongan pada pendekat selatan, timur, dan barat lebih dari 0,85. Untuk nilai tundaan simpang rata-rata memiliki nilai 41 detik dengan tingkat pelayanan E (buruk).

3. Perubahan rute perjalanan semua lengan
Tahapan ini merupakan tahapan perencanaan ulang yang mempertimbangkan perubahan rute perjalanan pada semua lengan simpang serta perubahan fase akibat terjadinya perubahan rute. Untuk sketsa perubahan fase diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan hasil analisis dari tahapan ini diperlihatkan pada Tabel 13.

Tabel 13: Nilai Derajat Kejenuhan, Tundaan, serta Level of Service Simpang Peterongan Tahap 3

Pendekat	Derajat Kejenuhan (D _j) (SMP/Jam)	Tundaan (T) (Detik)	LoS per lengan	Tundaan Simpang Rata-rata	LoS Simpang Rata-rata
Utara	0,536	8	B	15,72	C

Pendekat	Derajat Kejuhan (D _j) SMP/ Jam	Tundaan (T) Detik	LoS per lenda n	Tundaan Sim pang Rata rata	LoS Sim pang Rata rata (Sedang)
Selatan	0,749	14	B		
Timur	0,715	21	C		
Barat	0,635	19	C		

(Sumber: Hasil Analisis, 2023)

Berdasarkan Tabel 13, diperlihatkan bahwa nilai dari derajat kejuhan pada lenda n Sim pang Peterongan pada pendekat selatan, timur, dan barat lebih dari 0,85. Untuk nilai tundaan sim pang rata-rata memiliki nilai 15,72 detik dengan tingkat pelayanan C (sedang).

DISKUSI

Dari hasil analisis tersebut dapat dilakukan perbandingan antara hasil analisis menggunakan metode PKJI 2023 dan Program PTV Vissim. Perbandingan hasil analisis dan optimalisasi berdasarkan kinerjanya diperlihatkan pada Tabel 14.

Tabel 13: Nilai Derajat Kejuhan, Tundaan, serta Level of Service Sim pang Peterongan Tahap 3

Metode		Sim pang Ahmad Yani		Sim pang Peterongan	
		Eksisting	Optimalisasi	Eksisting	Optimalisasi
PKJI 2023	Tundaan	82	15	139	16
	LoS	F	C	F	C
PTV Vissim	Tundaan	43,58	6,8	38,04	14,3
	LoS	E	B	E	B

Berdasarkan Tabel 13, diperlihatkan bahwa terdapat beberapa perbedaan hasil analisis kinerja berdasarkan metode PKJI

2023 dan PTV Vissim. Diperlihatkan bahwa nilai tundaan sim pang rata-rata pada metode PKJI 2023 lebih besar dibandingkan nilai tundaan sim pang rata-rata pada Program Vissim. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor perhitungan yang ada pada metode PKJI 2023 seperti faktor parkir, faktor hambatan samping, faktor ukuran kota, dan lain sebagainya. Pada analisis menggunakan PKJI 2023 faktor-faktor tersebut memberikan dampak pada hasil analisis, sedangkan pada program PTV Vissim tidak dimungkinkan memasukkan faktor-faktor seperti pada metode PKJI 2023. Namun, pada penggunaan program Vissim dapat merubah parameter *driving behavior* yang bisa disesuaikan berdasarkan kondisi eksisting di lapangan, hal ini memberikan dampak pada tundaan sim pang rata-rata dan tingkat pelayanan yang bergantung pada seberapa akurat data yang dimasukkan pada parameter *driving behavior*. Kemudian berdasarkan tinjauan yang telah dijelaskan pada bab tinjauan pustaka terkait kalibrasi dan validasi, semakin baik model yang dibuat pada program Vissim, maka hasil prediksi atau simulasi akan semakin mendekati kondisi nyata.

Penggunaan PKJI 2023 memungkinkan untuk melakukan optimalisasi berdasarkan tahapan dari perubahan ringan seperti perubahan waktu hijau dan waktu siklus hingga perubahan rute perjalanan., sedangkan penggunaan PTV Vissim untuk melakukan optimalisasi tidak memiliki dasar teori, sehingga optimalisasi yang telah dilakukan menggunakan program PTV Vissim berdasarkan pada tahapan menggunakan metode PKJI 2023. Untuk perbedaan pada keluaran atau *output* menggunakan program PTV Vissim dan metode PKJI 2023 memiliki kesamaan pada indikator penilaian kerja berdasarkan tundaan. Pada metode PKJI 2023, memiliki keluaran atau *output* lain yang digunakan sebagai penilaian kinerja selain tundaan yaitu derajat kejuhan, sedangkan pada PTV Vissim *output* dari penilaian kinerja hanya memunculkan nilai tundaan saja.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan perhitungan yang dilakukan pada Simpang Ahmad Yani dan Simpang Peterongan didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan metode PKJI 2023, untuk meningkatkan kinerja simpang maka perlu dilakukan perubahan pada waktu siklus, waktu hijau, perubahan fase hingga perubahan rute perjalanan untuk menghasilkan kinerja yang optimal. Pada setiap tahapan perubahan yang dilakukan tidak dapat dipastikan bahwa kinerja akan mengalami peningkatan, hal ini bergantung pada kondisi setiap simpang.
2. Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan metode PKJI 2023, kinerja simpang bersinyal Simpang Ahmad Yani pada kondisi eksisting masuk ke dalam kategori LoS F (buruk sekali) dengan nilai tundaan simpang rata-rata 82 detik, sedangkan pada Simpang Peterongan masuk ke dalam kategori LoS F (buruk sekali) dengan nilai tundaan simpang rata-rata 139 detik. Untuk kinerja simpang pada kondisi *final optimization* didapatkan untuk Simpang Ahmad Yani nilai tundaan 15 detik dengan LoS C (sedang), sedangkan untuk Simpang Peterongan nilai tundaan 16 detik dengan LoS C (sedang).
3. Berdasarkan analisis yang dilakukan menggunakan Program PTV Vissim untuk Simpang Ahmad Yani pada kondisi eksisting memiliki nilai tundaan simpang rata-rata 43,58 dengan LoS E (buruk), sedangkan untuk Simpang Peterongan kondisi eksisting memiliki nilai tundaan simpang rata-rata 38,04 dengan LoS D (Kurang). Setelah dilakukan optimalisasi pada Simpang Ahmad Yani didapatkan hasil nilai tundaan simpang rata-rata 6,8 dengan LoS B (baik), sedangkan untuk Simpang Peterongan didapatkan nilai tundaan simpang rata-rata 14,3 dengan LoS B (baik).
4. Berdasarkan analisis pada tahap optimalisasi menggunakan PKJI 2023 dan program PTV Vissim terdapat perbedaan

nilai tundaan simpang rata-rata, hal ini disebabkan karena pada metode PKJI 2023 terdapat variabel faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pada simpang, sedangkan pada Program PTV Vissim tidak mempertimbangkan faktor-faktor seperti faktor parkir, faktor hambatan samping, faktor tipe lingkungan, dan lain sebagainya.

5. Berdasarkan analisis menggunakan PKJI 2023 dan Program PTV Vissim, menghasilkan *output* yang berbeda pada penilaian kinerja. PKJI 2023 memberikan *output* penilaian kinerja berdasarkan derajat kejenuhan dan tundaan, sedangkan program PTV Vissim hanya memberikan *output* penilaian kinerja berdasarkan tundaan.

SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapatkan dari penelitian ini maka dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Analisis kinerja simpang menggunakan Program PTV Vissim dapat dilakukan untuk setiap tahapannya, sehingga dapat mengidentifikasi kaitan antara penggunaan metode PKJI 2023 dengan PTV Vissim.
2. Analisis kinerja simpang menggunakan Program PTV Vissim dapat dilakukan menggunakan *full version* yang memiliki batasan *time interval* lebih besar untuk simulasi pemodelan, sehingga hasil simulasi dapat lebih akurat.
3. Pengaturan *driving behavior* dapat dilakukan penelitian yang lebih mendalam untuk mendapatkan hasil analisis menggunakan Program PTV Vissim yang lebih mendekati kondisi lapangan.
4. Tahapan optimalisasi pada perubahan fase dan rute perjalanan pada penelitian selanjutnya sebaiknya mempertimbangkan dampak pada kondisi lalu lintas yang berhubungan dengan simpang yang ditinjau.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. I., Lefrandt, L.I., dan Rompis, S. Y. (2023): Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan Metode PKJI 2014 dan Metode PTV Vissim (Studi Kasus : JL. Sam Ratulangi – JL. Babe Palar, Kota Manado), *Jurnal Tekno*, 21(83), 1 -11, ISSN 0215-9617.
- Arisandi, F.A., Lubis, M., dan Hasibuan, M. M. (2020): Penerapan manajemen lalu lintas pada jaringan jalan di Kota Kisaran Kabupaten Asahan, *Jurnal Buletin Utama Teknik*, 1-8, ISSN 2598-3814.
- Data Jumlah Kendaraan Tahun 2019 – 2021 diperoleh dari situs internet: <https://jateng.bps.go.id/indicator/17/1006/1/jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-kendaraan-di-provinsi-jawa-tengah.html>. Diunduh pada tanggal 2 Agustus 2023, pukul 10.03 WIB.
- Data Jumlah Penduduk Tahun 2019 – 2021 diperoleh dari situs internet: <https://semarangkota.bps.go.id/indicator/12/48/1/kepadatan-penduduk.html>. Diunduh pada tanggal 2 Agustus 2023, pukul 10.14 WIB.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2023): *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Fahmi, I., Kurniawan, V., dan Idham, M. (2018): Perbandingan PKJI 2014 dan MKJI 1997 dengan menganalisa dampak lalu lintas (Studi Kasus Jalan Jenderal Sudirman Duri), *Jurnal Unitex*, 11(2), 1-9, ISSN 2089-3957.
- Guntara, A. Y., Alkas, M. J., dan Haryanto, B. (2022): Analisis kinerja simpang bersinyal Mal Lembuswana Kota Samarinda menggunakan MKJI 1997 dan permodelan simpang pada program PTV Vissim, *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Sipil*, 10(2), 1-12, EISSN 2502-8448.
- Gustavsson, F. N. (2007): *New transportation research progress*, New York: Nova Science Publishers, Inc, 58-62.
- Haniifah, dan Lestarini, W. (2022): Analisis kinerja simpang empat bersinyal Jl. Magelang - Salaman menggunakan software PTV Vissim, *Jurnal Teras*, 12(3), 1-8, ISSN 1693-380X.
- Khisty, C.J., dan Lall B.K. (2005): *Dasar-dasar rekayasa transportasi edisi 3 jilid 1*, Erlangga: Jakarta, 1-30, ISBN 979-741-562-7.
- Pemerintah Republik Indonesia. Undang-undang (UU) Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan diperoleh dari situs internet: <https://peraturan.go.id/files/uu2-2022.pdf>. Diunduh pada tanggal 10 Agustus 2023, pukul 08.45 WIB.
- Prasetyanto, D. (2019): *Rekayasa lalu lintas dan keselamatan jalan*. Institut Teknologi Nasional: Bandung, 63-65, ISBN 978-602-53531-4-7.
- Pratama, R. F., dan Ashar, F. (2023): Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan software VISSIM dan PKJI 2014 (Studi Kasus : Simpang Kandis), *Jurnal Applied Science In Civil Engineering*, 4(1), 1-6, e-ISSN 2722 – 1032.
- Prayitno, E. A., Abidin, Z., dan Huda, M. (2019): Analisis evaluasi kinerja simpang bersinyal Jl. Raya Nginden – Jl. Raya Panjang Jiwo menggunakan PKJI 2014, *Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 2(1), 1-6, ISSN 2615-7195
- PTV Vision. (2018): *PTV VISSIM 10 User Manual*. PTV AG, Karlsruhe, Germany diperoleh dari situs internet: <https://usermanual.wiki/Document/Vissim20102020Manual.1098038624.pdf>. Diunduh pada tanggal 12 Agustus 2023, pukul 18.50 WIB.
- Putri, N. H., dan Irawan, M. Z. (2015): Mikrosimulasi mixed traffic pada simpang bersinyal dengan perangkat

- lunak VISSIM (Studi Kasus : Simpang Tugu, Yogyakarta). *The 18th FSTPT International Symposium, Unila: Bandar Lampung*, 1-10.
- Robial, S. M. (2018): Perbandingan model statistik pada analisis metode peramalan time series (Studi Kasus: PT. Telekomunikasi Indonesia, TBK Kandatel Sukabumi), *Jurnal Ilmiah SANTIKA*, 8(2), 9, ISSN 2088-5407.
- Romadhona, P.J., Ikhsan, T.N., dan Prasetyo, D. (2019): *Aplikasi permodelan lalu lintas PTV Vissim 9.0 (Modelling basic using microscopic traffic flowsimulation)*. UII Press: Yogyakarta, 3, ISBN 978-602-6215-XX-X.
- Sudini, L.P., Amerta, I. S., dan Pratiwi, N. W. (2021): Manajemen lalu lintas Di Jalan Kasia guna menghindari kemacetan, *Jurnal Abdi Jaya*, 1(1), 12-19, ISSN 2776-0863.
- Suseno, D. P., dan Ashar, F. (2023): Analisis kinerja simpang bersinyal pada Simpang Jraah Kota Semarang, *Journal of Civil Engineering and technology Science*, 2(3), 1-11, ISSN 2963-7244.
- Tamin, O. Z. (2000): *Perencanaan dan permodelan transportasi, 2nd ed.* Institut Teknologi Nasional Bandung: Bandung, 30.
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 2 (2022): Perubahan Kedua Atas Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 96 (2015): Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas.
- Wikrama, A. J. (2011): Analisis kinerja simpang bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1), 1-11, e-ISSN 2541-5484.
- Yuliany, R.A., dan Munawar, A. (2017): Penentuan kapasitas jalan bebas hambatan dengan aplikasi perangkat lunak vissim, *Jurnal Transportasi*, 17(2), 1-10, ISSN 1411-2442.
- Zhang, Y., dan Cheng, L. (2023): The role of transport infrastructure in economic growth: Empirical evidence in the UK, *Journal Transport Policy*, 133, 223-233..