

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Software Vissim (Studi Kasus Jl. Poros Malino - Jl. Usman Salengke – Jl. K.H. Wahid Hasyim)

Nurul Qalbi, Tamrin Mallawangeng, Nurhadijah Yunianti

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail: Nurulqalbi212000@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 05-01-2025

Direvisi: 02-05-2025

Disetujui: 30-09-2025

Abstract. The performance of an intersection is the feasibility condition of the intersection facility which is influenced by road capacity, traffic behavior, and the speed of a vehicle. The intersection being analyzed is Jl. Poros Malino - Jl. Usman Salengke – Jl. K.H. Wahid Hasyim. The purpose of this research is to find out the comparison of PTV Vissim and MKJI 1997 Software and to find out the results of alternative modeling in the performance analysis of the four signalized intersection Jl. Poros Malino - Jl. Usman Salengke – Jl. K.H. Wahid Hasyim. Based on the analysis and discussion it was concluded that the comparison of queue length using the vissim and MKJI software on the Jl. Usman Salengke Utara, namely 110 m and 112 m. It can be seen that the results of the analysis using the vissim software are closer to the conditions in the field, namely 92 m. Because vehicle behavior and the distance between vehicles can be adjusted in the vissim software, the analysis delay using vissim is superior because it can calculate each arm, while the MKJI calculation is only the average delay with service level F (very bad). And alternative simulation results with cycle time settings can be used as a solution to increase the performance of intersections where the level of service changes to E (bad) with a 13% decrease.

Abstrak. Kinerja suatu simpang merupakan kondisi kelayakan fasilitas simpang yang di pengaruh oleh kapasitas jalan, perilaku lalulintas, serta kecepatan suatu kendaraan. Simpang yang di analisis adalah Jl. Poros Malino-Jl. Usman Salengke-Jl. K.H. Wahid Hasyim. Tujuan dari penelitian untuk Mengetahui perbandingan Software PTV Vissim dan MKJI 1997 dan Mengetahui hasil permodelan alternatif dalam analisis kinerja dari simpang empat bersinyal Jl. Poros Malino-Jl. Usman Salengke– Jl. K.H. Wahid Hasyim. Berdasarkan Analisis dan pembahasan disimpulkan bahwa perbandingan Panjang antrian menggunakan software vissim dan MKJI pada pendekat Jl. Usman Salengke Utara yaitu 110 m dan 112 m. Dapat dilihat bahwa hasil analisis menggunakan software vissim lebih mendekati kondisi di lapangan Yaitu 102 m. Karena perilaku kendaraan dan jarak antar kendaraan dapat diatur pada software vissim sama dengan tundaan analisis menggunakan vissim lebih unggul karena dapat menghitung masing-masing lengan sedangkan Perhitungan MKJI hanya Tundaan Rata-rata dengan tingkat pelayanan F (sangat buruk). Dan Hasil simulasi Alternatif dengan pengaturan waktu siklus dapat digunakan sebagai salah satu solusi meningkatkan kinerja simpang yang Tingkat pelayanan berubah menjadi E (Buruk) dengan selisih penurunan 14%.

Keywords:

Simpang Bersinyal, Kinerja
Simpang, Software Vissim

Coresponden author:

Email: Nurulqalbi212000@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Salah satu masalah terbesar dari negara berkembang adalah transportasi lalu lintas. Banyaknya populasi penduduk akan diikuti banyaknya jumlah kendaraan yang digunakan dijalan raya, tetapi tidak diimbangi dengan pembangunan infrastruktur jalan raya itu sendiri. Dari kasus ini kemacetan sudah menjadi masalah sehari-hari di negara ini dan akan selalu menimbulkan dampak negatif, baik terhadap pengemudinya sendiri maupun ditinjau dari segi ekonomi dan lingkungan.

Permasalahan yang terjadi di simpang bersinyal Jl. Poros Malino-Jl. Usman Salengke–Jl. K.H. Wahid Hasyim adalah terjadinya kemacetan dan konflik lalu lintas, karena adanya sekolah, pasar disekitarnya, volume kendaraan yang sangat padat serta banyaknya pengguna jalan yang menerobos lampu merah, atau maju terlalu cepat lampu menyalah kuning sehingga terjadi konflik merupakan faktor penyebab kemacetan lalu lintas sehingga tundaan dan antrian kendaraan terutama pada jam-jam sibuk. Serta Tipe lingkungan komersial serta kendaraan yang diparkir sembarangan di sekitar lokasi simpang juga semakin menambah masalah yang terjadi di persimpangan tersebut. Persimpangan bervariasi dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan.

Persimpangan jalan adalah daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya bertemu atau berpotongan,

termasuk fasilitas jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah itu. Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan. Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian besar efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan persimpangan. Adapun jenis simpang yaitu simpang bersinyal dan tak bersinyal.

Simpang Bersinyal digunakan untuk tujuan :

- Mempertahankan kapasitas simpang pada jam puncak
- Mengurangi kejadian kecelakaan akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang berlawanan.

Prinsip simpang bersinyal adalah dengan cara meminimalkan konflik, baik konflik primer maupun konflik sekunder.

Adapun Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) simpang diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 tahun 2015 bedasarkan tundaan rata-rata simpang. Untuk menentukan Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) suatu persimpangan :

Tabel 1. Klasifikasi pelayanan simpang

Tingkat pelayanan	Tundaan kendaraan
A	<5 detik
B	5-15 detik
C	15-25 detik
D	25-40 detik
E	40-60 detik
F	>60 detik

Sumber : MKJI 1997 (Ulfah et al., 2017a)

Dalam penelitian ini, menggunakan simulasi lalulintas dengan software vissim dengan perhitungan MKJI. Dan membuat permodelan alternatif. Analisis ini dilakukan, nantinya akan dilakukan perbandingan hasil pengamatan langsung di lapangan. VISSIM (Verkehr In Städten – Simulations modell) adalah paket perangkat lunak yang dapat mensimulasikan berbagai model arus lalu lintas secara mikroskopis.(Ulfah et al., 2017b) VISSIM menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3 Dimensi. Simulasi jenis kendaraan (yaitu dari mobil penumpang,truk, kereta api ringan dan kereta api berat), menganalisis kinerja tidak hanya pada simpang namun sampai ke lengan-lengan simpang seperti panjang antrian, tundaan dan indeks tingkat pelayanan serta keakuratan hasil analisa dengan kondisi lapangan mendekati atau akurat.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Data-data yang digunakan untuk dianalisis MKJI dan Software Vissim diperoleh dengan cara mengumpulkan data primer yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dengan cara melakukan survey langsung ke lapangan. Pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Survei Geometrik Simpang
Survei geometrik simpang dilakukan untuk mendapatkan kondisi dan dimensi pada simpang yang berguna menganalisis data dengan menggunakan meteran.
- Survei Volume Kendaraan
Survei volume kendaraan untuk menghitung volume kendaraan sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan pada masing- masing pendekat simpang. Metode yang digunakan adalah dengan merekam menggunakan handycam / kamera.
- Survei kecepatan kendaraan
Survei yang dilakukan untuk mengetahui kecepatan kendaraan pada saat melintasi tiap-tiap pendekat pada persimpangan. Survei ini dilakukan dengan cara mengukur jarak 50 meter sebelum mendekati lokasi simpang kemudian dilakukan pengukuran waktu kendaraan untuk menempuh jarak 50 meter dan dilakukan pada jam puncak saja.
- Survei Siklus Lampu Lalu Lintas
Survei yang dilakukan untuk mengetahui Siklus Lampu Lalu Lintas di tiap-tiap pendekat pada persimpangan. Survei ini dilakukan dengan menggunakan alat Stopwatch.
- Survei Panjang Antrian
Survei dilakukan dengan menggunakan meteran yaitu dengan melihat panjang antrian kendaraan yang sedang menunggu atau mengantre pada simpang kemudian melakukan pengukuran panjang antrian kendaraan.

2.1. Waktu Dan Tempat

Adapun jadwal pelaksanaan survei tersebut dapat dirincikan sebagai berikut:

- Survei Geometrik Simpang, dilakukan pada tanggal 15 September 2022 survei ini untuk mengukur dimensi dari masing- masing pendekat simpang.

- b. Survei Volume Kendaraan dilakukan selama 7 hari, yaitu 5 hari kerja dan 2 hari libur dilakukan pada jam puncak (peak hour) dari pukul 07:00–08:00, 12:00–14:00, dan 17:00–19:00 WITA.
- c. Survei Kecepatan Kendaraan dilakukan untuk masing-masing kendaraan yang melewati pendekat simpang.
- d. Survei Siklus Lampu Lalu Lintas dilakukan untuk masing-masing pendekat simpang.
- e. Survei Panjang Antrian dilakukan untuk masing-masing pendekat simpang.

Lokasi penelitian dilakukan pada simpang Jl. Poros Malino - Jl. Usman Salengke – Jl. K.H. Wahid Hasyim Kab. Gowa Provinsi Sulawesi Selatan.

2.2. Metode Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap data yang telah didapat dan direkapitulasi dari hasil survei lapangan. Adapun tahapan pada analisis data adalah sebagai berikut:

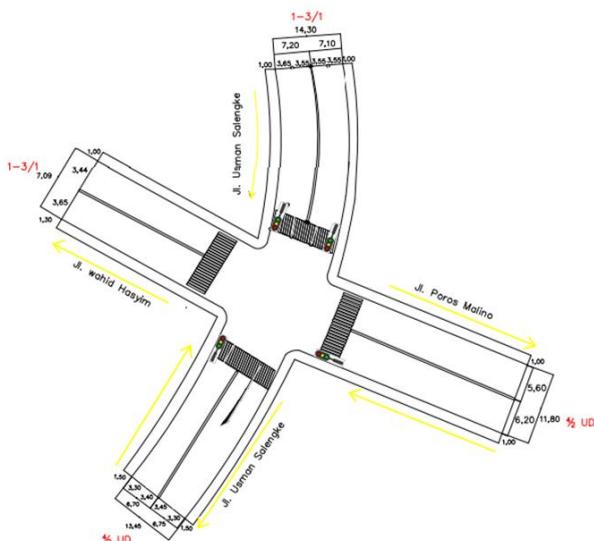
- a. Tahapan pertama, Pengolahan data volume. Masing-masing jenis kendaraan dihitung jumlahnya sesuai dengan pembagian form/lembar kerja (kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor). Dari hasil perhitungan masing-masing kendaraan tersebut dapat diketahui jumlah total jenis kelompok kendaraan yang dicatat, dan jumlah total keseluruhan dari kendaraan. Selanjutnya sesuai dengan ketentuan faktor konversi (emp) terhadap kendaraan mobil penumpang (kendaraan ringan), jumlah masing-masing kendaraan tersebut selanjutnya dikonversikan kedalam Satuan Mobil Penumpang (smp) pada . Perhitungan dilakukan secara terus menerus untuk semua data kendaraan yang masuk pada keseluruhan jam pengamatan, sehingga didapat susunan data volume kendaraan pada setiap interval waktunya dan yang diambil volume yang tertinggi.
- b. Tahapan kedua, menghitung tingkat kinerja jalan. Dengan metode MKJI 1997, dan aplikasi Vissim akan diperoleh kapasitas, derajat kejemuhan, tundaan, dan Panjang antrian pada simpang yang terdapat sehingga dapat hasil pada kondisi eksisting.
- c. Tahapan ketiga, merekomendasikan skenario solusi penanganan guna meningkatkan pelayanan jalan. Setelah diberikan rekomendasi skenario solusi, data dianalisis kembali untuk mendapatkan LOS, tundaan, dan Panjang antrian pada simpang menggunakan Aplikasi Vissim.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Survey

Data Geometrik

Data geometrik ini berisikan tentang dimensi jalan, jalur, median, trotoar, pada masing-masing pendekat simpang. Kondisi geometrik pada simpang Jl.Poros Malino- Jl. Usman Salengke-JL. Wahid Hasyim dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa Geometrik simpang Jl. Poros Malino - Jl. Usman Salengke, dan JL. Wahid Hasyim

Data Volume Kendaraan Ham Puncak

Volume jam puncak Berdasarkan hasil survei secara langsung pada Simpang yang dilaksanakan pada Hari kerja hari Senin, 10 Oktober 2022 dan Hari Libur Minggu, 9 oktober 2022 pada jam 07.00–09.00, 12.00–14.00, 17.00–19.00, dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 2. Data volume kendaraan Kend/jam

KODE PENDEKAT	LENGAN	JENIS KENDARAAN				JUMLAH KEND/JAM
		MC	LV	HV	UM	
U	↖	661	289	22	0	972
	↑	3141	1922	38	2	5103
	↗	450	203	24	2	679
S	↖	728	272	22	1	1023
	↗	708	374	34	1	1117
T	↑	756	343	36	0	1135
	↖	274	65	26	1	366
TOTAL		6718	3749	232	7	10395

Sumber : Hasil Survei lapangan

Kemudian, volume lalu lintas kendaraan di ubah menjadi smp/jam untuk menganalisis menggunakan MKJI 1997, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Data volume kendaraan Smp/jam

KODE PENDEKAT	LENGAN	JENIS KENDARAAN				JUMLAH SMP/JAM
		MC	LV	HV	UM	
U	↖	132	289	22	0	450
	↑	628	1922	38	2	2600
	↗	90	203	24	2	324
S	↖	146	65	26	1	446
	↗	142	343	36	0	560
T	↑	55	272	22	1	154
	↖	151	374	34	1	451
TOTAL		6718	3749	232	7	5075

Sumber : Hasil Survei lapangan

Data kecepatan kendaraan

Data hasil kecepatan kendaraan yang di survey disimpang Jl. Poros Malino - Jl. Usman Salengke, dan JL. Wahid Hasyim akan di gunakan sebagai data kecepatan kendaraan di lapangan sebagai acuan kecepatan kendaraan yang akan disimulasikan, sehingga simulasi yang akan dilakukan menyerupai kondisi lapangan.

Tabel 4. Data Rata-rata kecepatan

Kode pendekat	MC	LV	HV
U	51,43	46,064	22,42
S	52,232	43,999	22,733
T	49,22	42,327	23,41
B	53,074	37,428	22,594

Sumber : Hasil Survei lapangan

Data Waktu Siklus Eksisting

Pengaturan lalu lintas persimpangan menggunakan lampu lalu lintas dengan kendali waktu tetap. Lampu lalu lintas menggunakan sistem 3 fase dengan waktu siklus 140 detik. Data waktu siklus persimpangan disajikan sebagai berikut:

Tabel 5. Data Waktu Siklus Eksisting

Kode Pendekat	Waktu Nyala (Detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Timur	35	5	96	4	140
Selatan	35	5	96	4	140
Utara	43	5	88	4	140

Sumber : Hasil Survei lapangan

3.2. Analisis Pemodelan dengan Software VISSIM

Proses simulasi pada VISSIM dijalankan dengan tombol simulation run. Evaluasi yang digunakan adalah Node Evaluation dan Queue Counter. Node Evaluation akan menghasilkan evaluasi simpang secara keseluruhan seperti Level Of Services (LOS) atau Indeks Tingkat Pelayanan, dan tundaan lengan maupun simpang. Sedangkan. Queue Counter akan menghasilkan evaluasi berupa Panjang antrian pada masing-masing lengan.



Gambar 2. Pengaturan Node Evaluation

Pengaturan *Node Evaluation*, diatur pada tengah-tengah simpang dan masing-masing lengan masuk pada garis hitam *Node Evaluation* dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengaturan *Queue Counter* dipasang pada masing-masing lengan, warna untuk *Queue Counter* diwarnakan dengan warna ungu muda. Pengaturan *Queue Counter* dapat dilihat pada Gambar 5.



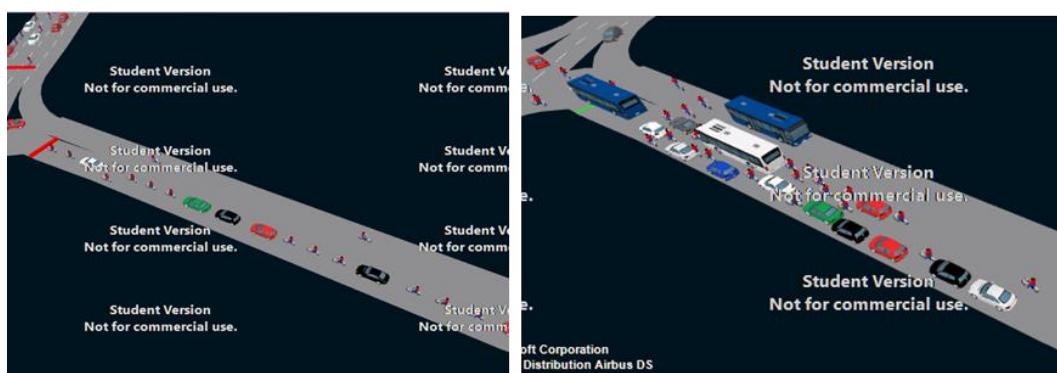
Gambar 3. Pengaturan Queue Counter pada Jl. Poros Malino

Pengaturan *Driving Behavior* atau perilaku pengemudi dalam model diubah sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan yang ada atau menggunakan perilaku yang umum di Indonesia.

Tabel 6. Data Kalibrasi Model Driving Behavior di Indonesia

Parameter Perilaku Pengendara		Nilai parameter
Car Following model	Average Standstill Distance	0,60 m
	Additive Part of Safety Distance	0,60 m
	Multiplicative Part of Safety Distance	1,00 m
Lane Change	General Behavior	Free lane selection
	Minimum Clearance	0,50 m
Lateral	Desired Position at Free Flow	any
	Overtake at Same Lane (left)	On
	Overtake at Same Lane (right)	on
	Minimum Lateral Distance (driving)	0,45 km/jam
Signal Control	Minimum Lateral Distance (standing)	1,00 m
	Behaviour at Red/Amber Signal	Go (Same as Green)

Sumber: Data driving behavior umum di Indonesia



Gambar 4 Sebelum Kalibrasi

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan perbedaan tampilan visual pada model Vissim sebelum dan setelah dikalibrasi. Dapat dilihat sebelum dikalibrasi antrian kendaraan teratur dengan jarak antar kendaraan yang cukup besar dan berorientasi pada tengah lajur masing-masing sedangkan setelah proses kalibrasi kendaraan kelihatan tidak teratur dengan jarak antar kendaraan sangat berdekatan, hal ini kondisi simulasi sesuai dengan kondisi lalu lintas di lapangan.

Hasil simulasi kondisi eksisting simpang disimpang Jl. Poros Malino - Jl. Usman Salengke, dan JL. Wahid Hasyim dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rangkuman Hasil Evaluasi Vissim pada Analisa Kondisi Eksisting.

Nama Jalan	Panjang Antrian	Tundaan	Tingkat Pelayanan
Jl. Poros Malino (Timur) - Jl. Usman Salengke (Selatan)	36	44	Los E
Jl. Poros Malino (Timur) -Jl. Wahid Hasyim (Barat)		46	Los E
Jl. Usman Salengke (Selatan) - Jl. Poros Malino (Timur)	92	79	Los F
Jl. Usman Salengke (Selatan) - Jl. Wahid Hasyim (Barat)		51	Los E
Jl. Usman Salengke (Utara) - Jl. Poros Malino (Timur)	110	63	Los F
Jl. Usman Salengke (Utara) - Jl. Usman Salengke (Selatan)		86	Los F
Jl. Usman Salengke (Utara) - Jl. Wahid Hasyim Barat		87	Los F
Rata-Rata	79	63	F

Sumber : Hasil Simulasi Vissim

3.3. Perbandingan Analisis Mkji 1997 Dengan PTV Vissim

Perbandingan hasil analisis dari kedua acuan yang digunakan dalam perhitungan kinerja simpang yaitu Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan Software PTV VISSIM.

Panjang Antrian

Tabel 8. Perbandingan Panjang Antrian Vissim Dan MKJI 1997.

Nama Jalan	Kode pendekat	Panjang Antrian (M)		
		MKJI	VISSIM	LAPANGAN
Usman Salengke	U	112	110	102
Usman Salengke	S	71	92	89
Poros Malino	T	54	36	31
Wahid Hasyim	B	0	0	0

Sumber : Hasil Analisis MKJI 1997 dan Simulasi Vissim

Hasil perbandingan panjang antrian antara simulasi VISSIM dan analisa MKJI terhadap hasil panjang antrian lapangan terlihat bahwa hasil simulasii VISSIM lebih mendekati kondisi lapangan, Maka bisa disimpulkan bahwa hasil simulasii VISSIM yang telah didapat lebih akurat daripada hasil analisa dengan metode MKJI.

Tundaan

Tabel 9. Perbandingan Tundaan Vissim dan MKJI 1997.

Nama Jalan	Kode pendekat	Tundaan	
		MKJI Smp/det	VISSIM Kend/det
Usman Salengke	U	75.433	79
Usman Salengke	S		65
Poros Malino	T		45
Wahid Hasyim	B		0
Rata-rata			63

Sumber : Hasil Analisis MKJI 1997 dan Simulasi Vissim

Hasil perbandingan tundaan simpang antara analisa MKJI dan simulasii VISSIM berbeda dan hasil simulasii VISSIM jauh lebih unggul karena dapat menghitung tundaan masing-masing lengkap dan simpang yang disimulasikan.

Indeks Tingkat Pelayanan

Tabel 10. Perbandingan ITP Vissim dan MKJI 1997.

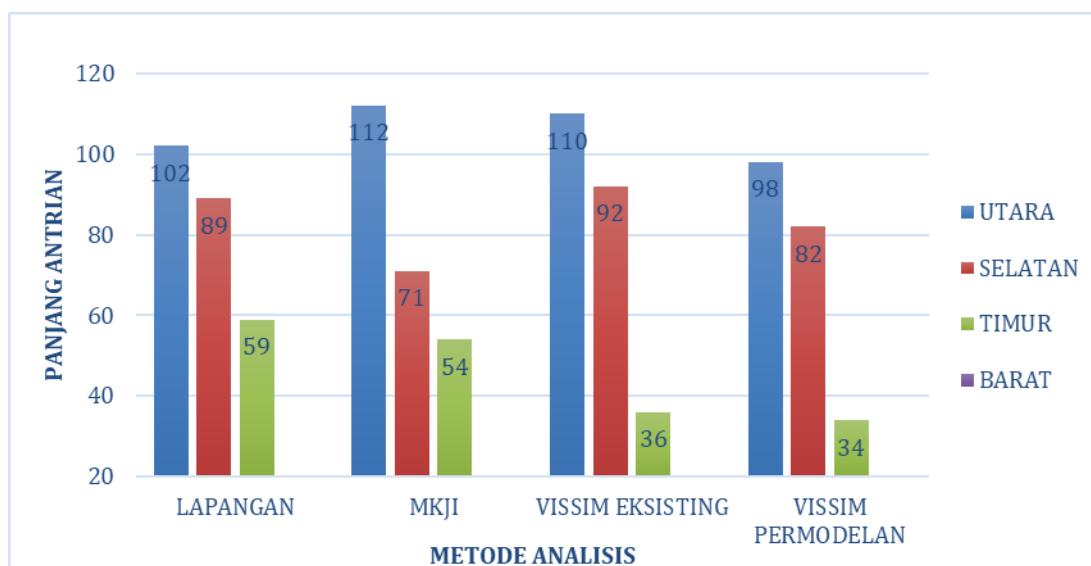
Nama Jalan	Kode pendekat	Indeks Tingkat Pelayanan	
		MKJI	VISSIM
Usman Salengke	U	F	F
Usman Salengke	S		F
Poros Malino	T		E
Wahid Hasyim	B		-

Rata-rata	F
Sumber : Hasil Analisis MKJI 1997 dan Simulasi Vissim	

Hasil perbandingan indeks tingkat pelayanan simpang antara analisa MKJI dan simulasi VISSIM hasilnya berbeda dan hasil simulasi VISSIM jauh lebih unggul karena dapat menghitung indeks tingkat pelayanan masing-masing lengan dan simpang yang disimulasikan.

3.4. Rekapitulasi Panjang Antrian, Dan Tundaan

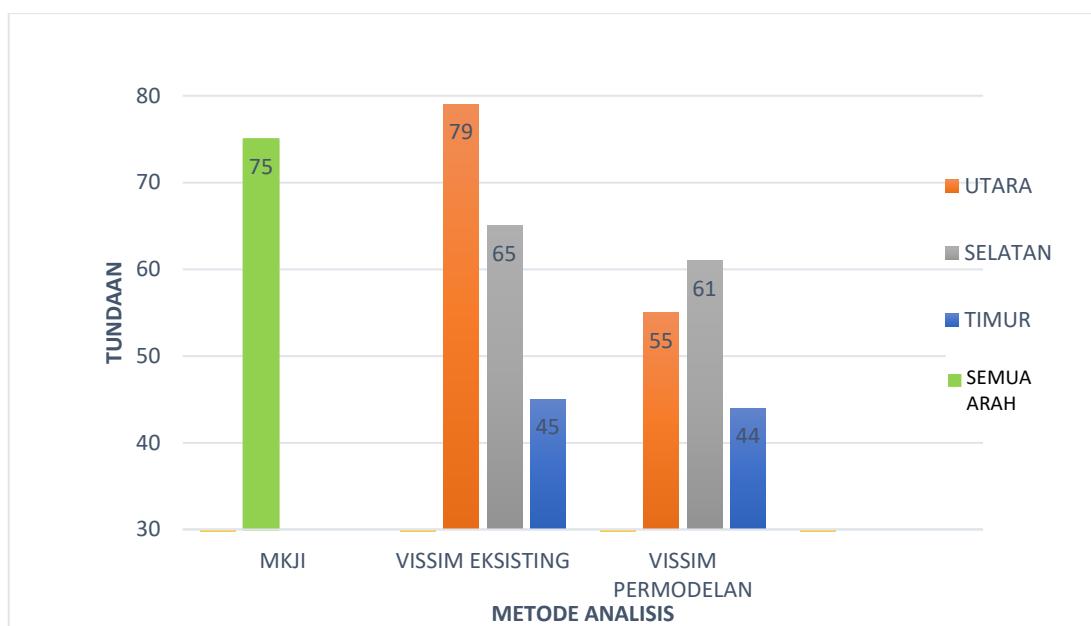
Panjang Antrian



Grafik 1. Rekapitulasi Panjang Antrian antar MKJI, Vissim, Lapangan dan Alternatif.

Dari grafik 1 dapat dilihat bahwa alternatif dapat digunakan menjadi salah satu solusi pada simpang karena nilai panjang antriannya mengalami penurunan dari analisis MKJI dan simulasi Vissim kondisi eksisting maupun pengukuran langsung dijalan.

Tundaan



Grafik 2. Rekapitulasi Tundaan antar MKJI, Vissim, dan Alternatif.

Dari grafik 2 dari hasil alternatif mengalami penurunan nilai Tundaan yaitu Utara 55 det/smp, Selatan 61 det/smp dan Timur 44 det/smp dari analisis MKJI dengan rata-rata Tundaan 75 det/smp, Vissim Kondisi Eksisting Utara 79 det/smp, Selatan 65 det/smp dan Timur 45 det/smp.

Indeks Tingkat Pelayanan Pelayanan

Tabel 11. Rekapitulasi Tingkat pelayanan MKJI, Vissim, dan Alternatif.

Nama Jalan	Kode pendekat	Indeks Tingkat Pelayanan		
		MKJI	VISSIM	ALTERNATIF
Usman Salengke	U	F	F	D
Usman Salengke	S		F	E
Poros Malino	T		E	D
Wahid Hasyim	B		-	-
Rata-rata			F	E

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa Indeks tingkat pelayanan Analisis MKJI F (Sangat buruk), dengan Vissim kondisi eksisting F (Sangat Buruk) sedangkan Alternatif menjadi E (Buruk).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perbandingan Panjang antrian menggunakan software vissim dan MKJI pada pendekat Jl. Usman Salengke Utara yaitu 110 m dan 112 m. Dapat dilihat bahwa hasil analisis menggunakan software vissim lebih mendekati kondisi di lapangan Yaitu 92 m. Karena perilaku kendaraan dan jarak antar kendaraan dapat diatur pada software vissim sama dengan tundaan analisis menggunakan vissim lebih unggul karena dapat menghitung masing-masing lengan sedangkan Perhitungan MKJI hanya Tundaan Rata-rata dengan tingkat pelayanan F (sangat buruk). Dan Hasil simulasi Alternatif dengan pengaturan waktu siklus dapat digunakan sebagai salah satu solusi meningkatkan kinerja simpang yang Tingkat pelayanan berubah menjadi E (Buruk) dengan selisih penurunan 13%. Saran yang dapat disampaikan bahwa Perlu segera dilakukan evaluasi kinerja simpang oleh instansi terkait mengingat kondisi simpang Jl.Poros Malino- Jl. Usman Salengke-JL. Wahid Hasyim yang sangat padat pada jam-jam sibuk sering terjadi tundaan yang cukup besar. Serta Penelitian dengan menggunakan software PTV Vissim disarankan menggunakan versi berbayar atau full version, agar durasi analisis tidak dibatasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Bina Marga. 2017. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
Jakarta: Bina Marga
- Fransisca Aria Nindia.2020. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Sofware Vissim (Studi Kasus: Simpang Ngaben Yogyakarta)*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Frengki Candra, Wahyu Widodo. 2017 *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode MKJI 1997 Dan PTV Vissim*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Ganang Cucu Dwiatmaja. 2019. *Analisis Efektivitas Bentuk Simpang Terhadap Kinerja Simpang Dengan Bantuan Perangkat Lunak Vissim Student Version (Studi Kasus: Simpang Sompok, Jl.Sompok-Jl.Tentara Pelajar Jl.Cinde Barat-Jl.Jomblang Sari, Candisari, Semarang, Jawa Tengah)*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Muhammad Rahmat Muslim. 2018. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Haji Bau-Jl. Cendrawasih–Jl. Arif Rate Di Makassar*. Makassar: Universitas Hasanuddin
- Mustafid, Ahmad Fuad, Abd Rahim Nurdin, and Tamrin Mallawangeng. (2023) "Peningkatan Kapasitas Jalan Kabupaten Dan Evaluasi Kelayakan Ruang Manfaat Jalan." *Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi*.
- Nurhadijah. Yunianti, Abd. Rahim Nurdin, Hijriah, Prilly Pricilia 2021 *Analisis Evaluasi Kinerja Ride Sourcing Dengan Persepsi Pengguna Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa*
- Pebriyetti, Selamet Widodo, Akhmadali 2019. *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan Dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat)*. Pontianak, Kalimantan Barat: UNTAN
- Pipit candra windarto.2016. *Analisis simpang bersinyal menggunakan software vissim*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Prima J. romadhona, Tsaqif Nur Ikhsan, Dika Prasetyo.2019. *Aplikasi permodelan lalu lintas PTV vissim 9.0*. Yogyakarta: UII Press
- Ridha Hidayati, Slamet Widodo, 2018 Sumiyattinah. *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Sultan Hamid – Jl Tanjung Raya I – Jl. Perintis Kemerdekaan – Jl. Tanjung Raya II Pontianak)*. Pontianak, Kalimantan Barat: UNTAN
- Rusmali, Bama, Abd Rahim Nurdin, and Tamrin Mallawangeng. 2023 "Analisis Pengaruh U-Turn Terhadap Kinerja Ruas Jalan Letjen Hertasning Kota Makassar Dan Ruas Jalan Tun Abdul Razak Kabupaten Gowa." *Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi*

- sumiyattinah, ridha hidayati. (n.d.). *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Sultan Hamid – Jl. Tanjung Raya I – Jl. Perintis Kemerdekaan – Jl. Tanjung Raya Ii Pontianak).* <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/viewFile/29258/75676578913>
- Ulfah, M., Aly, S. H., & Ramli, M. I. (2017b). (*Studi Kasus: Simpang Jalan A.P.Pettarani – Jalan Let.Jend.Hertasning – Jalan Rappocini Raya*)”.
- Wikayanti, N., Azwansyah, H., & Kadarini, S. N. (n.d.). *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal.*