



Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Jl. Ahmad Yani Kota Semarang Menggunakan Alat Bantu *Software VISSIM*

Muhammad Ghanim Salman Agustian^{a*}, Shania Dewi Choirun Nisa^b, Agus Muldiyanto^c, Galih Widyarini^d, Kukuh Wisnuaji Widiatmoko^e

^{a, b, c, d, e} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang

*Corresponding author, email: ghanimagustian@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received June 13, 2025

Revised July 14, 2025

Accepted July 21, 2025

Available online July 24, 2025

Keywords:

Traffic Volume

Traffic Simulation

VISSIM

ABSTRACT

The increase in traffic volume at the signalized intersection on Jalan Ahmad Yani Semarang City, causes congestion that has the potential to disrupt the smooth flow of traffic. The method used is to model the existing conditions of the intersection in VISSIM, then conduct simulations to obtain performance data such as traffic volume, degree of saturation, waiting time, and vehicle delay. The results of the study indicate that high traffic volume and suboptimal traffic light cycles cause vehicle deceleration at red lights and acceleration at green lights, resulting in congestion and congestion. The current simulation shows an average queue length of 127.63 meters with a maximum queue length of 227.20 meters, and an average vehicle delay of 99.69 seconds, which is categorized as Level of Service (LOS_F), indicating very poor traffic conditions. In reducing the very bad LOS, then for next 5 years it is necessary to have recommendations that can improve traffic flow such as diverting one-way traffic flow on the arms of Jl. Ki Mangunsarkoro and Jl. East Erlangga.

© 2025 IJCES. Publishing Services by Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Semarang.

1. Pendahuluan

Kemacetan lalu lintas adalah masalah yang sangat mempengaruhi implementasi layanan jalanan yang mengarah pada hambatan untuk aktivitas pengguna jalan. Penyebab kemacetan lalu lintas yang terjadi di Kota Semarang adalah perilaku pengemudi yang kurang disiplin (Adiasti, 2025). Selain itu, meningkatnya jumlah kepemilikan kendaraan juga menjadi faktor kemacetan (Aldo, 20210). Salah satu tempat yang biasanya terjadi adalah di persimpangan. Persimpangan merupakan sebuah tempat yang memiliki dua atau lebih jalan terhubung atau tumpang tindih, seperti sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas. Jalan penyeberangan adalah simpul transportasi dari beberapa pendekatan di mana kendaraan mengalir dari bagian pendekatan dan meninggalkan persimpangan (Ahmad, 2023). Persimpangan yang kompleks tempat bertemunya segala macam arus kendaraan dapat menimbulkan konflik (Nugroho, 2020). Akibat konflik tersebut menyebabkan sering terjadinya kemacetan. Menurut Prima (2023), permasalahan yang dijumpai pada persimpangan baik simpang bersinyal maupun tidak bersinyal akan memberikan dampak besar bagi kelancaran arus lalu lintas. Salah satu persimpangan yang sedang mengalami kemacetan adalah persimpangan di Jl. Ahmad Yani Kota Semarang, persimpangan tersebut memiliki volume kendaraan yang tinggi dan kapasitas jalan yang terbatas sehingga dapat menimbulkan kemacetan. Jalan Ahmad Yani Kota Semarang merupakan akses utama ke banyak tempat salah satunya ke pusat kota. Dalam menyikapi masalah yang terjadi pada persimpangan bersinyal di Jl. Ahmad Yani Kota Semarang, perlu dilakukan

evaluasi kinerja simpang untuk mendapatkan gambaran situasi simpang pada saat ini dengan menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja simpang dengan melakukan evaluasi untuk mendapatkan gambaran situasi simpang pada saat ini dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak *VISSIM*.

Kemacetan Lalu Lintas

Dalam (MKJI, 1997), bahwa lalu lintas jalan melebihi kapasitas papan sebelumnya berada pada kecepatan sekitar 0 km/jam. Jika tingkat saturasi titik kelebihan 0,5 atau lebih tinggi terjadi, tingkat saturasi akan diperiksa di jalan. Kelebihan beban adalah ketika lalu lintas berhenti atau berhenti karena jumlah kendaraan melebihi kapasitas jalan. Di kota-kota besar, terutama di tempat-tempat di mana transportasi umum baik atau tidak memadai, seringkali ada kelebihan beban dan kebutuhan jalan tidak dikompensasi oleh kepadatan populasi. Ada banyak konsekuensi negatif dari kemacetan yang terjadi. Masalah kemacetan sangat menguras tenaga dan pikiran, sehingga kinerja pekerja tidak dapat mencapai hasil maksimal. Jika peningkatan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan kapasitas jalan yang lebih besar, kemacetan di simpang harus ditangani melalui penggunaan system manajemen lalu lintas. Program *VISSIM*, yakni perangkat lunak untuk simulasi arus lalu lintas mikroskop, digunakan oleh salah satunya (Andryani, 2022).

Simpang (*Intersection*)

Persimpangan adalah titik pertemuan dua jalan dan sering kali menjadi salah satu lokasi tersibuk, persimpangan merupakan proporsi utama dalam hal hambatan perjalanan (Setyaningrum, 2023). Di persimpangan, kendaraan dari kedua arah harus saling memperhatikan dan mengikuti rambu lalu lintas yang ada untuk menjamin keselamatan. Lampu lalu lintas dan rambu berhenti dapat mengatur arus kendaraan dan pejalan kaki, sehingga mengurangi risiko kecelakaan yang dapat terjadi akibat ketidakstabilan lalu lintas.

Geometri Jalan

Geometri jalan sangat mempengaruhi kapasitas dan kinerja lalu lintas. Sebagian besar karakteristik geometri jalan mencakup perencanaan jalan, tipe jalan, jalur dan lajur lalu lintas, bahu jalan, trotoar, median jalan, dan alinemen jalan.

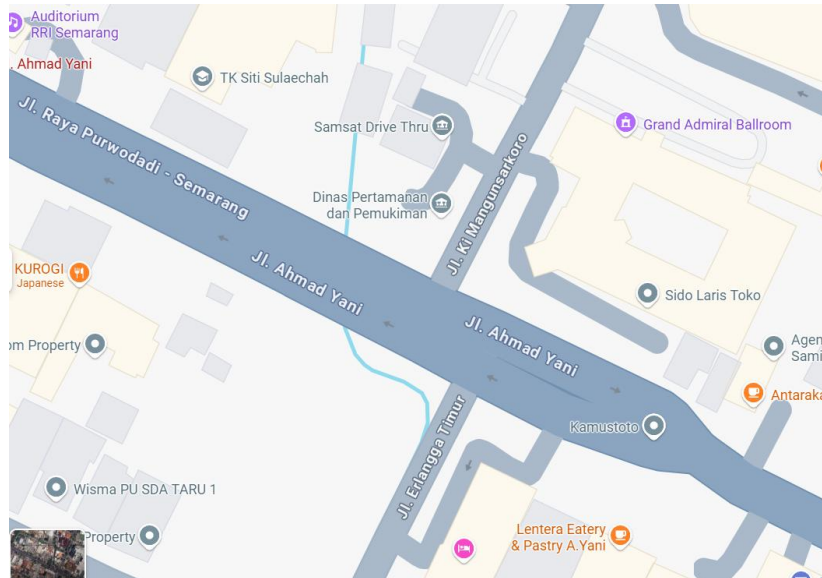
Perangkat Lunak *VISSIM*

VISSIM atau singkatan dari *Verkehr In Stadten-SIMulationsmodell* merupakan bahasa Jerman yang memiliki artian sebagai perangkat simulasi lalu lintas yang sangat berguna untuk menganalisis dan mengevaluasi berbagai aspek system transportasi, khususnya di persimpangan jalan. Software ini memungkinkan pengguna untuk membuat model simulasi yang sangat detail dari sebuah jaringan jalan, termasuk persimpangan, lalu lintas kendaraan, pejalan kaki, dan bahkan transportasi umum. *VISSIM* diterapkan untuk memodelkan seluruh klasifikasi fitur jalan ke jalan untuk kendaraan dari jalan raya ke jalan raya. *VISSIM* juga dapat mensimulasikan geometri sistem transportasi dan kondisi operasi yang unik (Rahman, 2016).

VISSIM adalah sebuah perangkat simulasi lalu lintas yang dirancang oleh *PTV Group*. Dengan menggunakan *VISSIM*, banyak kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum dapat dipenuhi. Ini termasuk rencana perlambatan lalu lintas, penelitian tentang jalur kereta api dan bus cepat, perkiraan penggunaan sistem transportasi pintar, kompleks simpang bersinyal dan tidak bersinyal, dan sebagainya (Aryandi, 2014). Penentuan parameter input data lapangan diperlukan guna mendapatkan hasil yang akurat dan lebih dekat dengan kenyataan. Jenis kendaraan, panjang, energi dan jarak berhenti, kecepatan, akselerasi maksimum, dan perlambatan adalah prasyarat yang dikumpulkan oleh lokasi yang diamati dalam model *VISSIM*.

2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian merupakan tempat atau wilayah dilaksanakan penelitian. Lokasi penelitian berada pada salah satu persimpangan yang mengalami kemacetan di Kota Semarang. Lokasi tersebut adalah persimpangan bersinyal Jalan Ahmad Yani. Lokasi penelitian yang diambil dari *google maps* tersaji pada Gambar 1.



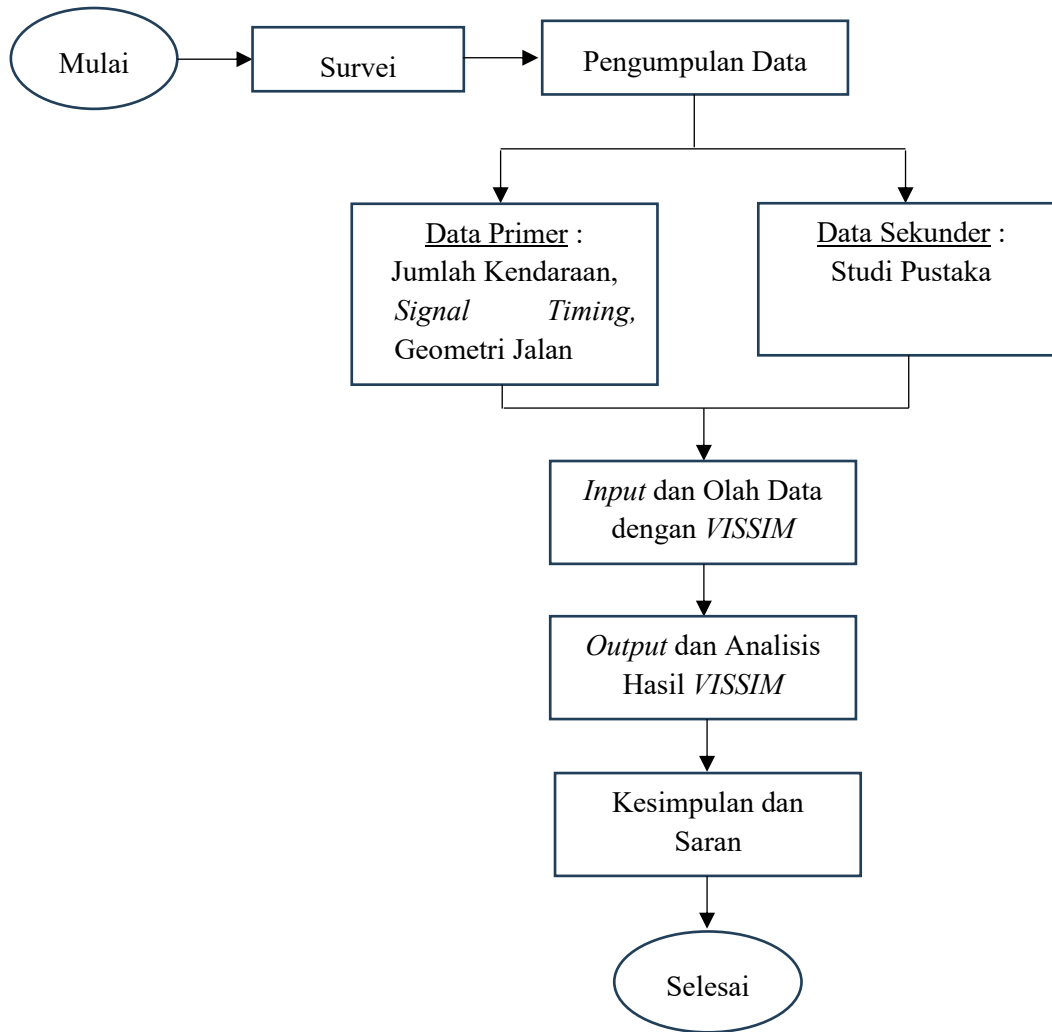
(Sumber : Google maps, 2024)

Gambar 1. Lokasi Yang Diteliti

Gambar 1 menyajikan gambar lokasi yang menjadi objek penelitian pada persimpangan yang memiliki 4 kaki/lengan. Masing-masing lengan terdiri dari Jalan Ahmad Yani, Jalan Raya Purwodadi-Semarang, Jalan Erlangga Timur dan Jalan Ki Mangunsarkoro.

Metode dalam pengumpulan data menggunakan metode survei. Survei dilaksanakan selama 7 (tujuh) hari. Dalam sehari, pelaksanaan survei terbagi menjadi 3 (tiga) waktu, yaitu pagi, siang dan sore. Masing-masing waktu survei dilaksanakan selama 2 (dua) jam. Data yang dikumpulkan berupa jumlah kendaraan, *signal timing* dan geometri jalan. *Signal timing* terkait dengan waktu sinyal dari masing-masing simpang. Dalam penelitian dibutuhkan alat dan bahan yang mampu mendukung dalam proses pengumpulan dan pengolahan data. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian berupa *counter*, pensil, kertas, dan perangkat komputer. *Counter* digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan. Pensil dan kertas untuk mencatat hasil perhitungan/pengamatan data survei. Perangkat komputer digunakan untuk mengolah data.

Penelitian dilakukan dengan menerapkan metode analisis berlandaskan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan perangkat lunak *VISSIM (student version)*. Perangkat lunak PTV *VISSIM* digunakan untuk memodelkan hasil sistem layanan transportasi di bawah kondisi saat ini dan berbagai alternatif telah ditambahkan (Prima, 2023). Hasil/*output* pengolahan data nantinya akan dianalisis sesuai ketentuan MKJI 1997 (Marga, 1997). Diagram alir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



(Sumber : Peneliti, 2024)

Gambar 2. Bagan Alur Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian berdasar gambar 1 adalah:

1. Mulai
Tahapan paling awal dari sebuah penelitian dilakukan dengan mulai. Penelitian tidak akan terlaksana tanpa dimulai.
2. Survei
Tahapan survei awal dilakukan untuk mengamati/mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada lokasi penelitian.
3. Pengumpulan Data
Tahapan pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan langsung dari lapangan dengan metode survei berupa jumlah kendaraan, *signal timing*, dan geometri jalan. Data sekunder merupakan data pendukung yang didapatkan melalui studi pustaka.
4. *Input dan Olah Data dengan VISSIM*
Tahapan ini merupakan tahapan memasukan data hasil survei ke *VISSIM* dan kemudian diolah.

Data diolah dengan simulasi lalu lintas yang merupakan pemodelan dari sistem transportasi menggunakan perangkat lunak untuk membantu mengoperasikan sistem transportasi (Halim, 2019).

5. *Output* Analisis Hasil *VISSIM*

Setelah data terolah oleh *VISSIM*, akan mendapatkan *output* berupa *level of service* dan *delay stop*. Hasil tersebut kemudian dianalisis berlandaskan Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 (MKJI 1997).

6. Kesimpulan dan Saran

Tahapan kesimpulan merupakan jawaban dari rumusan masalah dari penelitian. Kesimpulan diambil dari hasil analisis. Tahapan saran merupakan masukan bagi penelitian berikutnya berdasar hasil analisis data.

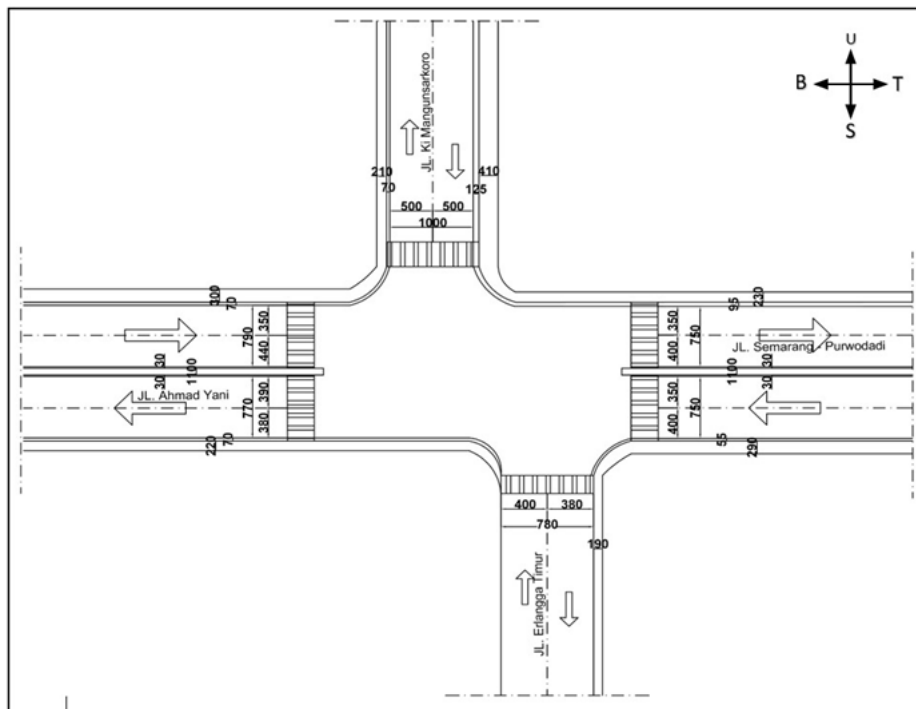
7. Selesai

Tahapan selesai merupakan tahapan akhir yang menandakan penelitian telah selesai dilaksanakan.

3. Hasil dan Pembahasan

Data Geometri Jalan

Data geometri berasal dari keadaan saat ini dan terdiri dari segmen jalanan yang terdiri dari panjang, lebar, kemiringan, dan jumlah alur. Segmen jalan geometris terdiri dari jumlah jalur, termasuk panjang, lebar, kemiringan, dan panjang memori pada kurva. Data pengamatan lapangan diperlukan untuk mengidentifikasi geometri jaringan abnormal dan perilaku pengemudi (Misdalena, 2019). Data geometri yang didapatkan dari hasil survei berupa tipe jalan, lebar jalan, lebar bahu jalan, dan lebar trotoar. Selain itu, data pendukung lainnya terkait kondisi perkerasan dan jenis perkerasan jalan. Data hasil survei geometri dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 1.



(Sumber: Hasil Survei Peneliti, 2024)

Gambar 3. Denah Simping Bersinyal Jl. Ahmad Yani Kota Semarang

Tabel 1. Data Geometri Jalan

No	Data Geometri	Jl. Ahmad Yani	Jl. Purwodadi-Semarang	Jl. Ki Mangunsarkoro	Jl. Erlangga Timur
1	Fungsi jalan	Jalan Perkotaan	Jalan Perkotaan	Jalan Perkotaan	Jalan Perkotaan
2	Tipe jalan	4/2 D	4/2 D	2/2 UD	2/2 UD
3	Lebar Jalan 2 Lajur	790 cm	750 cm	500 cm	400 cm
		770 cm	750 cm	500 cm	380 cm
4	Lebar Bahu Jalan	70 cm	55 cm	125 cm	-
		75 cm	95 cm	75 cm	-
5	Lebar Trotoar	300 cm	290 cm	410 cm	190 cm
		220 cm	230 cm	210 cm	-
6	Jenis Perkerasan	Aspal	Aspal	Aspal	Aspal
7	Kondisi Perkerasan	Baik	Baik	Baik	Baik

(Sumber: Hasil Survei Peneliti, 2024)

Tabel 1 menunjukkan karakteristik geometri simpang Jalan Ahmad Yani Semarang. Diketahui bahwa Jalan Ahmad Yani merupakan jalan perkotaan yang memiliki tipe jalan 4/2 D (4 lajur 2 arah terbagi). Jalan ini memiliki jenis perkerasan aspal dengan kondisi perkerasan yang baik.

Data Signal Timing

Selain data geometri yang didapatkan dari survei, data *signal timing* juga dicatat saat survei. Data-data tersebut merupakan data masukan yang dibutuhkan dalam pengolahan perangkat lunak *VISSIM*. Hasil survei *signal timing* tersaji di Tabel 2.

Tabel 2. Data Signal Timing

No	Signal Timing	Jl. Ahmad Yani	Jl. Purwodadi-Semarang	Jl. Ki Mangunsarkoro	Jl. Erlangga Timur
1	a.) Merah	45 detik	45 detik	30 detik	30 detik
	b.) Kuning	3 detik	3 detik	3 detik	3 detik
	c.) Hijau	90 detik	90 detik	60 detik	60 detik

(Sumber: Hasil Survei Peneliti, 2024)

Tabel 2 menunjukkan waktu merah pada Jalan Ahmad Yani dan Jalan Purwodadi-Semarang mencapai 45 detik, dengan waktu kuning 3 detik dan waktu hijau 90 detik. Pada Jalan Ki Mangunsakoro dan Jalan Erlangga Timur menunjukkan waktu merah 30 detik, waktu kuning 3 detik dan waktu hijau 60 detik. Dari *signal timing* tersebut, diketahui bahwa pada simpang bersinyal ini memiliki 2 fase.

Data Volume Lalu Lintas

Survei yang telah dilakukan untuk mengambil data arus lalu lintas pada simpang empat bersinyal ini diselenggarakan pada hari Senin tanggal 20 Januari 2025 sampai dengan Minggu tanggal 26 Juni 2025. Data kendaraan yang akan digunakan dalam input data dalam simulasi menggunakan perangkat lunak *VISSIM* adalah kendaraan yang melintas pada jam tersibuk. Model eksisting ini dijalankan untuk mendapatkan hasil kinerja simpang pada kondisi eksisting (Putra, 2018). Jumlah kendaraan maksimal yang melintas di Jl. Ahmad Yani Kota Semarang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Volume Kendaraan Maksimal (kend/jam)

Jalan	Arah	Jenis Kendaraan			
		MC	LV	HV	UMC
Jl. Ahmad Yani	Lurus	2260	825	13	2
	Belok Kiri	127	41	1	0
	Belok kanan	141	68	3	0
Jl. Semarang-Purwodadi	Lurus	2285	858	20	2
	Belok Kiri	50	27	0	3
	Belok kanan	76	111	2	2
Jl. Ki Mangunkarsoro	Lurus	408	189	3	2
	Belok Kiri	174	31	3	1
	Belok kanan	452	397	6	4
Jl. Erlangga Timur	Lurus	398	126	4	5
	Belok Kiri	43	21	4	0
	Belok kanan	108	36	4	0

(Sumber: Hasil Survei Penulis, 2025)

Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa kepadatan volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pukul 16.00-17.00 WIB. Pada jam puncak ini, volume kendaraan lurus di Jl. Ahmad Yani mencapai 2260 sepeda motor (MC) dan 825 kendaraan ringan (LV). Demikian pula, Jl. Semarang-Purwodadi memiliki volume tinggi dengan 2285 MC dan 858 LV untuk arah lurus. Data volume ini menjadi dasar untuk analisis kinerja simpang eksisting.

Analisis Kapasitas Simpang Eksisting

Kinerja simpang eksisting dianalisa dengan menerapkan metode MKJI (1997) dan VISSIM (*StudentVersion*). Dilihat pada Tabel 2, bahwa kepadatan volume lalu lintas berlangsung pada pukul 16.00-17.00 WIB. Hasil dari pemodelan simpang eksisting dan hasil *output* menggunakan VISSIM (*StudentVersion*) dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 3.



(Sumber: Perangkat Lunak VISSIM Student Version, 2025)

Gambar 4. Tampilan 3D Kondisi Eksisting pada Simpang

Tabel 3. Output Hasil Simulasi *VISSIM* untuk Simpang Eksisting

Nama Jalan	VEH DELAY(ALL)	Qlen Max (m)	LOS
Jalan Ahmad Yani	103,43 s	201,76 m	LOS_F
Jalan Semarang-Purwodadi	94,81 s	105,19 m	LOS_F
Jalan Ki Mangunsarkoro	204,62 s	226,94 m	LOS_F
Jalan Erlangga Timur	111,47 s	110,27 m	LOS_F
Rata-rata	128,58 s	161,04 m	LOS_F

(Sumber: Perangkat Lunak *VISSIM Student Version*, 2025)

Rekapitulasi yang ada di Tabel 3, dapat dilihat pada simpang empat bersinyal Jalan Ahmad Yani Kota Semarang dalam kondisi eksisting mempunyai tingkat pelayanan simpang (*Level Of Service*) kategori LOS_F yang berarti kondisi jalan tersebut buruk sekali, arus lalu lintas yang tidak dapat mengalir dengan baik serta waktu tunggu yang sangat tinggi (Adiasti, 2024), panjang antrian rata-rata sepanjang 161,04 m, dan tundaan rata-rata sebesar 128,58 detik.

Analisis Penyebab LOS_F dan Dampaknya

LOS_F ini disebabkan oleh beberapa faktor diantara lain :

1. Volume Lalu Lintas Tinggi

Volume kendaraan yang melintas, terutama pada jam puncak (16.00-17.00 WIB), melebihi kapasitas efektif simpang. Ini menyebabkan peningkatan kepadatan dan antrean panjang pada setiap fase lampu merah.

2. Siklus Lampu Lalu Lintas Tidak Optimal

Meskipun siklus total adalah 140 detik, distribusi waktu hijau, kuning, dan merah pada setiap lengan simpang belum optimal untuk mengakomodasi volume kendaraan yang tinggi di setiap arah. Ini menyebabkan perlambatan signifikan saat lampu merah dan percepatan saat lampu hijau, yang berkontribusi pada kemacetan.

3. Keterbatasan Geometri

Meskipun Jalan Ahmad Yani merupakan jalan perkotaan dengan lebar yang memadai, peningkatan volume lalu lintas yang terus-menerus memberikan tekanan pada kapasitas geometri simpang.

Dampak dari LOS_F terhadap pengguna jalan dan lingkungan :

1. Peningkatan Waktu Tempuh: Tundaan rata-rata sebesar 128,58 detik per kendaraan menyebabkan waktu tempuh yang jauh lebih lama bagi pengendara, mengakibatkan inefisiensi waktu dan kerugian produktivitas.
2. Peningkatan Konsumsi Bahan Bakar: Kendaraan yang terjebak dalam antrean panjang dan mengalami siklus berhenti-jalan secara berulang akan mengonsumsi bahan bakar lebih banyak dibandingkan dengan kondisi lalu lintas lancar.
3. Peningkatan Polusi Udara: Emisi gas buang dari kendaraan yang terjebak kemacetan akan meningkat, berkontribusi pada polusi udara lokal dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.
4. Penurunan Kenyamanan dan Keselamatan: Kemacetan menyebabkan tingkat stres yang tinggi bagi pengendara dan meningkatkan risiko kecelakaan minor karena pergerakan kendaraan yang tidak teratur.

Perangkat lunak *VISSIM* terbukti menjadi alat yang efektif dalam menganalisis kondisi ini, memungkinkan visualisasi *real-time* antrean dan tundaan. Dengan model ini, berbagai skenario perbaikan dapat diuji dan

dievaluasi untuk mencari solusi yang paling optimal sebelum implementasi fisik dilakukan, sejalan dengan penelitian oleh Putra & Ramanda (2018) yang menggunakan *VISSIM* untuk optimasi waktu hijau.

Analisis Alternatif Perbaikan

Mengingat kondisi kinerja simpang eksisting yang sangat buruk (LOS_F), perlu adanya alternatif perbaikan untuk meningkatkan kelancaran arus lalu lintas. Salah satu alternatif yang dapat meningkatkan LOS pada simpang adalah perubahan waktu siklus (Ado, 2024). Berdasarkan hasil analisis dan data geometris, salah satu rekomendasi yang paling efektif adalah pengalihan arus lalu lintas satu arah pada lengan Jalan Ki Mangunsarkoro dan Jalan Erlangga Timur.

Skenario alternatif yang dapat dilakukan adalah Pengalihan Arus Lalu Lintas Satu Arah pada Jalan Ki Mangunsarkoro dan Jalan Erlangga Timur. Dalam Skenario ini, diasumsikan :

1. Jalan Ki Mangunsarkoro: Diubah menjadi satu arah menuju simpang
Misalnya, hanya untuk kendaraan yang akan belok kiri atau lurus ke Jalan Ahmad Yani/Jalan Semarang-Purwodadi.
2. Jl. Erlangga Timur: Diubah menjadi satu arah menjauhi simpang
Misalnya, hanya untuk kendaraan yang keluar dari simpang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan perangkat lunak *VISSIM* pada simpang bersinyal Jl. Ahmad Yani Kota Semarang, diperoleh beberapa karakteristik arus lalu lintas dan kinerja simpang. Simpang ini dicirikan oleh volume kendaraan yang cenderung tinggi dengan total waktu siklus 140 detik. Kondisi eksisting menunjukkan bahwa kecepatan kendaraan melambat secara signifikan saat lampu merah dan mengalami percepatan saat lampu hijau, mengakibatkan kepadatan dan kemacetan yang parah. Fenomena ini terjadi karena jumlah kendaraan yang terlalu banyak dan waktu siklus lampu yang belum optimal. Hasil analisis kinerja simpang saat ini, berdasarkan simulasi *VISSIM*, menunjukkan rata-rata panjang antrian sebesar 161,04 meter dengan rata-rata tundaan kendaraan selama 128,58 detik. Kondisi ini termasuk dalam kategori *Level of Service* (LOS) F, yang mengindikasikan bahwa kondisi lalu lintas sangat buruk, dengan arus kendaraan yang terhambat dan waktu tunggu yang sangat tinggi. LOS F ini menimbulkan dampak negatif berupa pemborosan waktu, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan kontribusi terhadap polusi udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiasti, D. W., dkk. (2024). Rekayasa Lalu Lintas Jalan Tirto Agung Akibat Aktivitas Antar Jemput Sekolah Al Azhar Menggunakan Program VISSIM. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Study (IJCES)*, 59-70.
- Ado, A. Y. E., Handayani, A. T., & Astutik, H. P. (2024). Analisis Kinerja Sipang Bersinyal Menggunakan Software PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Proliman, Prambanan). *Spektrum Sipil*, 11, 97-108.
- Ahmad, M. (2023). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI dan Metode PTV VISSIM (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi - Jl. Babe Palar, Kota Manado). *TEKNO*, 21, 67-77.
- Aldo, J. N., Yulianto, B., & Setiono. (2021). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pasar Pon Menggunakan Program Simulasi PTV VISSIM. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 9, 114-120.
- Andryani, F. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal dan Solusi Alternatif Menggunakan VISSIM pada Simpang Tiga Pakem, Kabupaten Jember. *Jurnal Smart Teknologi*, 4, 126-138.
- Aryandi, R. D. (2014). Penggunaan Software VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). *The 17th FSTPT International Symposium, Jember University*, 338-347.

- Halim, H. (2019). Analisis Kinerja Operasional Ruas Jalan Satu Arah dengan Menggunakan Mikrosimulasi VISSIM (Studi Kasus: Jalan Masjid Raya di Kota Makassar). *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3, 99-108.
- Marga, B. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Misdalena, F. (2019). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakabaring Menggunakan Program Microsimulator VISSIM 8.00. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7, 35-41.
- Nugroho, U., & Dwiatmaja, G. C. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Bantuan Perangkat Lunak VISSIM Student Version Studi Kasus: Simpang Sompok, Candisari, Semarang. *Jurnal Teknik Sipil*, 16, 54-74.
- Prima, G. R., Herlina, N., Arif, I.Z. (2023). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan PTV VISSIM (Studi Kasus Simpang Gunung Sabeulah Kota Tasikmalaya). *JTSC*, 382-396.
- PUPR. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*.
- Putra, R. A. (2018). Optimasi Green Time Simpanag Bersinyal dengan Menggunakan PTV VISSIM dalam Meningkatkan Kinerja Simpang (Studi Kasus Simpang Way Halim Bandar Lampung). *Bentang Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6, 108-117.
- Rahman, A. (2016). Perencanaan Simpang Empat Bersinyal Pasar Lemabang Kota Palembang dengan Program Simulasi VISSIM. *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 5, 8-11.
- Setyaningrum, A. A. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jl. KH Wahid Hasyim II-Jl. Padat Karya, Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Sipil*, 7, 11-18.