



Rekayasa Lalu Lintas Jalan Tirta Agung akibat Aktivitas Antar Jemput Sekolah Al Azhar menggunakan Program VISSIM

Devika Wahyu Adiasti^{a*}, Ruth Mega Joestantika^b, Galih Widyarini^c, Wardana Galih Pamungkas^{d*}, Vera Mahardika^e

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

*Corresponding author; email: devikawahyu20@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received October 22, 2024

Revised December 27, 2024

Accepted December 30, 2024

Available online December 31, 2024

Keywords:

Traffic

Road capacity

Intersection performance

Vehicle delay

ABSTRACT

Traffic congestion in urban areas has been a major issue for years, considering that the transportation demand cycle does not always allow for resolving congestion through road capacity expansion. Congestion caused by daily activities, such as the Al Azhar school pickup and drop-off, results in vehicle queues on Tirta Agung Street in Banyumanik. Therefore, it is necessary to analyze and apply traffic engineering strategies to improve intersection performance. Performance analysis of the intersection was conducted using PKJI 2023, and existing intersection conditions were modeled using VISSIM (Student Version) software. Based on the analysis using PKJI 2023, the existing intersection showed a degree of saturation (DJ) of 0.62, capacity (C) of 2776.48 vehicles/hour, intersection delay (T) of 11.32 seconds/vehicle, and queue probability (Pa) of 16%-34%, with a level of service index (ITP) of C (Sufficient). According to the VISSIM (Student Version) analysis, with the addition of traffic signals, the results showed a vehicle delay (VehDelay) of 8.50 seconds/vehicle, a queue length (Qlen) of 11.91 meters, and a level of service (LOS) of B (Good). Therefore, the traffic engineering recommendation for the Tirta Agung, Estetika Raya, and Klentengsari intersections is to implement a signalized intersection with a cycle time of 49 seconds.

© 2024 IJCES. Publishing Services by Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Semarang.

1. Pendahuluan

Kasus transportasi semacam kemacetan, antrian, ataupun tundaan kerap ditemukan dengan tingkatan mutu yang rendah maupun tinggi akibat dari pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan penduduk perkotaan di Indonesia yang mengalami peningkatan setiap tahunnya akibat dari proses pertumbuhan alami dan faktor urbanisasi. Fenomena tersebut terjadi di kota-kota besar tak terkecuali Kota Semarang yang merupakan salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia. Menurut data BPS Kota Semarang (2023), tercatat jumlah penduduk Kota Semarang pada tahun 2022 adalah 1.659.975 jiwa, dan laju pertumbuhan penduduk per tahun 2021-2022 adalah 0,21% dengan kepadatan penduduk sebesar 4.441 jiwa/km². Akibat dari pertumbuhan penduduk tersebut, kebutuhan akan fasilitas penunjang seperti sekolah dan kendaraan, baik umum maupun pribadi mengalami peningkatan. Menurut Perwira dkk (2019), lalu lintas tergantung kepada kapasitas jalan, tingginya pergerakan lalu lintas harus diimbangi dengan kapasitas jalan karena jika tidak diimbangi dengan kapasitas jalan yang memadai maka lalu lintas yang ada akan terhambat.

Kemacetan lalu lintas di Kota Semarang disebabkan oleh perilaku pengemudi yang kurang disiplin



sebagai pengguna jalan dan aktivitas penduduk sehari-hari seperti bekerja, ke sekolah, rekreasi, dan berbelanja yang dilakukan secara rutin di tempat dan jam tertentu. Salah satu permasalahan kemacetan di Kota Semarang terjadi pada persimpangan tak bersinyal pertemuan antara Jalan Tirto Agung, Jalan Estetika Raya, dan Jalan Klentengsari. Permasalahan yang terjadi di persimpangan Jalan Tirto Agung, Jalan Estetika Raya, dan Jalan Klentengsari disebabkan oleh aktivitas antar jemput siswa sekolah Al Azhar yang mayoritas pengantaran maupun penjemputan menggunakan kendaraan pribadi dengan kapasitas jalan yang tidak memenuhi serta simpang tidak mempunyai *traffic light*, sehingga menimbulkan kemacetan pada Jalan Tirto Agung sebagai jalan utamanya.

Penelitian terdahulu terkait rekayasa lalu lintas menggunakan *software VISSIM* dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya: Wikayanti dkk (2018), Rusmandani dkk (2021), Yatmar dkk (2021), Suartawan dkk (2022), Wiguna dkk (2022), Nurhidayah & Wibisono (2023), Ramli dkk (2023) dan Anggayeni dkk (2024), dengan tujuan dan topik masing-masing penelitian tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan pemodelan khusus untuk menganalisa dan melakukan rekayasa kinerja lalu lintas Jalan Tirto Agung pada saat tertentu yaitu saat kegiatan antar jemput siswa sekolah Al Azhar agar operasional Jalan Tirto Agung terpenuhi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja ruas jalan pada kondisi eksisting di Jalan Tirto Agung, selanjutnya dilakukan pemodelan dengan *software VISSIM* untuk menentukan rekomendasi rekayasa lalu lintas yang cocok diterapkan.

Persimpangan

Persimpangan merupakan pertemuan dua atau lebih ruas jalan sebidang dan tidak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) PKJI (2023). Jenis-jenis persimpangan menurut Prasetyanto (2019) adalah persimpangan sebidang (Intersection) dan persimpangan tak sebidang (*interchange*). Menurut Khisty & Lall (2005) dilihat dari cara pengaturan arus lalu lintas di persimpangan, persimpangan dibedakan atas persimpangan tanpa pengendali, persimpangan dengan pengendalian pemisah lajur (*channelized*), persimpangan dengan rambu pengendalian kecepatan, persimpangan dengan pengendalian bundaran (*roundabout*), dan persimpangan dengan pengendalian lampu lalu lintas (*traffic signal*).

Geometri Jalan

Beberapa karakteristik geometri meliputi klasifikasi perencanaan jalan, tipe jalan, jalur dan lajur lalu lintas, bahu jalan, trotoar, median jalan, dan alinemen jalan.

Volume dan Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas (q) adalah banyaknya kendaraan bermotor yang melewati suatu ruas jalan per jam, dinyatakan dalam kendaraan per jam ($kend/jam$) atau satuan mobil penumpang per jam (SMP/jam).

Berdasarkan PKJI (2023), kendaraan yang termasuk dalam arus lalu lintas diklasifikasikan menjadi lima jenis: sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), bus besar (BB), dan truk besar (TB).

Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

Kapasitas simpang (C) merupakan total semua arus masuk dari seluruh lengan simpang secara matematis dapat didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya PKJI (2023). Perhitungan kapasitas simpang menggunakan Persamaan (1).

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{Rmi} \quad (1)$$

Di mana :

- C : Kapasitas (SMP/jam).
- C₀ : Kapasitas dasar (SMP/jam).
- FLP : Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat.
- FM : Faktor koreksi tipe median.
- FUK : Faktor koreksi ukuran kota.
- FHS : Faktor koreksi hambatan samping.
- FBKi : Faktor koreksi rasio arus belok kiri.
- FBKa : Faktor koreksi rasio arus belok kanan.
- FRmi : Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.

Derajat Kejenuhan (D_J)

Persamaan umum derajat kejenuhan menggunakan Persamaan (2).

$$D_J = \frac{Q}{C} \quad (2)$$

Keterangan :

- D_J : Derajat kejenuhan.
- Q : Arus lalu lintas (SMP/jam).
- C : Kapasitas simpang (SMP/jam).

Tundaan (T)

Tundaan (T) dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$T = T_{LL} + T_G \quad (3)$$

Keterangan :

- T : Tundaan (det/smp).
- T_{LL} : Tundaan lalu lintas (det/SMP).
- T_G : Tundaan geometri (det/SMP).

T_{LL} adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah, dapat dihitung menggunakan Persamaan (4) dan Persamaan (5).

$$\text{Untuk } D_J \leq 0,60 \quad T_{LL} = 2 + 8,2078 D_J - (1 - D_J)^2 \quad (4)$$

$$\text{Untuk } D_J \geq 0,60 \quad T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_J)} - (1 - D_J)^2 \quad (5)$$

Keterangan :

- D_J : Derajat kejenuhan
- T_{LL} : Tundaan lalu lintas (det/SMP).

T_G adalah tundaan geometri rata-rata seluruh simpang, dapat ditentukan menggunakan Persamaan (6) dan Persamaan (7).

$$\text{Untuk } D_J \leq 1 : \quad T_G = (1 - D_J) x (6 R_B + 3(1 - R_B)) + 4D_J \quad (6)$$

$$\text{Untuk } D_J \geq 1 : \quad T_G = 4 \quad (7)$$

Keterangan :

- T_G : Tundaan geometri (det/SMP).
- D_j : Derajat kejenuhan.
- R_B : Rasio arus belok terhadap arus total simpang.

Peluang Antrian (P_a)

P_a dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat ditentukan menggunakan Persamaan (8) dan Persamaan (9).

$$\text{Batas atas peluang} : P_a = 47,71 D_j - 24,68 D_j^2 + 56,47 D_j^3 \quad (8)$$

$$\text{Batas bawah peluang} : P_a = 9,02 D_j - 20,66 D_j^2 + 10,49 D_j^3 \quad (9)$$

Keterangan :

- P_a : Peluang antrian.
- D_j : Derajat kejenuhan.

Penilaian Kinerja

Parameter penilaian kinerja lalu lintas operasional menggunakan nilai deajat kejenuhan (D_j) yang sudah diperhitungkan sesuai dengan PKJI 2023. Jika nilai Derajat Kejenuhan (D_j) lebih kecil dari 0,85, maka simpang tersebut masih dianggap layak untuk beroperasi sampai beberapa tahun yang akan datang. Sedangkan jika nilai D_j mencapai lebih dari atau sama dengan 0,85, maka perlunya analisa ulang kinerja simpang dan membuat rekayasa perbaikan kondisi eksisting simpang. Menurut Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015), tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal diukur berdasarkan nilai tundaan diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria tingkat pelayanan persimpangan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/skr)
A	< 5
B	5-10
C	11-20
D	21-30
E	31-45
F	>45

(Sumber : Departemen Perhubungan, 2006)

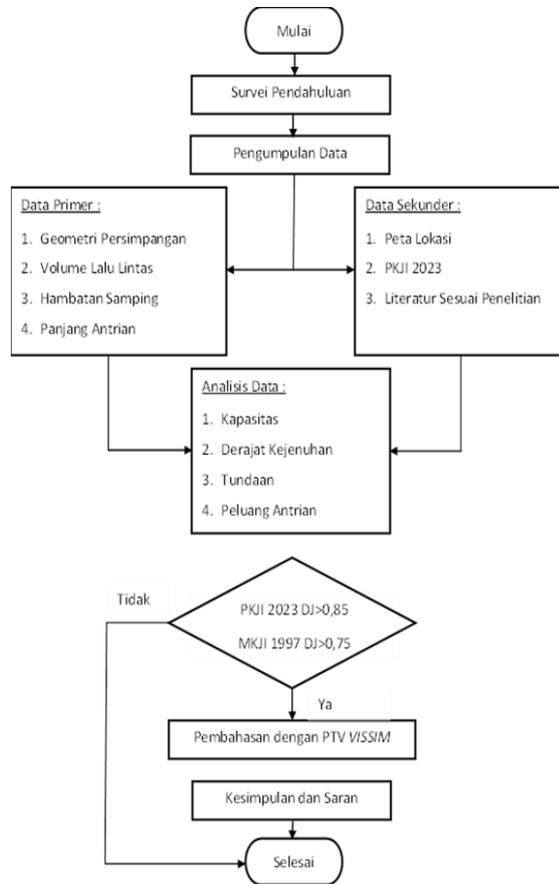
Software VISSIM

VISSIM merupakan salah satu aplikasi untuk menjalankan pemodelan lalu lintas yang termasuk pejalan kaki, pengendara sepeda, angkutan pribadi bermotor, angkutan barang, dan angkutan umum terkait kereta api dan jalan raya serta dapat digunakan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan infrastruktur transportasi, membuat keputusan perencanaan berbasis data, dan mengatasi tantangan seperti kemacetan, emisi, dan distribusi ruang jalan yang adil. *VISSIM* dikembangkan pada tahun 1992 oleh *PTV (Planung Transport Verkehr AG)* di Karlsruhe, Jerman. Menurut Romadhona dkk (2019) *VISSIM* merupakan singkatan dari “*Verkehr in Stadten Simulations Model*” yang artinya lalu lintas di kota model simulasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode analisis berdasarkan PKJI 2023 dan *software VISSIM* (Student Version). Metode yang digunakan untuk menganalisa kinerja ruas jalan simpang tak bersinyal pada kondisi eksisting adalah menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 sebagai bentuk pemutakhiran dari

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Dalam hal ini, pemodelan yang cocok untuk mensimulasikan Jalan Tirta Agung yaitu dengan menggunakan *software VISSIM* yang berguna untuk menentukan rekomendasi rekayasa lalu lintas yang cocok diterapkan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada persimpangan Jalan Tirta Agung, Jalan Estetika Raya, dan Jalan Klentengsari yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi penelitian

(Sumber : Google Earth, 2024)

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari survei lapangan yang dilakukan secara langsung, sedangkan untuk data sekunder didapat dari data-data publikasi oleh instansi pemerintah sekitar.

- a. Data Primer
 - 1. Data geometri jalan.
 - 2. Data arus lalu lintas atau perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHR).
- b. Data Sekunder
 - 1. Data penduduk (BPS Kota Semarang)
 - 2. Data wilayah Kota Semarang (BPS Kota Semarang)
 - 3. Data informasi kegiatan sekolah Al Azhar

Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan setiap hari Senin sampai Sabtu dalam kurung waktu satu minggu berturut. Pada saat pengambilan data volume, waktu survei terbagi menjadi dua sesi dengan rincian waktunya adalah saat aktivitas antar sekolah pukul 06.00 - 08.00 WIB dan aktivitas jemput sekolah pukul 13.00 - 17.00 WIB dengan interval waktu pengambilan data selama 15 menit. Penentuan waktu survei tersebut berdasarkan aktivitas antar jemput sekolah Al Azhar yang berlangsung dari pukul 07.00 – 15.00. Waktu pengambilan data geometri dilakukan pada saat hari weekend atau akhir pekan agar tidak mengganggu arus lalu lintas.

3. Hasil dan Pembahasan

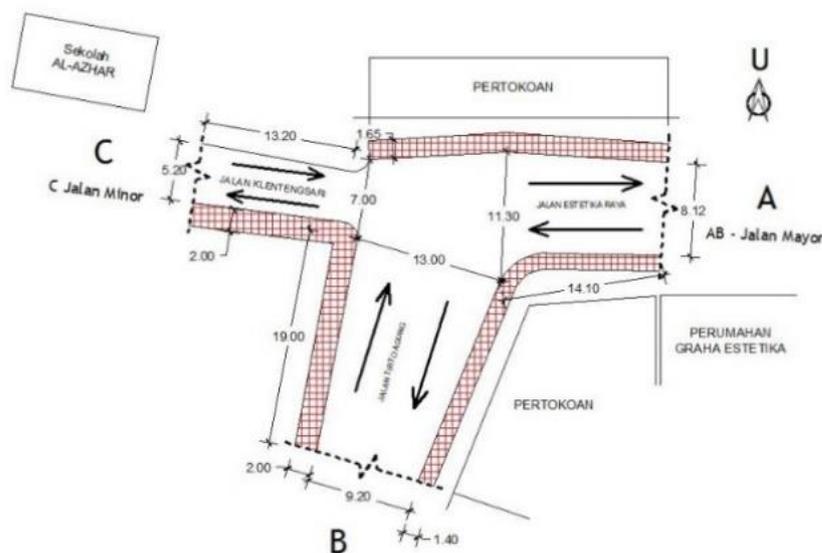
Data Geometri Simpang

Lokasi penelitian berada pada simpang Jalan Tirto Agung, Jalan Estetika Raya, dan Jalan Klentengsari. Simpang ini merupakan simpang tiga tak bersinyal yang memiliki 3 jumlah lengan dengan 2 jumlah lajur jalan minor dan 2 jumlah lajur jalan mayor dan tidak memiliki median jalan. Data hasil survei dapat dilihat pada Tabel 2. dan Gambar 3.

Tabel 2. Data geometri simpang

Keterangan	Tipe Simpang	Lebar (m)			Median Jalan	Tipe Jalan
		Pendekat	Jalan	Bahu Jalan		
Jalan Estetika Raya (A)		11,3	8,12	1,65		2/2 UD
Jalan Tirto Agung (B)	322	13	9,2	1,4	Tanpa Median	2/2 UD
Jalan Klentengsari (C)		7	5,2	2		2/2 UD

(Sumber : Hasil Survei,2024)



Gambar 3. Sketsa geometri simpang

(Sumber : Hasil Survei, 2024)

Data Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan hasil survei lapangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data kondisi lingkungan

Kondisi Lingkungan	Keterangan
Tipe simpang	322 (3 lengan, 2 lajur pada jalan mayor, 2 lajur pada jalan minor)
Tipe lingkungan	Tipe Komersial
Ukuran kota	Kota Besar (1.659.975 Jiwa)
Hambatan samping	Sedang

(Sumber : Hasil Survei, 2024)

Data Volume Lalu Lintas

Survei pengambilan data arus lalu lintas pada simpang tiga tak bersinyal ini dilaksanakan pada hari Senin tanggal 3 Juni 2024 sampai dengan Sabtu tanggal 8 Juni 2024. Survei dilakukan secara manual menghitung jumlah kendaraan yang melewati simpang tersebut pada saat kegiatan pengantaran siswa yang dimulai dari jam 06.00-08.00 WIB dan pada saat kegiatan penjemputan siswa yang dimulai dari jam 13.00-17.00 WIB. Hasil survei harian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi total volume lalu lintas harian

Hari/Tanggal	Total Volume Kendaraan (SMP/Jam)
Senin, 03 Juni 2024	8506,5
Selasa, 04 Juni 2024	8374,0
Rabu, 05 Juni 2024	8589,8
Kamis, 06 Juni 2024	8655,8
Jumat, 07 Juni 2024	8816,1
Sabtu, 08 Juni 2024	6193,3

(Sumber : Hasil Survei, 2024)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan dan hasil olah data berdasarkan data lapangan, maka digunakan data pada hari Jumat, 07 Juni 2024. Data ini dianggap mewakili data-data lainnya dikarenakan data ini merupakan data volume lalu lintas tertinggi yang diubah ke satuan mobil penumpang (SMP) dengan mengalikan faktor ekuivalen mobil penumpang (EMP). Data per jam volume lalu lintas pada pada hari Jumat, 07 Juni 2024 dapat dilihat pada Gambar 4.

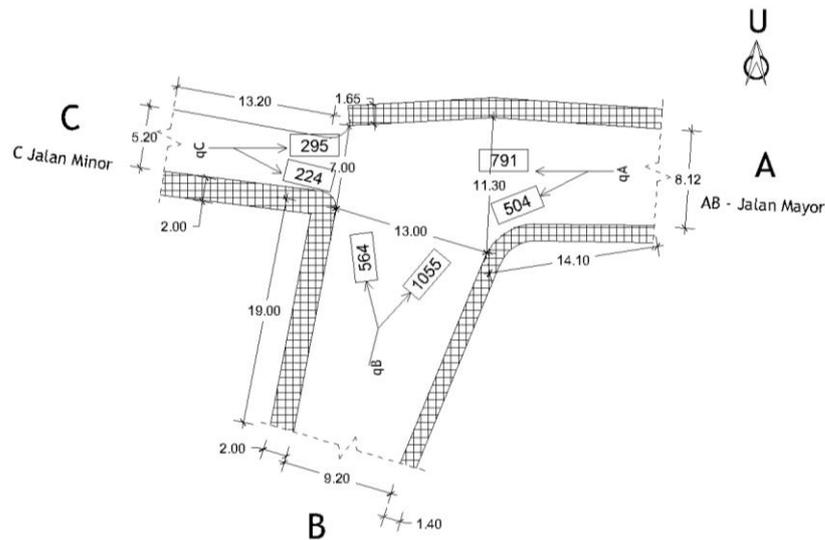


Gambar 4. Grafik volume lalu lintas per jam

(Sumber : Hasil Survei, 2024)

Analisa Kapasitas Simpang Eksisting

Analisa kinerja simpang eksisting ini menggunakan metode PKJI 2023 dan *VISSIM (Student Version)*. Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada pukul 06.00-07.00 WIB dengan jumlah volume lalu lintas total sebesar 1724 SMP/jam. Sketsa geometri simpang dan arus lalu lintas kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar 5.

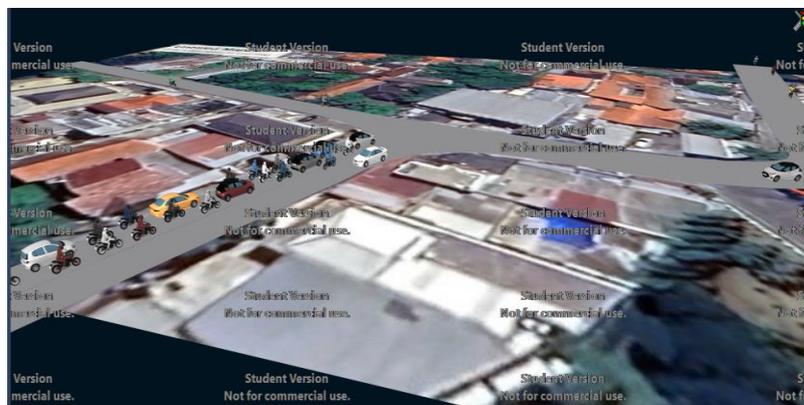


Gambar 5. Sketsa arus lalu lintas kondisi eksisting
(Sumber : Hasil Survei, 2024)

Dengan menggunakan formulir S-I dan S-II PKJI 2023 didapat hasil sebagai berikut :

- a. Kapasitas (C) = 2776,48 SMP/jam
- b. Derajat Kejenuhan (D_j) = 0,62
- c. Tundaan (T) = 11,32 det/SMP
- d. Peluang antrian (P_a) = 16 % - 34%
- e. Untuk tingkat pelayanan simpang pada kondisi eksisting dengan merujuk dari hasil tundaan simpang maka dapat dikategorikan sebagai tingkat pelayanan C (Cukup).

Hasil pemodelan simpang eksisting menggunakan *VISSIM (Student Version)* dapat dilihat pada Gambar 6 dan hasil output pemodelan dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 6. Tampilan 3D kondisi eksisting pada simpang
(Sumber : *Software VISSIM Student Version*, 2024)

Tabel 5. Output hasil simulasi VISSIM simpang eksisting

Pendekat	Tundaan (detik)	Pa (m)	ITP
Jalan Estetika Raya	2,04	0,72	LOS_A
Jalan Tirto Agung	66,75	129,23	LOS_F
Jalan Klentengsari	6,87	2,74	LOS_A
Rata – rata	25,22	44,23	LOS_D

(Sumber : Software VISSIM Student Version, 2024)

Berdasarkan hasil rekapitulasi pada Tabel 5, maka simpang tiga Jalan Tirto Agung pada kondisi eksisting memiliki tingkat pelayanan simpang (Level Of Service) kategori LOS D (Kurang), panjang antrian rata-rata sepanjang 44,23 m, tundaan rata-rata sebesar 25,22 detik/kendaraan.

Alternatif Peningkatan Kinerja Simpang

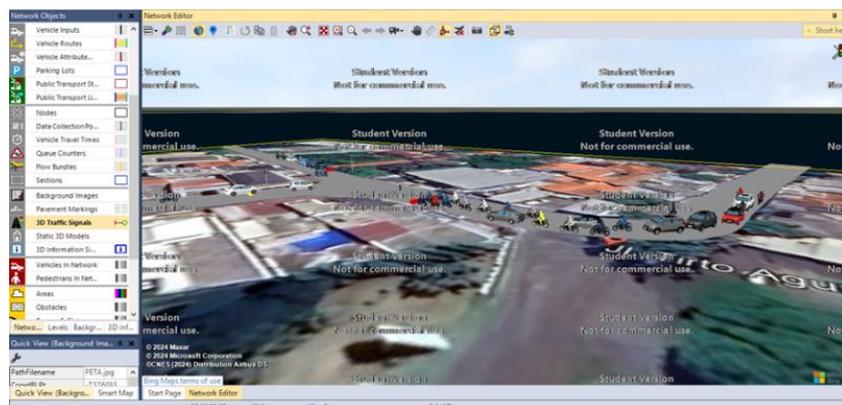
Merujuk hasil kinerja pemodelan VISSIM simpang eksisting pada Tabel 5, didapat bahwa panjang antrian rata-rata, dan tundaan rata-rata yang terjadi cukup besar maka perlunya upaya untuk merencanakan lalu lintas pada simpang eksisting tersebut. Rekayasa yang akan dilakukan dengan penambahan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) guna untuk meningkatkan kinerja pada persimpangan dan mengurangi resiko kecelakaan lalu lintas. Pengaturan waktu siklus yang direncanakan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Waktu siklus simpang tiga

Nama Jalan	Waktu Sinyal (det)			Waktu Siklus (det)
	Merah	Hijau	Kuning	
Jalan Estetika Raya	31	15	3	49
Jalan Tirto Agung	32	14	3	49
Jalan Klentengsari	34	12	3	49

(Sumber : Hasil Olah Data, 2024)

Hasil pemodelan simpang bersinyal menggunakan VISSIM (Studen Version) dapat dilihat pada Gambar 7 dan hasil output pemodelan dapat dilihat pada Tabel 7.



Gambar 7. Running pemodelan VISSIM simpang bersinyal

(Sumber : Software VISSIM Student Version, 2024)

Tabel 7. *Output* hasil simulasi VISSIM simpang bersinyal

Pendekat	Tundaan (detik)	Pa (m)	ITP
Jalan Estetika Raya	10,42	17,73	LOS_B
Jalan Tirto Agung	2,39	4,09	LOS_A
Jalan Klentengsari	12,70	13,91	LOS_B
Rata – rata	8,50	11,91	LOS_B

(Sumber : *Software VISSIM Student Version*, 2024)

Berdasarkan pada Tabel 7 dengan ditambahkan sinyal APILL pada simpang eksisting, didapat nilai tundaan rata-rata yang terjadi adalah 8,50 det/kend dan menghasilkan panjang antrian rata-rata 11,91 meter sehingga berdasarkan penilaian dari VISSIM dinyatakan bahwa simpang tiga Jalan Tirto Agung, Jalan Estetika Raya, dan Jalan Klentengsari memiliki kinerja pelayanan simpang LOS_B (Baik). Perbandingan hasil *output* kinerja simpang eksisting dan simpang modifikasi menggunakan APILL dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan *output* hasil simulasi VISSIM

Pendekat	Tundaan (detik)	Pa (m)	ITP
EKSISTING			
Jalan Estetika Raya	2,04	0,72	LOS_A
Jalan Tirto Agung	66,75	129,23	LOS_F
Jalan Klentengsari	6,87	2,74	LOS_A
Rata – Rata	25,22	44,23	LOS_D
ALTERNATIF REKAYASA			
Jalan Estetika Raya	10,42	17,73	LOS_B
Jalan Tirto Agung	2,39	4,09	LOS_A
Jalan Klentengsari	12,70	13,91	LOS_B
Rata – Rata	8,50	11,91	LOS_B

(Sumber : *Software VISSIM Student Version*, 2024)

Merujuk perbandingan hasil simulasi VISSIM Simpang Tiga Jalan Estetika Raya, Jalan Tirto Agung, dan Jalan Tirto Agung pada Tabel memperlihatkan bahwa dengan ditambahkan sinyal APILL pada simpang eksisting diperoleh hasil rata-rata panjang antrian yang lebih panjang, tundaan yang lebih kecil, serta indeks tingkat pelayanan jalan yang lebih baik dibanding dengan kondisi eksisting. Pada kondisi eksisting sebelum diberikan APILL didapat pada pendekat Jalan Estetika Raya mengalami tundaan rata-rata 2,04 detik berubah menjadi 10,42 detik, pada pendekat Jalan Tirto Agung arah mengalami tundaan sebesar 66,75 detik berubah menjadi 2,39 detik, sedangkan untuk pendekat Jalan Klentengsari mengalami tundaan sebesar 6,87 detik berubah menjadi 12,70 detik. Secara rata-rata, tundaan pada simpang saat kondisi eksisting adalah 25,22 detik, setelah diubah menjadi simpang bersinyal maka tundaan pada simpang berkurang menjadi 8,50 detik. Begitu pula dengan panjang antrian yang dihasilkan pada tiap pendekat, dapat dilihat rata-rata panjang antrian yang terjadi pada simpang eksisting adalah 15,63 meter, setelah diubah menjadi simpang bersinyal maka panjang antrian yang dihasilkan mengalami penurunan menjadi 11,91 meter. Karena adanya penurunan tundaan pada simpang kondisi rekayasa terhadap simpang kondisi eksisting, maka indeks pelayanan simpang yang semula bernilai D (Kurang) setelah dilakukan rekayasa berupa penambahan APILL berubah menjadi B (Baik).

4. Kesimpulan

Hasil analisa kinerja persimpangan Jalan Tirto Agung, Jalan Estetika Raya, dan Jalan Klentengsari pada kondisi eksisting menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 menunjukkan bahwa simpang tersebut masih layak yang dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan (DJ) sebesar 0,62, kapasitas (C) sebesar 2776,48 SMP/jam, tundaan simpang (T) sebesar 11,32 det/SMP dan nilai peluang antrian (Pa) sebesar 16%-34%. Untuk tingkat pelayanan simpang pada kondisi eksisting dengan merujuk dari hasil tundaan simpang maka dapat dikategorikan sebagai tingkat pelayanan C. Perbandingan tingkat pelayanan jalan pada simpang kondisi eksisting dan setelah direkayasa lalu lintas menggunakan *software VISSIM (Student Version 2024)* dapat dilihat sebagai adalah tundaan (VehDelay) pada kondisi eksisting sebesar 25,22 det/kendaraan dan pada kondisi setelah direkayasa lalu lintas dengan menambahkan APILL pada masing-masing simpang sebesar 8,50 det/kendaraan. Panjang Antrian (QLen) kondisi eksisting sepanjang 15,63 meter dan pada kondisi setelah direkayasa lalu lintas dengan menambahkan APILL pada masing-masing simpang sepanjang 11,91 meter. Tingkat pelayanan simpang (LOS) kondisi eksisting berupa LOS_D (Kurang) dan pada kondisi setelah direkayasa lalu lintas dengan menambahkan APILL pada masing-masing simpang berupa LOS_B (Baik).

DAFTAR PUSTAKA

- Anggayeni, N.P.R., Agastya, K.R., Tunas, I.W.W.A., & Suartawan, P.E. (2024). Desain Rekayasa Lalu Lintas Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Moksosimulasi PTV *VISSIM* (Studi Kasus: Taman Sari Market, Kuta Utara, Badung). *Berkala FSTPT*, 2(2), 291-298. <https://doi.org/10.19184/berkalafstpt.v2i2.993>
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2023). *Kota Semarang Dalam Angka 2023*. <https://semarangkota.bps.go.id/publication/2023/02/28/d8a4f259d9dc202f513c5908/kota-semarang-dalam-angka-2023.html>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kinerja Jalan Indonesia (PKJI) 2023* (Nomor 021).
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi* (ED 3). Erlangga.
- Nurhidayah, A.A., & Wibisono, R.E. (2023). Prediksi dan Penerapan Simulasi Menggunakan *Software VISSIM* Terhadap Kinerja Lalu Lintas untuk Menguraikan Kemacetan Simpang Bersinyal di Jl. Raya Manyar Kota Surabaya. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(1), 73-84.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta (2015).
- Perwira, S. A., Murwadi, H., Munawaroh, A. S., & Ishar, S. I. (2019). Identifikasi Area Berpotensi Macet di Kawasan Pendidikan Jl. Z.A. Pagar Alam Bandarlampung. *Jurnal Arsitektur*, 09(02), 27–32.
- Prasetyanto, D. (2019). *Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan* (1 ed.). Itenas.
- Ramli, R., Kasmaida, K., Rauf, S.F., & Cambe, C. (2023). Simulasi Kinerja Ruas Jalan di Barru dengan *Software VISSIM* (Studi Kasus: Jl. Syech Yusuf). *Jurnal Ilmiah MITSU*, 11(2), 63-72. <https://doi.org/10.24929/ft.v11i2.2187>
- Romadhona, P., Ikhsan, T., & Prasetyo, D. (2019). *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas : PTV VISSIM 9.0*. UII Press Yogyakarta.
- Rusmandani, P., Fitriani, N., Rosyada, E. P., & Setiawan, R. S. . (2021). Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Turn Left Only Circulation pada Perlintasan Sebidang Tirus dengan *Software VISSIM*. *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*, 12(1), 67-73. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.v12i1.561>
- Suartawan, P. E., Suthanaya, P. A. ., & Wedagama, D. M. P. (2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan dengan Menggunakan Piranti Lunak *VISSIM* (Studi Kasus pada Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar). *Jurnal Teknologi Transportasi Dan Logistik*, 3(1), 51-62. <https://doi.org/10.52920/jttl.v3i1.51>
- Wiguna, K.G.A.S., Suthanaya, P.A., & Priyantha W, D.M. (2022). Kajian Manajemen Lalu Lintas di Kawasan Pura Besakih dengan *Software VISSIM*. *Jurnal Spektran*, 10(2), 88-95. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRAN.2022.v10.i02.p01>

- Wikayanti, N., Azwansyah, H., & Kadarini, S.N. (2018). Penggunaan *Software VISSIM* untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Sultan Hamid II – Jalan Gusti Situt Mahmud – Jalan 28 Oktober – Jalan Selat Panjang). *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan , PWK , Sipil, dan Tambang*, 5(3), 1-11. <https://doi.org/10.26418/jelast.v5i3.30477>
- Yatmar, H., Adisasmita, S., Ramli, M., & Pasra, M. (2021). Pengaplikasian Program *VISSIM* untuk Manajemen Dampak Lalu Lintas di Kabupaten Bone. *JURNAL TEPAT : Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 283-289. https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v4i2.218