

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA SIMPANG PASAR PAKEM DENGAN
METODE PKJI 2023 DAN PEMODELAN PTV VISSIM
(*ANALYSIS OF PAKEM MARKET INTERSECTION
PERFORMANCE USING PKJI 2023 AND PTV VISSIM
MODELING*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Abrar Hibrizy

20511403

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS KINERJA SIMPANG PASAR PAKEM DENGAN
METODE PKJI 2023 DAN PEMODELAN PTV VISSIM
(ANALYSIS OF PAKEM MARKET INTERSECTION
PERFORMANCE USING PKJI 2023 AND PTV VISSIM
MODELING)



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 25 Juli 2025
Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Dr. Eng. Faizul Chasanah, M.Sc.
NIK: 205111302

Penguji 1

Miftahul Fauziah, M.T., Ph.D.
NIK: 955110103

Penguji 2

Ir. Muhamad Abdul Hadi, M.T.
NIK: 215111307

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. A. Munaf Muntafi, S.T., M.T., Ph.D (Eng)., IPM.
NIK : 095110101

30/7 2025

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 29 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Abrar Hibrizy

(20511403)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Evaluasi Kinerja Simpang Pasar Pakem dengan Metode PKJI 2023 dan Pemodelan Vissim*. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Sholawat dan salam senantiasa kita panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat, dan seluruh umat Islam yang setia mengikuti ajaran beliau hingga akhir zaman.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menghadapi berbagai tantangan dan kendala. Namun, berkat dukungan, arahan, serta kerja sama dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Faizul Chasanah, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Ir. Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T. selaku dosen penguji. Terimakasih atas masukan yang sudah diberikan kepada penulis.
3. Ibu Ir. Yunalina Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan, semangat, perhatian, serta doa yang tiada henti, dan yang telah membesarkan serta mendidik Penulis dengan penuh kasih sayang. Ucapan terima kasih yang tulus atas segala yang telah diberikan, yang nilainya tak akan pernah tergantikan sepanjang hayat.
5. Gitania Nur Rahisti dan Janisti Amanda Rahma selaku kakak kandung saya yang telah memberikan dukungan, doa, dan rezeki kepada penulis sehingga dapat

menyelesaikan kuliah dan Tugas Akhir ini.

6. Keluarga FOMO, Guntur Tri Widyanto, Reyhan Garneta Lana Andrea, Syawqy Al Haq, Geraldin Firyan Shandy, Ramadhika Gusti Permana, Nurrazzaq Barru Fitriadi, Shafa Anugerah, Arvien Dwi Rivaldy, Aryo Damar Hatuwe, M Aulia Abrar, Zierly Mauliya As-Shofa, Adisti Regita Pramesti, Neta Putri Evriency, Tamara Novania Kirana, Amanda Alisya, teman seperjuangan penulis terima kasih sudah berjuang bersama dengan segala dramanya yang telah memberikan semangat dan kerjasama yang baik selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
7. Terima kasih kepada Apt. Dona Salma Novita Putri S.Farm yang selalu mendukung saya dengan cara yang paling istimewa. Terima kasih atas setiap motivasi, perhatian, waktu yang diberikan.
8. Teman-teman surveyor Muhammad Aji Arti Husatiutatra, Faris Trie Rayyandra, dan Galih Nur Wijaya yang telah membantu penulis dalam pengambilan data semoga mereka kelak dapat menyelesaikan perkuliahan dan Tugas Akhir dengan baik dan benar.
9. Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis tetap termotivasi dan tidak menyerah dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 25 Juli 2025

Penulis,



Abrar Hibrizy
(20511403)

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal	5
2.2 Pemodelan Simpang Menggunakan Vissim	6
2.3 Evaluasi Kinerja Simpang Pada Masa Mendatang	7
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Manajemen Lalu Lintas	10
3.1.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas	10
3.1.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas	10
3.1.3 Strategi Manajemen Lalu Lintas	11
3.2 Persimpangan Jalan	12
3.3 Analisis Kinerja Simpang Berdasarkan PKJI 2023	15
3.3.1. Arus Lalu Lintas	15

3.3.2. Kapasitas	15
3.3.3. Derajat Kejenuhan	22
3.3.4. Tundaan	22
3.3.5. Peluang Antrean	24
3.4 Tingkat Pelayanan	25
3.5 Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas	25
3.6 Ptv Vissim	26
BAB IV METODE PENELITIAN	29
4.1 Tinjauan Umum	29
4.2 Lokasi Penelitian	29
4.3 Data Penelitian	30
4.4 Metode Pengambilan Data	30
4.4.1 Peralatan Penelitian	30
4.4.2 Waktu Penelitian	31
4.4.3 Survei Data Lalu Lintas	31
4.5 Metode Pengolahan Data	34
4.6 Analisis Data	41
4.7 Bagan Alir Penelitian	43
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	45
5.1 Data Primer	45
5.1.1 Data Geometri Simpang	45
5.1.2 Data Volume Lalu Lintas	46
5.1.3 Data Kecepatan Kendaraan	47
5.1.4 Data Panjang Antrean	48
5.1.5 Data Tundaan	48
5.1.6 Data <i>Driving Behaviour</i>	48
5.1.7 Data Hambatan Samping	49
5.2 Data Sekunder	49
5.3 Analisis Simpang Berdasarkan PKJI 2023	49
5.3.1 Perhitungan Volume Lalu Lintas	50
5.3.2 Perhitungan Kapasitas	54

5.3.3 Derajat Kejenuhan	56
5.3.4 Perhitungan Perilaku Lalu Lintas	56
5.3.5 Penentuan Tingkat Pelayanan Simpang	58
5.3.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Simpang	59
5.4 Pemodelan Vissim Kondisi Eksisting	59
5.5. Pemodelan Vissim Kondisi 5 Tahun Mendatang	62
5.5.1 Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas	62
5.5.2 Prediksi Kinerja Simpang dalam 5 tahun ke depan	63
5.5.3 Permodelan Vissim kondisi 5 tahun mendatang	64
5.6 Alternatif Solusi Peningkatan Kinerja Simpang Pada Masa yang Akan Datang	65
5.6.1 Alternatif Solusi 1 Membuat Skema <i>one way</i> dari Utara ke Selatan pada lengan Selatan.	65
5.6.2 Alternatif Solusi 2 Penambahan lebar lajur dengan penambahan 0,5 m	67
5.6.3 Alternatif Solusi 3 skema <i>one way</i> pada lengan Selatan dan pelebaran sebesar 0,5 m.	69
5.7 Pembahasan Kinerja Simpang	70
5.7.1 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan	71
5.7.2 Perbandingan Nilai Panjang Antrean	71
5.7.3 Perbandingan Nilai Tundaan	72
5.7.4 Perbandingan Kinerja Simpang	73
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	77
6.1. Kesimpulan	77
6.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Sebelumnya dengan Studi Tugas Akhir	8
Tabel 3. 1 Angka Ekuivalensi Mobil Penumpang pada Simpang	15
Tabel 3. 2 Kapasitas Dasar Simpang 3 dan Simpang 4	16
Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Median pada Jalan Mayor (FM)	17
Tabel 3. 4 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)	18
Tabel 3. 5 Tipe Lingkungan jalan	18
Tabel 3. 6 Kriteria Kelas Hambatan Samping	19
Tabel 3. 7 Nilai F_{HS}	20
Tabel 3. 8 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan minor (FRMI)	21
Tabel 3. 9 Tingkat Pelayanan pada Simpang	25
Tabel 3. 10 Standart Tingkat Pengukuran GEH	28
Tabel 3. 11 Kesimpulan Perhitungan MAPE	28
Tabel 4. 1 Data Primer dan Data Sekunder Penelitian	30
Tabel 5. 1 Data Geometri Simpang	45
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Data Volume Lalu Lintas Simpang Pasar Pakem	47
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan	48
Tabel 5. 4 Data Panjang Antrean	48
Tabel 5. 5 Data Tundanan Rerata	48
Tabel 5. 6 Data <i>Driving Behaviour</i>	49
Tabel 5. 7 Data Hambatan Samping	49
Tabel 5. 8 Volume Lalu Lintas Hari Senin Simpang Pasar Pakem PKJI 2023	53
Tabel 5. 9 Volume Lalu Lintas Hari Minggu Simpang Pasar Pakem PKJI 2023	53
Tabel 5. 10 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Simpang Eksisting (PKJI)	59
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Pemodelan Vissim Kondisi Eksisting	61
Tabel 5. 12 Rekapitulasi Kinerja Simpang Pemodelan Vissim Kondisi Eksisting	62
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Volume 5 Tahun Sebelumnya	62
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Kinerja Simpang Selama 5 Tahun	64
Tabel 5. 15 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Kondisi 5 Tahun Mendatang	

(2030)	65
Tabel 5. 16 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Kondisi 5 Tahun Mendatang (2030)	65
Tabel 5. 17 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Alternatif 1	66
Tabel 5. 18 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Alternatif 1	67
Tabel 5. 19 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Alternatif 2	68
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Alternatif 2	68
Tabel 5. 21 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Alternatif 3	70
Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Alternatif 3	70
Tabel 5. 23 Rekapitulasi Kinerja Simpang	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kondisi Simpang 3 Pasar Pakem	2
Gambar 3. 1 Manuver Kendaraan Pada Simpang	12
Gambar 3. 2 Jenis Persimpangan Sebidang	14
Gambar 3. 3 Jenis Persimpangan Tak Sebidang	14
Gambar 3. 4 Faktor Koreksi Lebar Pendekat	17
Gambar 3. 5 Faktor Rasio Arus Belok Kiri	20
Gambar 3. 6 Faktor Arus Rasio Jalan Minor	21
Gambar 3. 7 Peluang Antrean Pada Simpang Sebagai Fungsi Dari Dj	25
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian	29
Gambar 4. 2 Pengaturan <i>Network Setting</i>	35
Gambar 4. 3 Pengaturan Units Pada <i>Network Setting</i>	35
Gambar 4. 4 <i>Input Background Image</i>	36
Gambar 4. 5 Pengaturan Skala	36
Gambar 4. 6 Pengaturan <i>Link</i>	37
Gambar 4. 7 Pengaturan <i>Connector</i>	38
Gambar 4. 8 Pengaturan <i>Vehicle Inputs</i>	38
Gambar 4. 9 Pengaturan <i>Vehicle Composition</i>	39
Gambar 4. 10 Pengaturan <i>Vehicle Routes</i>	40
Gambar 4. 11 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>) Pekerjaan Penelitian Tugas Akhir	44
Gambar 5. 1 Geometri Simpang Pasar Pakem	46
Gambar 5. 2 Grafik Volume Lalu Lintas Simpang Pasar Pakem (Smp/Jam)	54
Gambar 5. 3 Skema Arus Kendaraan Pada Jam Puncak	54
Gambar 5. 4 Skema <i>One Way</i> Pada Lengan Selatan	66
Gambar 5. 5 Pelebaran Geometri Lajur	67
Gambar 5. 6 Skema <i>One Way</i>	69
Gambar 5. 7 Detail Skema <i>One Way</i> Dan Pelebaran Lajur	69
Gambar 5. 8 Diagram Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan	71
Gambar 5. 9 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrean	72
Gambar 5. 10 Diagram Perbandingan Nilai Tundaan	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Survei Lalu Lintas	82
Lampiran 2 Tabel Data Panjang Antrean	101
Lampiran 3 Formulir Survei Tundaan	104
Lampiran 4 Data <i>Driving Behavior</i>	107
Lampiran 5 Data Survei Kecepatan	109
Lampiran 6 Gambar Dokumentasi Survei	128

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

APILL	=	Alat pemberi lampu isyarat
C	=	Kapasitas simpang
C _o	=	Kapasitas dasar simpang
Dj	=	Derajat Kejenuhan
EMP	=	Ekuivalensi mobil penumpang
FLP	=	Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat
F _M	=	Faktor koreksi tipe median
F _{UK}	=	Faktor koreksi ukuran kota
F _{HS}	=	Faktor koreksi hambatan samping
F _{BKi}	=	Faktor koreksi rasio arus Belok kiri
F _{BKa}	=	Faktor koreksi rasio arus Belok kanan
F _{Rmi}	=	Faktor koreksi rasio arus jalan minor
GEH	=	Geoffrey E.Havers
KS	=	Kendaraan Sedang
L _{RP}	=	Lebar rata-rata pendekat
MAPE	=	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MKJI 1997	=	Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
MP	=	Mobil Penumpang
N	=	Jumlah Data
Pa	=	Peluang antrian atau Panjang antrian
PKJI 2023	=	Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023
q	=	Arus lalu lintas
q _{LRS}	=	Arus lalu lintas lurus
q _{Bka}	=	Arus lalu lintas Belok kanan
q _{BKi}	=	Arus lalu lintas Belok kiri
R _{BKiJT}	=	Rasio Belok kiri jalan terus
R _{KH}	=	Rasio Kendaraan henti
R _{KTB}	=	Rasio Kendaraan tidak bermotor
R _{mi}	=	Rasio arus jalan minor
SM	=	Sepeda Motor
SMP	=	Satuan mobil penumpang
T	=	Tundaan
T _{LL}	=	Tundaan lalu lintas
T _{LLma}	=	Tundaan lalu lintas jalan mayor
T _{LLmi}	=	Tundaan lalu lintas jalan minor

ABSTRAK

Simpang Pasar Pakem di Kabupaten Sleman merupakan simpang tiga dengan tingkat konflik lalu lintas tinggi, terutama karena lokasinya di kawasan komersial. Simpang ini terdiri dari Jalan Kaliurang di sisi Selatan dan Utara, serta Jalan Tempel–Pakem di sisi Barat. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja simpang dalam kondisi *eksisting* dan *forecasting*, serta mengkaji alternatif penanganan yang memungkinkan.

Data primer yang dikumpulkan meliputi volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, panjang antrean, tundaan, dan perilaku pengemudi, sedangkan data sekunder berupa jumlah penduduk. Analisis dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* dan *Vissim*. Setelah model *Vissim* divalidasi, dilakukan analisis kinerja mencakup derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan. Hasil dari PKJI 2023 dan *Vissim* dibandingkan untuk menentukan solusi terbaik.

Berdasarkan PKJI 2023, kondisi *eksisting* menunjukkan derajat kejenuhan 0,68, tundaan 11,67 det/smp, dan tingkat pelayanan B. Model *Vissim* menunjukkan derajat kejenuhan 0,59, tundaan 12,67 detik, serta antrean 41,83 m (Barat), 146,89 m (Selatan), dan 11,52 m (Utara), dengan tingkat pelayanan B. Pada kondisi *forecasting*, derajat kejenuhan meningkat menjadi 1,14, tundaan 33,68 detik, dan tingkat pelayanan D. Tiga alternatif solusi dikaji: pelebaran lajur 0,5 m, skema *one way* di lengan Selatan, serta kombinasi keduanya. Alternatif ketiga paling efektif, menurunkan tundaan menjadi 6,28 detik, derajat kejenuhan menjadi 0,73, serta meningkatkan tingkat pelayanan dari D menjadi B.

Kata Kunci : derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan.

ABSTRACT

The Pasar Pakem Intersection in Sleman Regency is a three-legged intersection that frequently experiences traffic conflicts, mainly due to its location in a commercial area. The intersection consists of Kaliurang Road on the south and north sides, and Tempel–Pakem Road on the west side. This study aims to evaluate the performance of the intersection under existing and forecasted conditions, as well as to assess potential improvement alternatives.

Primary data collected include traffic volume, vehicle speed, queue length, delay, and driver behavior, while secondary data include population figures. The analysis was conducted using Microsoft Excel and Vissim software. After validating the Vissim model, performance indicators such as degree of saturation, queue length, delay, and level of service were analyzed. Results from PKJI 2023 and Vissim were compared to determine the most appropriate improvement solution.

According to PKJI 2023, the existing condition showed a degree of saturation of 0.68, a delay of 11.67 sec/pcu, and level of service B. The Vissim model showed a degree of saturation of 0.59, a delay of 12.67 seconds, and queue lengths of 41.83 m (west), 146.89 m (south), and 11.52 m (north), also with level of service B. Under forecasted conditions, the degree of saturation increased to 1.14, delay to 33.68 seconds, and level of service declined to D. Three improvement alternatives were assessed: 0.5 m lane widening, a one-way scheme on the south leg, and a combination of both. The third alternative proved most effective in the Vissim model, reducing delay to 6.28 seconds, degree of saturation to 0.73, and improving level of service from D to B.

Keywords : *degree of saturation, queue length, delay, and level of service.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman merupakan bagian dari Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang memiliki banyak wisata dan terdapat perguruan tinggi yang tersebar di Kabupaten Sleman. Faktor-faktor ini berkontribusi pada peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Sleman sehingga jumlah kendaraan juga mengalami kenaikan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta (2024), jumlah kendaraan terdaftar di Kabupaten Sleman pada tahun 2021 mencapai 1.141.907 unit, pada tahun 2022 mencapai 1.219.245 unit, dan pada tahun 2023 meningkat menjadi 1.256.823 unit. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan volume kendaraan setiap tahunnya. Peningkatan volume lalu lintas yang tidak diimbangi dengan penambahan kapasitas jalan menyebabkan kemacetan. Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) menyatakan bahwa, jika volume lalu lintas mendekati kapasitas dengan nilai $D_j > 0,85$ atau kepadatan lalu lintas melebihi kapasitas, kondisi lalu lintas menjadi tidak stabil.

Persimpangan adalah lokasi di mana arus lalu lintas dari berbagai arah bertemu, dengan berbagai jenis pergerakan arus lalu lintas yang terjadi. Pergerakan ini berasal dari pertemuan dua jalan atau lebih. Persimpangan dapat dibedakan menjadi persimpangan sebidang dan tidak sebidang. Persimpangan sebidang sering kali menimbulkan konflik, terutama jika tidak ada pengatur lalu lintas. Tanpa pengatur lalu lintas, kendaraan yang melintas sering memotong arus dan saling menyeberang, yang dapat menyebabkan tabrakan. Hal ini menyebabkan terjadinya berbagai konflik dalam lalu lintas.

Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta berencana untuk membangun Jogjakarta *Outer Ring Road* yang dapat dilihat pada RTRW DIY Tahun 2023-2043. Hal ini merupakan salah satu respon adanya pembangunan jalan tol di DIY. Jaringan transportasi juga termasuk kedalam rencana tata ruang disebutkan pada

Pasal 17 UU 26 Tahun 2007. Pembangunan Jalan *Outer Ring Road* Jogja berdampak terhadap simpang yang dilewati, salah satunya Simpang 3 Pasar Pakem yang terletak di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Simpang ini memiliki tiga lengan, dengan Lengan Utara dan Selatan merupakan Jalan Kaliurang, sementara lengan Barat merupakan Jalan Tempel-Pakem. Adanya pembangunan Jalan Tol di DIY dan perencanaan Jalan *Outer Ring Road* Jogja akan menimbulkan potensi meningkatnya volume kendaraan di simpang tersebut dari kendaraan ringan hingga kendaraan berat.

Lingkungan sekitar Simpang 3 Pasar Pakem juga merupakan pusat perbelanjaan yang memiliki banyak ruko, pedagang kaki lima, dan lainnya. Kondisi lingkungan ini menyebabkan arus lalu lintas di persimpangan tersebut sangat padat. Pada waktu tertentu pada lengan Selatan merupakan lengan yang terdekat dengan pertemuan simpang sehingga, sering terjadi antrian kendaraan dan keterlambatan di area simpang karena pergerakan lalu lintas yang tidak teratur, kendaraan yang memotong arus, serta banyaknya kendaraan yang tidak saling mengalah saat melintas.

Berdasarkan masalah yang ada, diperlukan evaluasi kinerja pada simpang untuk meningkatkan pelayanan di Simpang 3 Pasar Pakem. Analisis simpang ini akan dilakukan dengan menggunakan metode PKJI 2023 dan pemodelan melalui *software* Vissim. Kondisi Simpang 3 Pasar Pakem dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Kondisi Simpang 3 Pasar Pakem

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan di tinjau dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja dan tingkat pelayanan Simpang Pasar Pakem pada kondisi *eksisting* menggunakan PKJI 2023 dan *software Vissim* ?
2. Bagaimana kinerja dan tingkat pelayanan simpang Pasar Pakem pada kondisi 5 tahun yang akan datang ?
3. Bagaimana alternatif yang dapat diterapkan untuk dapat meningkatkan kinerja simpang pada 5 tahun yang akan datang ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis kinerja dan tingkat pelayanan Simpang 3 Pasar Pakem menggunakan metode PKJI 2023 dan pemodelan software Vissim.
2. Menganalisis kinerja dan tingkat pelayanan Simpang 3 Pasar Pakem Pada 5 Tahun mendatang dengan Menggunakan Pemodelan Vissim.
3. Memberikan solusi alternatif untuk meningkatkan kinerja dan tingkat pelayanan simpang Pasar Pakem pada kondisi 5 tahun yang akan datang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi pembaca secara umum dan mahasiswa, dapat menjadi bahan referensi atau acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya mengenai evaluasi dan kinerja pada simpang tak bersinyal.
2. Bagi Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta, dapat memberikan alternatif solusi untuk meningkatkan kinerja simpang.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada Simpang 3 Pasar Pakem. Jalan Tempel - Pakem

(lengan sisi Barat) dan Jalan Kaliurang (lengan sisi Selatan dan Utara).

2. Data primer dilakukan penelitian langsung di lokasi penelitian meliputi volume lalu lintas, kondisi geometri, *driving behavior*, panjang antrean, hambatan samping dan kecepatan kendaraan.
3. Data sekunder didapatkan dari studi literatur berupa hari dan jam puncak Simpang, peta jaringan Simpang 3 Pasar Pakem, jumlah penduduk Kabupaten Sleman, dan Pertumbuhan Lalu Lintas.
4. Penelitian dilakukan dengan cara pengambilan data di lapangan dengan jenis kendaraan menurut PKJI 2023 yaitu Sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS).
5. Pengambilan data dilakukan pada Hari Senin dan Hari Minggu. Satu hari dibagi menjadi tiga sesi, yaitu jam 06:00 – 08:00, 11:00 – 13:00, dan 16:00 – 18:00. Waktu dan jam yang telah ditetapkan mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh prayoga dkk di Jalan Tempel – Pakem yang dimana menjadi salah satu ruas Simpang Pasar Pakem dan juga melalui pengamatan kasar secara langsung.
6. Analisis kinerja simpang mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 meliputi derajat kejenuhan, peluang antrean, dan tundaan.
7. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 hanya digunakan untuk analisis kondisi *eksisting* dan proses validasi model.
8. Analisis kinerja simpang hasil yang di dapat tidak mempertimbangkan simpang yang ada di sekitar.
9. Tingkat pelayanan sesuai dengan Peraturan Kementrian Perhubungan 2015.
10. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* Vissim.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal

Syaifullah dkk., (2024) melakukan penelitian tentang kinerja simpang empat tak bersinyal pada pertemuan Jalan HOS Cokroaminoto, Jalan Gelatik, dan Jalan Jamaludin Malik Kota Gorontalo. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kinerja simpang pada kondisi *eksisting* solusi alternatif serta memprediksi kondisi 5 tahun kedepan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode PKJI 2023 dan *software* Vissim. Hasil yang didapatkan Kinerja simpang empat tak bersinyal Jalan HOS. Cokroaminoto-Jalan Gelatik Jalan Jamaludin Malik pada kondisi *eksisting* menggunakan PKJI 2023 diperoleh volume lalu lintas sebesar 1006,1 smp/jam, dengan derajat kejenuhan 0,29 yang menghasilkan tundaan simpang sebesar 9,33 det/skr sehingga didapatkan kinerja simpang dengan *Level of Service* atau tingkat pelayanan yang mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015 yaitu simpang masih dalam tingkat pelayanan yang baik (B). Dengan demikian, simpang tersebut belum memerlukan perbaikan baik secara geometri atau penanganan lain lebih lanjut.

Nuriyatuazzahrok (2024) melakukan penelitian mengenai evaluasi kinerja Simpang Perumnas. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja dan tingkat pelayanan serta memberikan alternatif solusi untuk meningkatkan kinerja dan tingkat pelayanan pada Simpang Perumnas. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode PKJI 2023 dan *software* Vissim. Hasil penelitian yang didapatkan adalah bahwa simpang memiliki nilai tundaan rata-rata sebesar 23.93 set/smp. Berdasarkan perhitungan PKJI 2023 dan pemodelan Vissim didapatkan tingkat pelayanan yang sama yaitu C maka perlu adanya perbaikan simpang. Memberikan Alternatif Solusi pada Simpang Perumnas meliputi penambahan sinyal APILL 4 fase dengan waktu siklus 80 detik, penambahan APILL 3 fase waktu siklus 80 detik dengan arus *one way* dan arus *one way* lengan Barat dan

timur. Alternatif solusi yang paling efektif yaitu memberlakukan arus *one way* sehingga tingkat pelayanan meningkat menjadi B.

2.2 Pemodelan Simpang Menggunakan Vissim

Sarwanta dan Abdulgani (2022) dalam jurnal tentang pemodelan kinerja simpang tak bersinyal menggunakan perangkat Vissim menyimpulkan kinerja simpang pada kondisi *eksisting* didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,7. Berdasarkan hasil penelitian kinerja lalu lintas didapatkan beberapa skenario penanganan pertama dengan penggunaan APPIL dengan siklus pendekat Barat waktu hijau 15 detik, pendekat Timur waktu hijau 41 detik, pendekat Selatan waktu hijau 22 detik. Skenario kedua pelebaran pendekat, skenario ketiga pelebaran pendekat dan penggunaan APPIL, dan skenario keempat dengan membuat bundaran. Parameter panjang antrean dan waktu tundaan pada kondisi *eksisting* sebesar 33,0 m dan 3,65 det/smp dan untuk proyeksi 5 tahun yang akan datang adalah 87 m dan waktu tundaan 189 detik/smp.

Ohotan dkk., (2023) melakukan penelitian mengenai analisis kinerja simpang menggunakan metode PKJI 2014 dan Vissim (Studi Kasus: Jl. Raya Nagha 1 dan Jl. Raya Pokol, Kecamatan Tamako, Kabupaten Kepulauan Sanghije). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimasi kinerja simpang tak bersinyal. Metode yang di gunakan metode PKJI 2014 dan menggunakan pemodelan PTV Vissim. Hasil dari simulasi kondisi *eksisting* dengan perangkat lunak PTV Vissim di dapatkan panjang antrian = 26,81 m dan nilai tundaan = 40,51 det/kend. Terdapat beberapa alternatif untuk mengoptimasi kinerja simpang. Menghilangkan semua hambatan samping menjadi alternatif 2 dengan mendapatkan hasil panjang antrian 3,32 m dan nilai tundaan 9,18 det/kend menjadikan alternatif 2 yang sangat efektif dari semua alternatif dilihat dari penurunan nilai Tundaan sebesar 75,92%.

2.3 Evaluasi Kinerja Simpang Pada Masa Mendatang

Rivaldy dkk., (2022) pada jurnalnya tentang analisis kinerja simpang tiga (Studi Kasus : Jalan Polowijan – Jalan Ngasem Kraton, Kota Yogyakarta) memiliki tujuan untuk evaluasi kinerja simpang tak bersinyal serta mengetahui kinerja simpang pada masa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan metode PKJI 2014. Dalam penelitiannya Pada kondisi *eksisting* didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar (DJ) 0,603 dan untuk indeks kinerja jalan adalah C, Sedangkan lima tahun mendatang didapatkan nilai volume arus lalu lintas (V) sebesar 1795,407 skr/jam dan nilai derajat kejenuhan (DJ) sebesar 0,631. Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang perlu dilakukan perbaikan dengan cara alternatif 1 yakni dengan cara pergantian arah di sepanjang Jalan Ngasem menjadi satu arah ke Utara. Dari hasil analisis perbaikan didapatkan pada kondisi *eksisting* nilai kapasitas (C) meningkat menjadi 3045,536 skr/jam dan nilai derajat kejenuhan (DJ) mengalami penurunan yakni 0,354 dan indeks kinerja jalan meningkat menjadi B. Sedangkan pada kinerja simpang untuk lima tahun mendatang didapatkan nilai derajat kejenuhan (DJ) sebesar 0,370 dan untuk indeks kinerja jalan meningkat menjadi B.

Ama dkk., (2023) dalam jurnalnya tentang analisis kinerja simpang tiga (Studi Kasus : Jalan Yulius Usman – Jalan Sulawesi, Kota Malang). Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik, kinerja *eksisting*, dan kinerja simpang pada 5 tahun mendatang. Metode yang di gunakan untuk penelitian ini adalah PKJI 2014. Pada penelitian ini menyimpulkan bahwasannya rata -rata volume kendaraan pada jam puncak sebesar 1884 skr/jam dengan derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,79 dan tingkat pelayanan (D). Proyeksi 5 tahun yang akan datang pada simpang tersebut menghasilkan rata rata volume kendaraan pada jam puncak sebesar 2833 skr/jam dan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,18 dengan tingkat pelayanan berubah menjadi F. Dari hasil yang di dapatkan pada simpang ini maka akan terjadinya kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi dengan volume rendah dengan durasi yang cukup lama.

Dari beberapa penelitian terdahulu, dapat dibandingkan persamaan dan perbedaan dengan studi tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Sebelumnya dengan Studi Tugas Akhir

	Penelitian Terdahulu						Penelitian yang Sudah Dilakukan
Aspek	Syaifullah dkk. (2024)	Nuriyatuazzahrok (2024)	Sarwanta (2022)	Ilham dkk. (2022)	Ohotan dkk. (2023)	Ama dkk. (2023)	Hibrizy (2025)
Judul	Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 dan <i>Software</i> Vissim	Evaluasi Kinerja Simpang Dengan Metode PKJI dan Pemodelan Vissim	Pemodelan Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Perangkat Vissim	Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Pasar Ngasem (Studi Kasus : Jalan Polowijan – Jalan Ngasem Kraton, Kota Yogyakarta)	Analisis Kinerja Simpang Menggunakan Metode PKJI 2014 Dan PTV Vissim (Studi Kasus: Jl. Raya Nagha 1 dan Jl. Raya Pokol, Kecamatan Tamako, Kabupaten Kepulauan Sanghije).	Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Yulius Usman – Jalan Sulawesi, Kota Malang).	Analisis Kinerja Simpang Pasar Pakem Dengan Menggunakan Metode PKJI 2023 dan Pemodelan PTV Vissim
Tujuan Penelitian	untuk mengetahui kinerja simpang dan mengevaluasi dari kinerja simpang tersebut.	Menganalisis kinerja dan tingkat pelayanan simpang dan memberikan solusi alternatif.	Untuk mengetahui kinerja simpang tak bersinyal menjadi bersinyal	evaluasi kinerja simpang tak bersinyal serta mengetahui kinerja simpang pada masa yang akan datang	Menganalisis kinerja simpang dan mengoptimalkan kinerja simpang tak bersinyal.	untuk mengetahui karakteristik, kinerja <i>eksisting</i> , dan kinerja simpang pada 5 tahun mendatang.	Untuk mengetahui kinerja simpang pada kondisi <i>eksisting</i> dan proyeksi 5 tahun mendatang dengan skema perencanaan Jogjakarta Outer Ring Road

Sumber: (Nasrullah dkk., 2021; Hariyanto dkk., 2022; Sarwanta dkk., 2022; Ilham dkk., 2022; Ohotan dkk., 2023; Ama dkk., 2023).

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Sebelumnya dengan Studi Tugas Akhir

	Penelitian Terdahulu						Penelitian yang Sudah Dilakukan
Aspek	Syaifullah dkk (2021)	Nuriyatuazzahrok (2022)	Sarwanta (2022)	Ilham dkk (2022)	Ohotan dkk (2023)	Ama dkk (2023)	Hibrizy (2025)
Lokasi Penelitian	Simpang HOS Cokroaminoto Kota Gorontalo	Simpang Perumnas, Kota Yogyakarta	Simpang Pasar Butun, Kota Balikpapan	Simpang Pasar Ngasem, Kota Yogyakarta	Simpang Pokol, Kec. Tamako, Kep. Sanghije.	Simpang Jl. Yulius – Jl Sumatra, Kota Malang	Simpang Pasar Pakem, Kab. Sleman.
Metode Penelitian	PKJI 2023	PKJI 2023 & PTV VISSIM	MKJI 1997 & PTV VISSIM	PKJI 2014	PKJI 2014 & PTV VISSIM	PKJI 2014	PKJI 2023 & PTV VISSIM
Hasil Penelitian	Kinerja simpang tersebut menggunakan PKJI 2023 memiliki tingkat pelayanan (B) maka, tidak perlu menggunakan alternatif ataupun perbaikan	Menggunakan alternatif memberlakukan <i>one way</i> merupakan alternatif yang paling efektif dengan meningkatkan tingkat pelayanan dari C menjadi B	Mengetahui kinerja simpang <i>eksisting</i> dan pada 5 tahun mendatang dengan menggunakan beberapa alternatif. Tetapi kondisi jalan tetap tidak mengalami perbaikan	Melakukan pergantian arah dapat meningkatkan kinerja simpang untuk lima tahun mendatang indeks kinerja jalan meningkat menjadi B.	Menghilangkan semua hambatan samping mendapatkan hasil panjang antrian 3,32 m dan nilai tundaan 9,18 det/kend. Mengalami penurunan nilai Tundaan sebesar 75,92%.	Adanya penurunan indeks kinerja di masa yang akan datang pada kondisi <i>eksisting</i> indeks kinerja D dan pada masa yang akan datang menjadi F	Adanya penurunan tingkat pelayanan pada 5 tahun mendatang menjadi D. Dengan solusi alternatif <i>one way</i> dan pelebaran lajur 0,5m tingkat pelayanan menjadi B

Sumber: (Nasrullah dkk., 2021; Hariyanto dkk., 2022; Sarwanta dkk., 2022; Ilham dkk., 2022; Ohottan dkk., 2023; Ama dkk., 2023).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah suatu proses pengaturan dan penggunaan jalan yang sudah ada dengan tujuan untuk memenuhi suatu tujuan tertentu tanpa perlu penambahan atau pembuatan infrastruktur baru (Fachrurrozy, 2000). Alamsyah (2008) menambahkan, manajemen lalu lintas diterapkan untuk memecahkan masalah lalu lintas jangka pendek (sebelum pembuatan infrastruktur yang dilaksanakan), atau diterapkan untuk mengantisipasi masalah lalu lintas yang berkaitan.

3.1.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas

Tujuan manajemen lalu lintas adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dengan tingkat aksesibilitas yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan dengan sarana penunjang yang tersedia,
2. Meningkatkan tingkat keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan tersebut sebaik mungkin, dan
3. Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas tersebut berada.
4. Mempromosikan penggunaan energi secara efisien.

3.1.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas

Sasaran dari manajemen lalu lintas adalah sebagai berikut.

1. Mengatur dan menyederhanakan lalu lintas.
2. Mewujudkan keamanan dan keselamatan berlalu lintas.
3. Mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas.
4. Meminimumkan gangguan terhadap arus lalu lintas.
5. Terjaganya kondisi lingkungan dari dampak negatif lalu lintas dengan melakukan andalalin (analisis dampak lalu lintas).

3.1.3 Strategi Manajemen Lalu Lintas

Strategi manajemen lalu lintas menurut Munawar (2006), dapat diklasifikasikan sebagai berikut ini.

1. Sistem pengontrolan lalu lintas

Sistem pengontrolan lalu lintas merupakan pengaturan lalu lintas yang berupa perintah atau larangan. Perintah atau larangan tersebut dapat berupa lampu lalu lintas, rambu-rambu lalu lintas, atau marka jalan. Sistem pengontrolan lalu lintas meliputi:

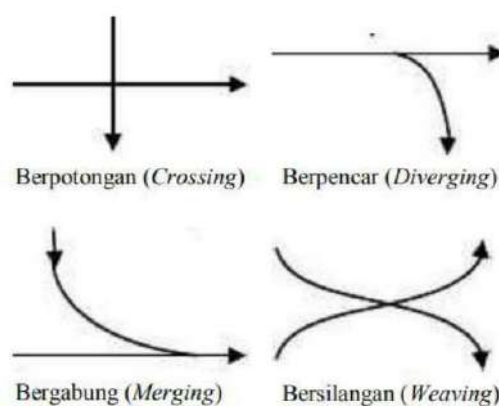
- a. Pada persimpangan jalan
 - 1) Optimalisasi lampu lalu lintas
 - 2) Prioritas kepada bus kota pada persimpangan bersinyal
- b. Pada jalan masuk atau keluar dari persimpangan
 - 1) Jalan satu arah
 - 2) Ke kiri terus jalan pada lampu merah
 - 3) Larangan belok kanan
 - 4) Jalan hanya khusus untuk penduduk di daerah tersebut
- c. Penggunaan jalur
 - 1) Larangan untuk mobil yang kurang dari tiga penumpang
 - 2) Jalur yang dapat dibalik arah
 - 3) Jalur khusus untuk angkutan umum
- d. Penggunaan tepi jalan
 - 1) Larangan parkir
 - 2) Penempatan halte bus
 - 3) Penempatan daerah bongkar muat
 - 4) Pelebaran atau penyempitan jalan kaki lima
- e. Kecepatan kendaraan
 - 1) Pemasangan polisi tidur
 - 2) Pemasangan *road stud*
- f. Penggunaan jalur
 - 1) Parkir khusus untuk angkutan umum
 - 2) Pembatasan waktu parkir

- 3) Pengontrolan tempat parkir
2. Informasi kepada pemakai jalan
3. *Road pricing* (sistem jalan berbayar)
4. Modifikasi operasi angkutan umum
5. Modifikasi pemakai jalan

3.2 Persimpangan Jalan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari setiap sistem jalan. Di dalam kota, hampir semua jalan perkotaan biasanya dilengkapi dengan persimpangan. Pengemudi memiliki pilihan untuk melanjutkan perjalanan atau berbelok dan mengganti jalur di persimpangan tersebut.

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), persimpangan adalah pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan, yang dapat berupa simpang, simpang APILL, bundaran, atau simpang tak sebidang. Persimpangan merupakan area yang rentan terhadap kecelakaan karena adanya potensi konflik antara kendaraan satu dengan lainnya atau dengan pejalan kaki. Menurut Hobbs (1979), terdapat empat jenis gerakan konflik lalu lintas di persimpangan, yaitu gerakan pemisahan (*diverging*), gerakan penggabungan (*merging*), gerakan penyilangan (*crossing*), dan gerakan saling menyalip serta berpindah jalur (*weaving*). Gerakan konflik lalu lintas pada simpang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Manuver Kendaraan pada Simpang

(Sumber: Morlok, 1988)

Persimpangan juga merupakan bagian dari sistem lalu lintas darat yang sangat vital, maka dari itu harus didesain berdasarkan peraturan yang berlaku dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasional, dan kapasitas. Pergerakan lalu lintas dan urutannya dapat diatur dengan berbagai metode, tergantung pada jenis persimpangan yang diperlukan. Tujuan utama dari pembuatan persimpangan adalah untuk mengurangi potensi konflik antar pengguna jalan yang melewati simpang, di sisi lain juga menyediakan kenyamanan dan kemudahan pergerakan maksimal bagi kendaraan.

Menurut Morlok (1998), Secara garis besar persimpangan terbagi menjadi 2 bagian yaitu persimpangan sebidang dan persimpangan tak sebidang.

1. Persimpangan Sebidang

Persimpangan sebidang adalah tempat di mana dua ruas jalan bertemu dalam satu bidang yang sama. Ada beberapa jenis persimpangan yang sering digunakan dalam desain persimpangan sebidang pada ruas jalan. Jenis-jenis persimpangan tersebut antara lain persimpangan berbentuk huruf T, huruf Y, persimpangan empat kaki, dan persimpangan berkaki banyak. Morlok (1998) juga mengatakan persimpangan sebidang adalah persimpangan di mana berbagai jalan atau ujung jalan yang masuk ke persimpangan mengarahkan lalu lintas ke jalur yang dapat bertentangan dengan lalu lintas dari arah lainnya. Berdasarkan fasilitas pengatur lalu lintas, persimpangan sebidang dibagi menjadi dua kategori, sebagai berikut.

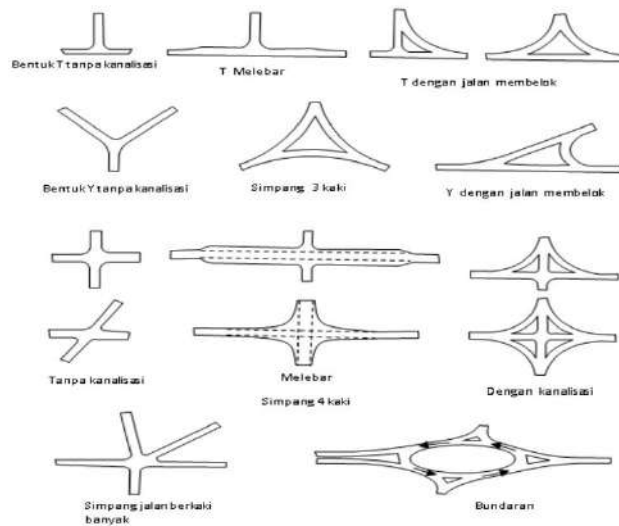
a. Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal, yang kini hanya dikenal sebagai simpang, adalah pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tidak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Di persimpangan ini, pengendara harus memastikan bahwa saat melintasi atau menyebrang simpang, keadaan aman, dan wajib berhenti terlebih dahulu hingga aman dari kendaraan yang datang dari arah berlawanan. Hal ini sering menyebabkan antrian panjang karena banyak pengendara yang enggan untuk memberi jalan.

b. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal bisa disebut juga Simpang APILL adalah pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan sebidang yang dilengkapi dengan Alat

Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) untuk mengatur lalu lintas.
Jenis Persimpangan sebidang dapat dilihat pada Gambar 3.2.

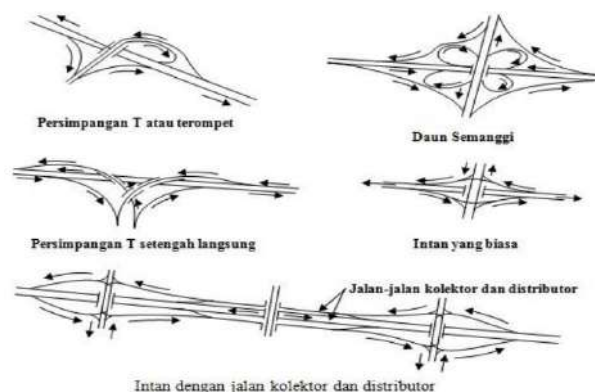


Gambar 3. 2 Jenis Persimpangan Sebidang

(Sumber: Morlok, 1998)

2. Persimpangan tak sebidang

Simpang tak sebidang umumnya memungkinkan pergerakan belok tanpa adanya pertemuan jalan, sehingga memerlukan tikungan yang lebar dan sulit, serta biaya yang tinggi. Pertemuan jalan tak sebidang juga memerlukan area yang luas, dan penempatan serta desainnya sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi (Hobbs, 1979). Jenis-jenis persimpangan tak sebidang dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Jenis Persimpangan Tak Sebidang

(Sumber: Morlok, 1998)

3.3 Analisis Kinerja Simpang Berdasarkan PKJI 2023

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) adalah panduan untuk menganalisa kapasitas jalan dan kinerja lalu lintas pada ruas jalan dan persimpangan. Simpang merupakan pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan sebidang yang tidak diatur oleh Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Karena itu, jenis persimpangan ini tidak cocok untuk ditempatkan di jalan dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi.

3.3.1. Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas (q) adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu segmen jalan per jam, dengan satuan kendaraan per jam (kend/jam) atau satuan mobil penumpang per jam (SMP/jam). Arus lalu lintas untuk setiap jenis kendaraan, seperti mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), dan sepeda motor (SM), perlu dikonversi dari kendaraan per jam (kend/jam) menjadi satuan mobil penumpang per jam (SMP/jam) menggunakan angka ekuivalensi mobil penumpang. Angka ekuivalensi mobil penumpang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Angka Ekuivalensi Mobil Penumpang pada Simpang

Jenis Kendaraan	EMP	
	QTOTAL $\geq$ 1000 kend/jam	QTOTAL < 1000 kend/jam
Mobil Penumpang (MP)	1,0	1,0
Kendaraan Sedang (KS)	1,8	1,3
Sepeda Motor (SM)	0,2	0,5

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.3.2. Kapasitas

Kapasitas (C) simpang adalah volume lalu lintas maksimum yang dapat diterima oleh suatu persimpangan dalam waktu 1 (satu) jam, dengan mempertimbangkan kondisi tertentu seperti geometri, lingkungan, dan lalu lintas (SMP/jam). Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), kapasitas simpang tak bersinyal dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.1.

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{Rmi} \quad (3.1)$$

dengan:

- C = kapasitas simpang (SMP/jam),
 C_0 = kapasitas dasar simpang (SMP/jam),
 F_{LP} = faktor koreksi lebar rata-rata pendekat,
 F_M = faktor koreksi tipe median,
 F_{UK} = faktor koreksi ukuran kota,
 F_{HS} = faktor koreksi hambatan samping,
 F_{BK_i} = faktor koreksi rasio arus belok kiri,
 F_{BK_a} = faktor koreksi rasio arus belok kanan, dan
 F_{Rmi} = faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.

Berdasarkan rumus persamaan diatas maka diperlukan parameter yang digunakan untuk menghitung nilai kapasitas sebagai berikut.

1. Kapasitas Dasar (C_0)

Nilai C_0 didapatkan berdasarkan penetapan tipe simpang, berikut ini merupakan Tabel 3.2 kapasitas dasar.

Tabel 3. 2 Kapasitas Dasar Simpang 3 dan Simpang 4

Tipe Simpang	C_0 , SMP/jam
322	2700
324	3200
344	3200
422	2900
424	3400

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-rata (F_{LP})

Menurut PKJI (2023), F_{LP} dapat dihitung dengan cara persamaan sebagai berikut.

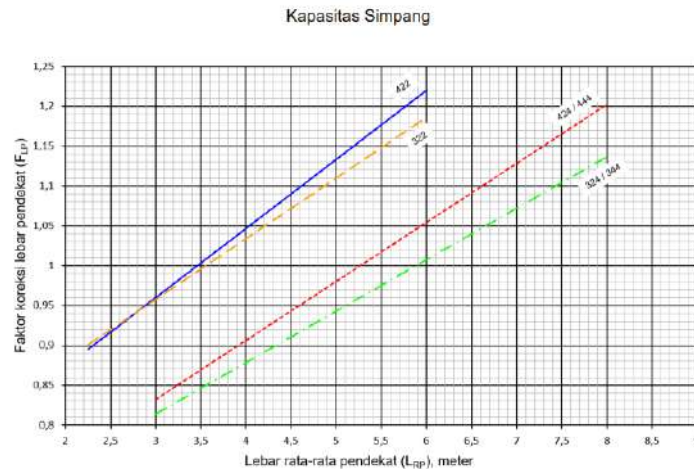
$$\text{Tipe Simpang 422} : F_{LP} = 0,70 + 0,0866 L_{RP} \quad (3.2)$$

$$\text{Tipe Simpang 424/444} : F_{LP} = 0,61 + 0,0740 L_{RP} \quad (3.3)$$

$$\text{Tipe Simpang 322} : F_{LP} = 0,73 + 0,0760 L_{RP} \quad (3.4)$$

$$\text{Tipe Simpang 324/344} : F_{LP} = 0,62 + 0,0646 L_{RP} \quad (3.5)$$

dan dapat dihitung menggunakan grafik. Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Faktor Koreksi Lebar Pendekat
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3. Faktor Koreksi Media Pada Jalan Mayor (F_M)

Koreksi median hanya digunakan untuk jalan mayor 4 lajur. Faktor koreksi median pada jalan mayor dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Median pada Jalan Mayor (F_M)

Kondisi Simpang	Median	Faktor Koreksi (F_M)
Tidak ada median	Tidak ada	1,00
Ada median dengan lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median dengan lebar $\geq$ 3m	Lebar	1,20

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

4. Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

F_{UK} dapat diperoleh pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Ukuran Kota	Populasi Penduduk, Juta Jiwa	F_{UK}
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

5. Faktor Koreksi Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{HS})

Pengkategorian tipe lingkungan jalan dibagi menjadi tiga tipe yaitu, komersil, permukiman, dan akses terbatas. Pengkategorian berdasarkan fungsi tata guna lahan dan aksesibilitas jalan dari aktivitas di sekitar simpang. Kriteria tipe dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Tipe Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan Jalan	Kriteria
Komersil	Lahan yang digunakan untuk kepentingan komersial, misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran, dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan
Permukiman	Lahan digunakan untuk tempat tinggal dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan

Lanjutan Tabel 3. 5 Tipe Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan Jalan	Kriteria
Akses Terbatas	Lahan tanpa jalan masuk langsung atau sangat terbatas, misalnya karena adanya penghalang fisik; akses harus melalui jalan samping

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Pengkategorian hambatan samping dibagi menjadi tiga yaitu, tinggi, sedang, dan rendah. Setiap kategori menunjukkan pengaruh aktivitas samping di daerah simpang terhadap arus lalu lintas. Ketiga kategori dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Kriteria Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kriteria
Tinggi	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang terganggu dan berkurang akibat aktivitas samping di sepanjang pendekat. Contoh menaik turunkan penumpang, pejalan kaki.
Sedang	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang sedikit terganggu dan sedikit berkurang akibat aktivitas samping jalan di sepanjang terdekot
Rendah	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang tidak terganggu dan tidak berkurang oleh hambatan samping

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Nilai F_{HS} dapat diperoleh berdasarkan tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan R_{KTb} . F_{HS} dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Nilai F_{HS}

Tipe lingkungan jalan	Hambatan sampling	F_{HS} untuk nilai R_{KTB}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Rumus F_{HS} dapat dilihat pada Persamaan 3.6.

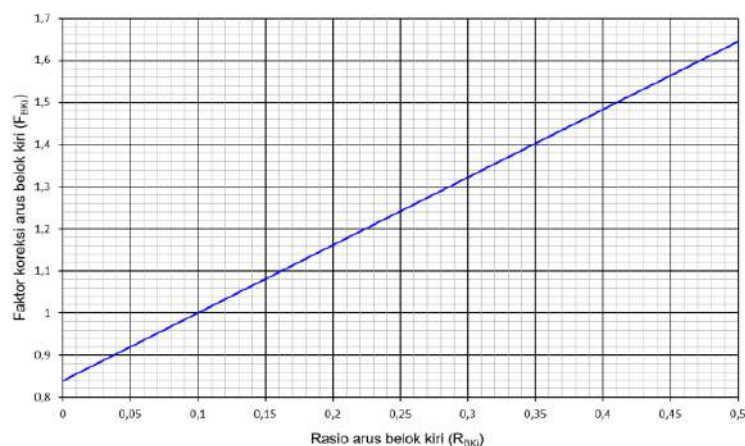
$$F_{HS} (R_{KTB} \text{ sesungguhnya}) = F_{HS} (R_{KTB} = 0) \times (1 - R_{KTB} \times EMP_{KTB}) \quad (3.6)$$

6. Faktor Rasio Arus Belok Kiri (F_{BK_i})

F_{BK_i} dapat dihitung menggunakan persamaan atau grafik. Berikut merupakan Persamaan 3.7 untuk menghitung F_{BK_i} .

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 R_{BK_i} \quad (3.7)$$

Dapat dihitung menggunakan grafik pada Gambar 3.5.

**Gambar 3. 5 Faktor Rasio Arus Belok Kiri**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

7. Faktor Rasio Arus Belok Kanan (F_{BKa})

F_{BKa} dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan atau diperoleh dari grafik. F_{BKa} dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.8 dan Persamaan 3.9.

Untuk Simpang 4: $F_{BKa} = 1,0$ (3.8)

Untuk Simpang 3: $F_{BKa} = 1,09 - 0,922 R_{BKa}$ (3.9)

8. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{Rmi})

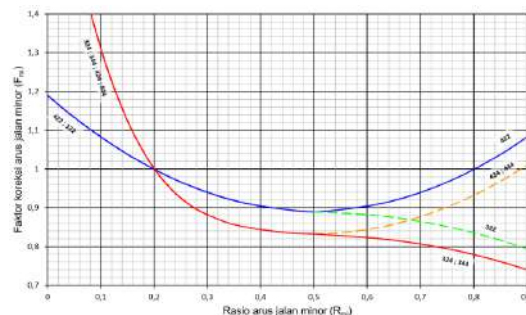
F_{Rmi} dapat diperoleh dari persamaan-persamaan pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{Rmi})

Tipe Simpang	F_{Rmi}	R_{mi}
422	$1,19 \times R_{mi}^2 - R_{mi} + 1,19$	0,1 – 0,9
424 dan 444	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1 – 0,3
	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times R_{mi}^2 - R_{mi} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$-0,595 \times R_{mi}^2 + 0,595 \times R_{mi} + 0,74$	0,5 – 0,9
324 dan 344	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1 – 0,3
	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times R_{mi}^2 + 0,555 \times R_{mi} + 0,69$	0,5 – 0,9

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Dapat diperoleh dari grafik yang didapatkan dari Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Faktor Arus Rasio Jalan Minor

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.3.3. Derajat Kejenuhan

Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) menjelaskan bahwa derajat kejenuhan (DJ) adalah perbandingan antara arus lalu lintas dan kapasitas pada suatu pendekatan. Nilai derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.6.

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (3.6)$$

dengan:

D_J = derajat kejenuhan,

C = kapasitas segmen jalan (SMP/jam), dan

q = semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk ke dalam simpang (SMP/jam).

3.3.4. Tundaan

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), tundaan adalah waktu ekstra yang dibutuhkan untuk melintasi suatu persimpangan jika dibandingkan dengan kondisi tanpa persimpangan.

1. Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})

Tundaan lalu lintas adalah waktu tambahan yang dibutuhkan pengemudi untuk melintasi suatu persimpangan jika dibandingkan dengan jalur tanpa persimpangan, yang disebabkan oleh interaksi antara pergerakan arus lalu lintas yang berlawanan di persimpangan. Tundaan lalu lintas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.7 atau Persamaan 3.8.

a. Untuk $D_J \leq 0,6$

$$T_{LL} = 2 + 8,2078 \times D_J - (1 - D_J)^2 \quad (3.7)$$

b. Untuk $D_J > 0,6$

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times D_J)} - (1 - D_J)^2 \quad (3.8)$$

2. Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor ($T_{LL_{ma}}$)

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan rata-rata yang dialami oleh semua kendaraan bermotor yang memasuki persimpangan dari jalan utama. Tundaan lalu lintas pada jalan utama dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.9 atau Persamaan 3.10.

a. Untuk $D_J \leq 0,6$

$$T_{LLma} = 1,8 + 5,8234 \times D_J - (1 - D_J)^{1,8} \quad (3.9)$$

b. Untuk $D_J > 0,6$

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,346 - 0,246 \times D_J)} - (1 - D_J)^{1,8} \quad (3.10)$$

3. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (T_{LLmi})

Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor adalah waktu tambahan yang dialami oleh semua kendaraan bermotor yang memasuki persimpangan dari jalan minor. Tundaan lalu lintas jalan minor dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.11.

$$T_{LLmi} = \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \quad (3.11)$$

dengan:

q_{KB} = Arus total kendaraan bermotor yang masuk simpang (SMP/jam),

q_{ma} = Arus kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor (SMP/jam).

4. Tundaan Geometri Simpang (T_G)

Tundaan geometri simpang adalah waktu tambahan yang dibutuhkan pengemudi untuk melintasi suatu persimpangan dibandingkan dengan jalur tanpa persimpangan, yang disebabkan oleh perlambatan dan/atau percepatan arus lalu lintas yang berbelok di persimpangan. Tundaan geometri simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.12 atau Persamaan 3.13.

a. Untuk $D_J < 1$

$$T_G = (1 - D_J) \times \{6 \times R_B + 3 \times (1 - R_B)\} + 4 \times D_J \quad (3.12)$$

b. Untuk $D_J \geq 1,0$

$$T_G = 4 \quad (3.13)$$

dengan:

T_G = tundaan geometri simpang (detik/SMP), dan

R_B = rasio arus belok terhadap arus kendaraan bermotor total jumlah simpang.

5. Tundaan Simpang (T)

Tundaan simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.14.

$$T = T_{LL} + T_G \quad (3.14)$$

dengan:

T = tundaan simpang (detik/SMP),

T_{LL} = tundaan lalu lintas (detik/SMP), dan

T_G = tundaan geometri (detik/SMP).

3.3.5. Peluang antrean

Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) menjelaskan bahwa peluang antrean adalah kemungkinan terjadinya antrean kendaraan yang menunggu di sepanjang pendekat. Peluang antrean (P_a) bergantung pada D_J dan digunakan sebagai salah satu parameter dalam penilaian kinerja lalu lintas pada simpang. P_a dinyatakan dalam bentuk persentase (%). Peluang antrean dengan batas atas dan bawah dapat dihitung menggunakan metode khusus sesuai dengan Persamaan 3.15 dan Persamaan 3.16.

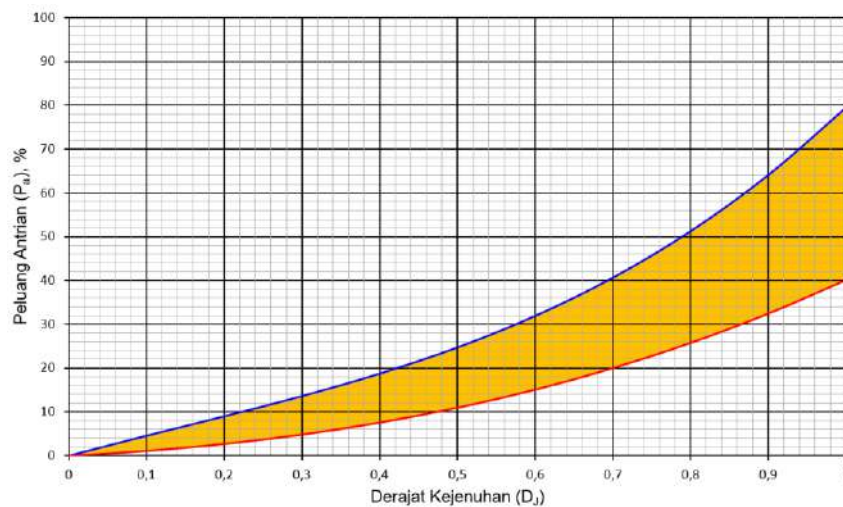
1. Batas atas peluang

$$P_a = 47,71 \times D_J - 24,68 \times D_J^2 + 56,47 \times D_J^3 \quad (3.15)$$

2. Batas bawah peluang

$$P_a = 9,02 \times D_J - 20,66 \times D_J^2 + 10,49 \times D_J^3 \quad (3.16)$$

Penentuan nilai P_a juga dapat ditentukan menggunakan grafik peluang Peluang antrean (P_a , %) pada simpang sebagai fungsi dari D_J . Grafik peluang Peluang antrean (P_a , %) pada simpang sebagai fungsi dari D_J dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Peluang Antrean pada Simpang sebagai Fungsi dari DJ

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.4 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah indikator yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas. Berdasarkan Kementerian Perhubungan (2015), penentuan tingkat pelayanan pada simpang tak bersinyal dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Tingkat Pelayanan pada Simpang

No.	Tingkat Pelayanan	Kriteria
1	A	Tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan
2	B	Tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan
3	C	Tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik per kendaraan
4	D	Tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik per kendaraan
5	E	Tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan
6	F	Tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan

(Sumber: Kementerian Perhubungan, 2015)

3.5 Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas

Analisis pertumbuhan lalu lintas digunakan untuk melihat kondisi dimasa yang akan datang. Analisis yang dilakukan menggunakan analisis linear untuk memperhitungkan pertumbuhan lalu lintas dengan adanya pertumbuhan transportasi. Analisis Regresi Linear Sederhana, Untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel tergantung dan memprediksi variabel tergantung dengan menggunakan variabel bebas. Persamaan regresi linier pertumbuhan transportasi dapat dilihat pada Persamaan 3.17.

$$P_N = P_o(1 + r)^n \quad (3.17)$$

dengan:

P_n = jumlah transportasi setelah n tahun ke depan,

P_o = jumlah transportasi pada tahun awal,

r = angka pertumbuhan transportasi, dan

n = jangka waktu dalam tahun.

3.6 PTV Vissim

Vissim (Verkehr in Städten Simulations Model) menurut PTV-AG (2011) adalah perangkat lunak simulasi lalu lintas aliran mikroskopis multimoda yang digunakan untuk menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dalam berbagai skenario, termasuk isu-isu seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas, dan lainnya. Vissim dikembangkan oleh PTV (*Planung Transportasi Verkehr AG*) yang berlokasi di Karlsruhe, Jerman.

PTV Vissim menawarkan lingkungan simulasi yang lengkap untuk memodelkan perilaku kendaraan, pejalan kaki, dan pengguna jalan lainnya di jalan raya, jalan perkotaan, simpang, serta lingkungan transportasi lainnya. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk mempelajari dan menganalisis interaksi antara berbagai elemen lalu lintas, seperti sinyal lalu lintas, perubahan jalur, penyeberangan pejalan kaki, parkir, kendaraan, dan lainnya.

Dengan menggunakan PTV Vissim, pengguna dapat melakukan simulasi untuk menguji dan membandingkan berbagai skenario lalu lintas, mengevaluasi kinerja jalan dan simpang, merancang sistem sinyal lalu lintas yang efisien, menganalisis kepadatan lalu lintas, mengidentifikasi kebutuhan infrastruktur tambahan, serta mengoptimalkan aliran lalu lintas di suatu area. PTV Vissim menyediakan alat yang kuat untuk analisis dan perencanaan yang teliti, membantu pengguna membuat keputusan yang lebih baik dalam merancang, mengoperasikan, dan mengelola sistem lalu lintas yang aman dan efisien. Beberapa aplikasi PTV Vissim dalam pemodelan adalah sebagai berikut.

1. Arteri Simulasi
 - a. Model jaringan jalan.
 - b. Simulasi persimpangan terhadap semua mode kendaraan.
 - c. Analisa karakteristik antrean.
 - d. Desain waktu sinyal.
2. Simulasi Transportasi Publik
 - a. Semua rincian model untuk bus, MRT, Trem, BRT, dan LRT.

- b. Analisa peningkatan operasi publik transportasi tertentu.
 - c. Menguji dan mengoptimalkan waktu bersinyal transportasi publik secara standar sesuai dengan prioritas perencanaan.
3. Simulasi Pejalan Kaki
- a. Model pejalan kaki di lingkungan multimoda.
 - b. Perencanaan evakuasi dari bangunan dan acara khusus.
4. Simulasi Motorway
- a. Simulasi manajemen lalu lintas aktif dan sistem transportasi cerdas.
 - b. Uji dan menganalisis strategi zona kerja.

Kalibrasi pada perangkat lunak PTV Vissim adalah proses penyesuaian nilai-nilai parameter agar model dapat mencerminkan kondisi lalu lintas yang seakurat mungkin. Proses kalibrasi dalam PTV Vissim dilakukan dengan memperhatikan perilaku pengemudi yang diamati di lokasi yang relevan. Metode yang sering digunakan adalah trial and error, yang mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya tentang kalibrasi dan validasi menggunakan perangkat lunak PTV Vissim. Sementara itu, validasi pada PTV Vissim adalah proses pengujian keakuratan kalibrasi dengan membandingkan hasil survei dengan hasil simulasi.

Proses validasi dalam PTV Vissim dapat dilakukan dengan mempertimbangkan volume arus lalu lintas yang diamati. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan rumus dasar Chi-squared, yang dikenal sebagai rumus statistik Geoffery E. Havers (GEH), yang dimodifikasi oleh Gustavsson pada tahun 2007. Rumus GEH merupakan kombinasi antara perbedaan nilai relatif dan mutlak dalam uji T. Rumus GEH dapat dilihat pada Persamaan 3.18.

$$GEH = \frac{2 \times (q_{simulated} - q_{observed})^2}{(q_{simulated} + q_{observed})} \quad (3.18)$$

dengan:

$q_{simulated}$ = data volume arus lalu lintas hasil simulasi (kendaraan/jam) dan
 $q_{observed}$ = data volume arus lalu lintas hasil observasi (kendaraan/jam).

Rumus GEH memiliki ketentuan khusus dari nilai *error* rumus statistik *Geoffery E. Havers* yang dihasilkan seperti pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Standart Tingkat Pengukuran GEH

$GEH < 5,0$	Diterima
$5,0 \leq GEH \leq 10,0$	Peringatan: kemungkinan model <i>error</i> atau data buruk
$GEH > 10,0$	Ditolak

(Sumber: Gustavsson, 2008)

Selanjutnya, validasi eksternal dapat dilakukan dengan menggunakan kriteria pengujian *Mean Average Percentage Error* (MAPE). Proses validasi eksternal ini bertujuan untuk memverifikasi parameter kinerja pada ruas jalan dan simpang, seperti kecepatan kendaraan dan panjang antrean. Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.19.

$$MAPE = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \times 100\% \quad (3.19)$$

dengan:

A_t = nilai suatu parameter pemodelan berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian, dan

F_t = nilai suatu parameter pemodelan berdasarkan hasil pemodelan.

Kesimpulan dari hasil perhitungan MAPE dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Kesimpulan Perhitungan MAPE

$MAPE < 10\%$	Kemampuan pemodelan sangat baik
$10\% \leq MAPE \leq 20\%$	Kemampuan pemodelan baik
$20\% \leq MAPE \leq 50\%$	Kemampuan pemodelan layak
$MAPE > 50\%$	Kemampuan pemodelan buruk

(Sumber: Gustavsson 2007)

BAB IV

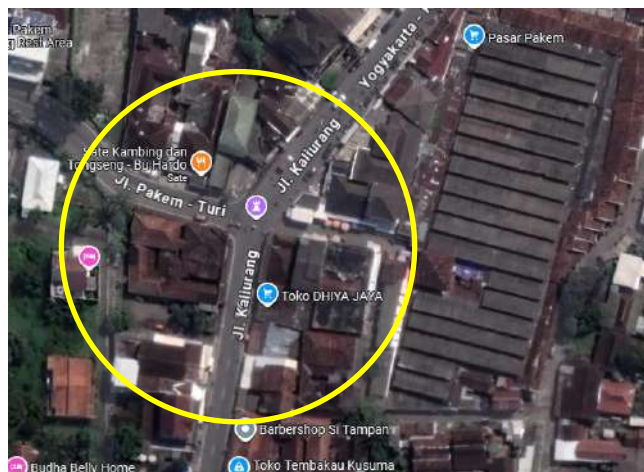
METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil analisis perbandingan dari dua permodelan kondisi lalu lintas, yaitu di masa *eksisting* dan dimasa 5 tahun yang akan datang. Terdapat beberapa aspek yang akan dibandingkan, yaitu derajat kejenuhan, tundaan, panjang antrean. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) dan PTV Vissim. Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data primer dan sekunder, lalu menganalisis kinerja lalu lintas *eksisting*, pemodelan simpang kondisi *eksisting*, pemodelan simpang kondisi 5 tahun yang akan datang, dan mengetahui kinerja simpang dimasa mendatang.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Simpang 3 tak bersinyal Pasar Pakem yang berlokasi di Jalan Kaliurang (Selatan dan Utara) dan Jalan Tempel – Pakem (Barat) Kabupaten Sleman. Lokasi simpang dapat dilihat pada lingkaran berwarna kuning Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian

(Sumber: *Google Maps*, 2024)

4.3 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis data yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung melalui observasi atau survei di lapangan. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, seperti melalui studi literatur dan penelitian jurnal yang telah dilakukan sebelumnya. Data penelitian dalam Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Primer dan Data Sekunder Penelitian

Data Primer	Data Sekunder
1. Volume kendaraan	1. Jumlah Penduduk Kabupaten Sleman
2. Data <i>Driving Behavior</i>	2. Peta Jaringan Jalan Kabupaten Sleman
3. Geometri simpang	3. Data Jam dan Hari Sibuk
4. Kecepatan kendaraan	4. Data Pertumbuhan Lalu Lintas
5. Hambatan Samping	
6. Panjang antrean	

4.4 Metode Pengambilan Data

4.4.1 Peralatan Penelitian

Beberapa peralatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kamera atau *CCTV*, digunakan sebagai alat rekam arus lalu lintas yang melintas pada spot yang sudah ditentukan.
2. *Double Tape*, digunakan sebagai perekat kamera ke tempat peletakan kamera.
3. *Cable Tie*, digunakan sebagai alat pengikat kamera ke tempat peletakan kamera.
4. *Stopwatch*, digunakan sebagai alat menghitung waktu tempuh kendaraan yang melintas.
5. *Power Bank*, digunakan sebagai sumber daya alat perekam selama proses perekaman berlangsung.
6. *Roll meter*, digunakan sebagai alat mengukur geometri jalan yang berupa lebar jalan.

7. Komputer, digunakan sebagai alat bantu proses pengolahan data dan pemodelan ruas jalan.
8. Formulir dan alat tulis, digunakan sebagai alat bantu dalam penulisan data selama survei dilakukan.

4.4.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan selama dua hari yaitu Senin dan Minggu dengan waktu penelitian selama 6 jam yang terbagi menjadi 3 periode, yaitu pada pukul 06.00 – 08.00, pukul 11.00 – 13.00, dan pukul 16.00 – 18.00. Pemilihan hari dan waktu berdasarkan pengamatan langsung di lokasi penelitian dan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Prayoga dkk (2020). Sementara itu, pengambilan data geometri dilakukan pada malam hari agar tidak mengganggu arus lalu lintas.

4.4.3 Survei Data Lalu Lintas

Survei data lalu lintas yang akan dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data-data lalu lintas yang akan dimasukkan ke dalam pemodelan pada penelitian ini dan dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Tahap persiapan survei

Beberapa hal yang akan dilakukan pada tahap persiapan survei adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan formulir pencatatan data arus lalu lintas yang sesuai dengan Direktorat Jenderal Bina Marga (2023).
- b. Memasang kamera sesuai titik-titik yang sudah ditentukan sebelumnya. Kamera yang terpasang diusahakan dapat merekam arus lalu lintas dengan baik.
- c. Memposisikan surveyor sesuai dengan titik-titik kamera yang sudah ditentukan.

2. Tahap pelaksanaan survei

Beberapa hal yang akan dilakukan pada tahap pelaksanaan survei adalah sebagai berikut.

- a. Pengukuran kondisi geometri ruas jalan
Survei geometri simpang dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi geometris di persimpangan. Dimensi yang perlu diukur mencakup

lebar setiap jalur masuk dan keluar. Pengukuran geometri simpang ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur *walking measure* dan roll meter. Selain pengukuran, juga dilakukan pengamatan visual dan pencatatan jumlah lajur serta arah, kode pendekat berdasarkan arah di setiap simpang, serta penentuan keberadaan median. Pengukuran diupayakan dilakukan pada waktu yang tidak mengganggu arus lalu lintas, seperti pada malam hari.

b. Pengambilan data arus lalu lintas

Pengambilan data arus lalu lintas dilakukan dengan menggunakan rekaman dari kamera yang telah dipasang di lokasi-lokasi yang telah ditentukan. Survei dilaksanakan pada waktu yang telah disebutkan dalam bagian waktu penelitian dengan periode pencatatan setiap 15 menit. Data arus lalu lintas dicatat dan diklasifikasikan berdasarkan jenis kendaraan yang disurvei, yaitu mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), sepeda motor (SM), dan kendaraan tidak bermotor (KTB).

c. Pengambilan data kecepatan tempuh kendaraan pada simpang

Survei data kecepatan kendaraan di simpang diperoleh langsung melalui pengamatan di lapangan pada masing-masing pendekat di kedua simpang dengan jarak yang sudah ditentukan. Survei kecepatan dilakukan dua kali, yaitu untuk kecepatan konstan dan kecepatan kendaraan saat mengalami perlambatan. Kecepatan konstan diukur pada jarak 20 meter dari panjang antrean di setiap lengan persimpangan. Sementara itu, survei kecepatan perlambatan dilakukan pada jarak 20 meter hingga kendaraan memutuskan untuk lurus atau belok. Survei kecepatan melibatkan sampel sebanyak 5 kendaraan berat, 10 kendaraan ringan, dan 20 sepeda motor, baik untuk kecepatan konstan maupun kecepatan saat kendaraan mengalami perlambatan. Pengambilan data kecepatan dilakukan pada saat jam puncak dan jam lengah.

d. Pengamatan hambatan samping

Pengamatan hambatan samping dilakukan dengan meninjau lingkungan di sekitar ruas jalan dan simpang – simpang yang disurvei. Pengamatan hambatan samping perlu dilakukan karena hambatan samping merupakan

salah satu faktor dalam menghitung kapasitas ruas jalan. Pencatatan data hambatan samping dilakukan setiap adanya kejadian yang termasuk ke dalam aspek hambatan samping.

e. Survei tundaan

Tundaan merupakan selisih waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk melewati suatu titik tertentu dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan jika kendaraan tidak mengalami hambatan. Data tundaan diperoleh dengan menghitung berapa lama waktu kendaraan berhenti yang dimulai dari mulut simpang. Proses surveinya dengan melihat kendaraan berhenti pada mulut simpang surveyor mulai menghitung lama waktu menggunakan *stopwatch*. Tundaan didapatkan setiap adanya kejadian.

f. Survei Panjang Antrean

Panjang antrean merupakan suatu kondisi dimana panjang jarak dari kendaraan paling depan pada mulut simpang berhenti sampai kendaraan paling akhir pada lengan simpang. Pengamatan dilakukan dengan penandaan dibahu jalan dengan menggunakan lakban setiap 2,5m sampai dengan 100m. Data panjang antrean didapatkan dengan melihat posisi paling akhir dari kendaraan berhenti dan perhatikan pada lakban seberapa akhir dari kendaraan berhenti. Pengambilan data panjang antrean didapatkan setiap adanya kejadian.

g. Survei *behaviour*

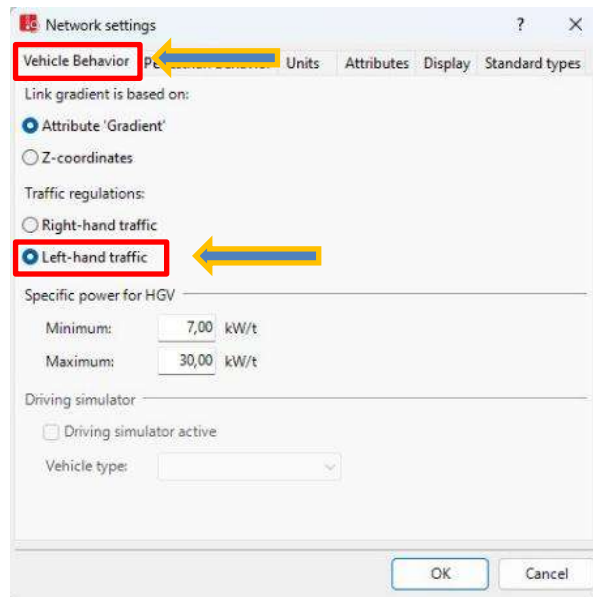
Driving behaviour adalah parameter dalam Vissim yang secara langsung mempengaruhi interaksi antar kendaraan. Parameter ini perlu disesuaikan dengan kondisi lapangan melalui proses kalibrasi. Data *driving behaviour* diperoleh dengan mengamati jarak antar kendaraan di lokasi penelitian. Pengamatan dilakukan menggunakan meteran dan double tape berwarna sebagai penanda di aspal. Proses surveinya melibatkan pemberian tanda dengan double tape pada kendaraan yang berada berdampingan atau depan-belakang, kemudian dilakukan pengukuran dengan meteran. Data yang diambil terdiri dari 80 sampel kendaraan di tiap lengan, dengan rincian 20 sampel untuk jarak antar kendaraan depan-belakang pada posisi berhenti, 20

sampel pada posisi bergerak, 20 sampel untuk jarak antar kendaraan bersisian saat berhenti, dan 20 sampel saat bergerak. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam survei ini adalah mengamati bagaimana kendaraan bersiap untuk memberi ruang pada kendaraan lain, apakah dari sisi kanan, kiri, atau keduanya.

4.5 Metode Pengolahan Data

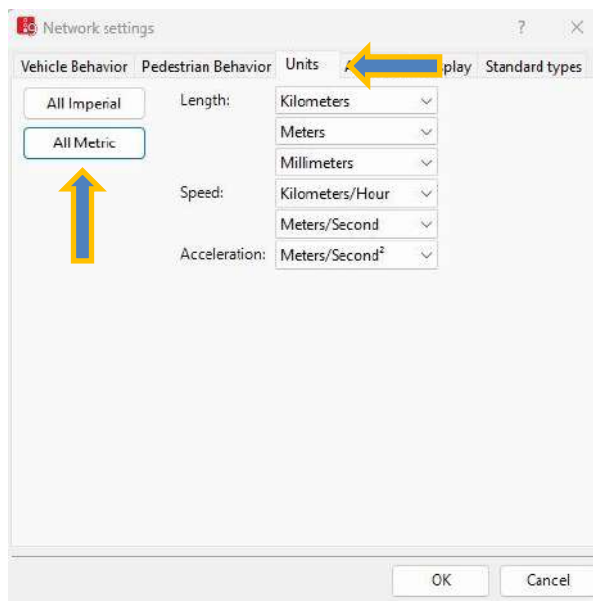
Metode pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 digunakan untuk acuan dalam menganalisis kinerja simpang. Analisis kinerja simpang meliputi derajat kejenuhan (Dj), tundaan (T), peluang antrian (Pa), dan penilaian kinerja. Perhitungan kinerja dilakukan pada setiap lengan simpang, meliputi :
 - a. Derajat kejenuhan adalah rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas. DJ menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas.
 - b. Tundaan adalah waktu tempuh tambahan bagi pengemudi yang disebabkan adanya gerakan lalu lintas yang berlawanan di persimpangan.
 - c. Peluang antrian adalah kesempatan pada kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat
 - d. Penilaian kinerja menggunakan aturan Menteri Perhubungan 2015
2. Pemodelan menggunakan software Vissim dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Pengaturan *Network Setting*
 Vissim adalah perangkat lunak dari Eropa sehingga perilaku lalu lintas secara *default* jalur kendaraan menggunakan jalur kanan sedangkan di Indonesia menggunakan jalur kiri. Perubahan perilaku kendaraan tersebut dapat dilakukan dengan mengatur *Network Setting*. Langkah pengaturan *network setting* adalah Klik *Base Data – Network Setting* – pada *Vehicle Behavior* diubah ke *left-hand traffic* dan pada *Units* diubah ke *All Metrics*. Pengaturan *network setting* dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4. 2 Pengaturan *Network Setting*

(Sumber: pemodelan Vissim,2025)



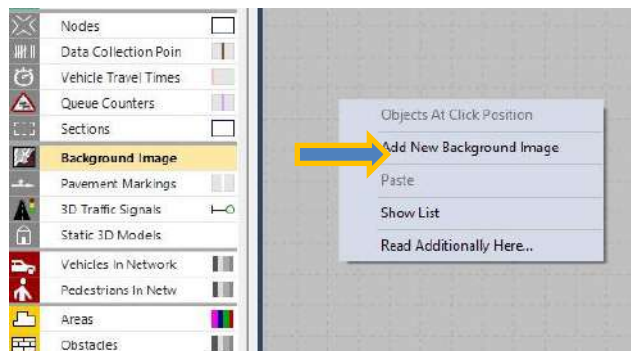
Gambar 4. 3 Pengaturan Units pada *Network Setting*

(Sumber: pemodelan Vissim,2025)

b. *Background Images*

Input background images menggunakan peta lokasi penelitian dari *Google Earth*. *Background Images* digunakan untuk perbandingan skala lebar jalan asli dengan peta dari *Google Earth*. Cara *input background image* adalah Klik menu *Background Image* pada *Network Object* – klik kanan pada

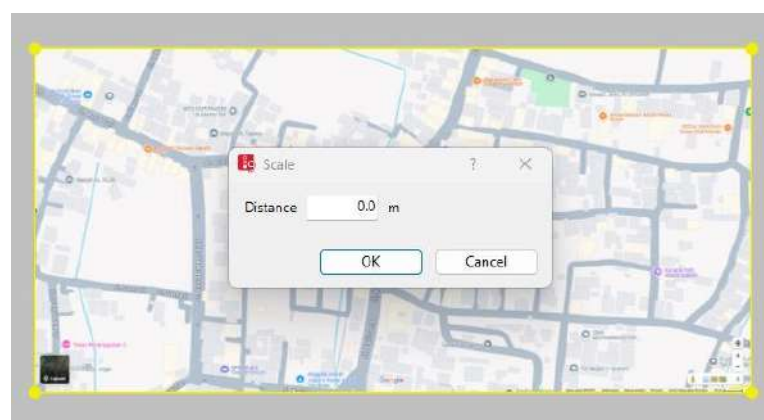
jendela *Network Editor* – pilih menu *Add New Background Image* – pilih gambar jaringan jalan yang ingin dibuat – klik *Open* – mainkan Scroll untuk mendapatkan perbesaran gambar. Memasukan *background image* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 *Input Background Image*
(Sumber: pemodelan Vissim,2025)

c. *Set Scale*

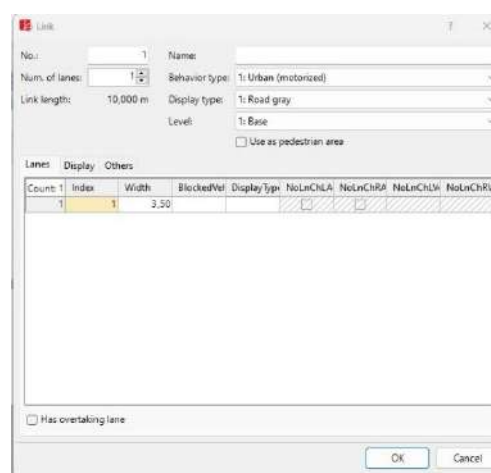
Pengaturan skala antara peta *Google Earth* dan lebar jalan asli. Cara *set scale* sebagai berikut. Ukur terlebih dahulu jarak antar bangunan, jarak antar jalan, lebar jalan, atau suatu ukuran yang mudah diukur. Pengukuran dapat dilakukan dilapangan atau menggunakan *on real scale (Google Maps)* – klik kanan pada gambar lalu pilih *Set Scale*. Tarik garis yang menjadi acuan lalu dimasukkan ukuran asli di lapangan. Pengaturan skala gambar dapat dilihat pada Gambar 4.5.



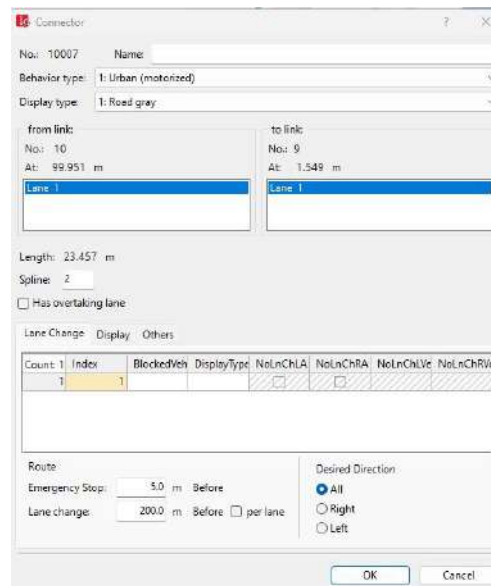
Gambar 4. 5 Pengaturan Skala
(Sumber: pemodelan Vissim,2025)

d. Pembuatan Jaringan Jalan (*Link and Connectors*)

Setelah gambar lokasi selesai selanjutnya pembuatan *link*. Lebar *link* sesuai dengan lebar asli lapangan pada tiap lajur. Langkah pembuatan *link* adalah Klik menu *Links* pada *Network Object* – di bagian *Network Editor Area* tekan tombol *Ctrl* dan klik kanan secara bersamaan – tarik Panjang *link* sesuai yang diinginkan – masukkan nama *link*, jumlah lajur, lebar lajur dan tipe kendaraan yang melewati *link* - lalu klik OK. Langkah-langkah dalam pengaturan *link* data : Input nama jalan pada tulisan (*name*), *input* jumlah lajur pada tulisan (*Num of lane*) dan *input* lebar jalan setiap lajur pada tulisan (*width*) Setelah pembuatan *Link* maka dilakukan penghubungan antar *links* (*Connectors*). Langkah pembuatan *connectors* adalah Klik *link* yang akan di beri *connector* – tekan tombol *Ctrl* dan klik kanan secara bersamaan – tarik dan arahkan pada *link* tujuan. Langkah pengaturan *connector* sebagai berikut : Pada bagian “*from link*” dan “*to link*” terdapat *Lane* 1 jika terdapat lebih dari satu lajur maka terdapat *lane 2*, *lane 3*, dst. Pada *from link* digunakan untuk titik awal penyambungan dan pada *to link* digunakan untuk memilih lajur mana yang akan disambungkan. Penyambungan *link* dan *connector* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Pengaturan *Link*
(Sumber: pemodelan Vissim,2025)



Gambar 4. 7 Pengaturan Connector
(Sumber: pemodelan Vissim,2025)

e. *Vehicle Inputs*

Vehicle input digunakan untuk memasukkan volume arus lalu lintas. Memasukkan data volume ke dalam Vissim membutuhkan data volume kendaraan selama jam puncak. Langkah *Vehicle Input* adalah Klik menu *Vehicle Input* pada *Network Object* – kemudian klik *link* yang akan di input volumenya – tekan CTRL + Klik kanan atau klik kanan pilih *Add New Vehicle Input*. Tahap pengaturan *vehicle inputs* sebagai berikut dan dapat dilihat pada Gambar 4.8.

- i. Pada tulisan *Name* diisi dengan nama jalan.
- ii. Pada tulisan *Volume* diisi dengan volume kendaraan.
- iii. Pada *VehComp* diisi dengan jenis komposisi kendaraan yang telah dibuat di *Vehicle Compositions*.

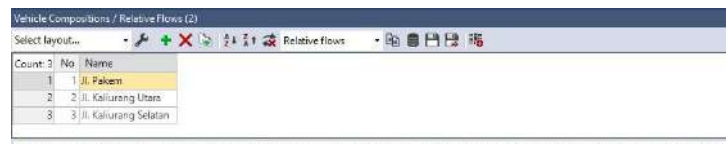
Count	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)
2	2		1: Jl. Kaliurang Utara U-S	1385,0	2: Jl. Kaliurang Utara
3	3		6: Jl. Kaliurang Selatan S-U	852,0	3: Jl. Kaliurang Selatan
4	4		10	0,0	1: Jl. Pakem

Gambar 4. 8 Pengaturan Vehicle Inputs
(Sumber: pemodelan Vissim,2025)

f. *Vehicle Compositions*

Vehicle Composition digunakan untuk pengabungan dari setiap jenis kendaraan beserta kecepatannya pada jam puncak. Kecepatan kendaraan diperoleh dari hasil survei. Langkah pengaturan *Vehicle Composition* adalah Klik *Traffic* pada menu Bar – lalu pilih *Vehicle Composition*. Langkah Pengaturan *Vehicle Compositions* dan dapat dilihat pada Gambar 4.9.

- i. Bagian (a) untuk menambahkan nama kendaraan pada suatu *link*.
- ii. Bagian (b) untuk menambahkan tipe kendaraan dengan mengubah *VehType* dengan tipe kendaraan yang direncanakan.



Gambar 4. 9 Pengaturan *Vehicle Composition*

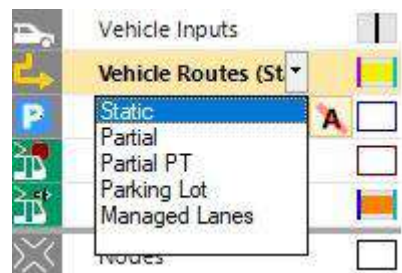
(Sumber: pemodelan Vissim,2025)

g. *Speed Distribution*

Sebelum memasukkan *speed distribution* harus mempunyai data kecepatan lalu dilakukan perhitungan jumlah kecepatan maksimal, kecepatan minimal, jumlah kelas serta lebar kelas untuk mengetahui *interval* kecepatan pada seitan kelasnya. Setelah mengetahui nilai *interval* selanjutnya menghitung frekuensi kecepatan samapi mendapatkan hasil nilai frekuensi kumulatif relatif yang akan diinput kedalam *software* Vissim.

h. *Vehicle Routes*

Vehicle Routes adalah proses pengaturan rute, rute digunakan untuk membuat pergerakan kendaraan. Langkah pengaturan rute adalah Klik *Vehicle Routes* pada *Network Object* – pilih statik – tekan CTRL + kanan pada jalan yang akan dibuat rute (*Start Point*) – tarik atau arahkan sesuai tute yang diinginkan (*End Point*) – klik kiri – ESC. Penyesuaian rute kendaraan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Pengaturan *Vehicle Routes*

(Sumber: pemodelan Vissim, 2025)

i. *Conflict Areas*

Conflict Area digunakan untuk mengontrol kendaraan agar tidak saling bertabrakan. *Conflict area* juga digunakan untuk memprioritaskan kendaraan agar jalan terlebih dahulu sesuai yang diinginkan. Langkah memunculkan *conflict area* adalah Klik *conflict area* pada *Network Object* – Akan konflik pada *link* dengan tanda warna kuning - tekan CTRL + klik kanan pada *link* konflik warna kuning – salah satu *link* akan berwarna hijau dan link lainnya berwarna merah atau keduanya berwarna merah.

j. *Priority Rules*

Priority Rules hampir sama seperti *conflict area*. *Priority Rules* digunakan saat melakukan pengaturan titik dimana kendaraan mulai menunggu sehingga kendaraan itu dapat lolos pada saat arus lain kosong. Langkah pengaturannya dengan cara Klik menu *Priority Rules* pada *Network Objects* – tekan CTRL dan klik kanan pada jaringan jalan yang akan diatur.

k. *Reduced Speed Areas*

Reduced Speed atau pengurangan kecepatan merupakan parameter kalibrasi yang dijadikan untuk menirukan kenyataan pengemudi dalam berkendara di jalan. Pada saat kendaraan melewati area tertentu (seperti persimpangan, *U-turn*, dll) pengemudi akan memperlambat kendaraannya. Langkah pengaturan adalah Klik *Reduced Speed Areas* pada *Network Object* – tekan CTRL + klik kanan pada daerah link yang akan diatur – tarik Panjang sesuai keinginan – akan muncul jendela sesuai gambar – pada bagian kolom, klik kanan – *Add* – sesudah muncul baris baru, atau *VehClass* sesuai dengan kendaraan yang akan diatur kecepatannya – klik OK.

1. Pembuatan dan Pengaturan 3D *Models*

3D digunakan untuk mempercantik tampilan simulasi Vissim dapat menambahkan objek bangunan, median jalan, marka jalan, trotoar dan kendaraan 3D.

m. *Configuration and Running*

Configuration berfungsi untuk mengatur parameter yang digunakan dalam proses running. Langkah *configuration* dengan cara Klik *Evaluation* pada Menu Bar – klik *configuration* – klik atau centang data *collection*, *delays*, *queue length* dan *vehicle travel times*.

n. Kalibrasi dan Validasi

Proses validasi dengan merubah nilai *random seed* sekurang-kurangnya 5X (lima kali perubahan) sehingga mendapatkan nilai rata-rata dari hasil *running*. Langkah dalam mengatur *random seed* adalah Klik *simulation* pada Menu Bar, lalu klik *parameters*, ganti nilai *random seed* sesuai dengan rencana, lalu klik OK kemudian *running*, Ulangi sesuai dengan keinginan.

4.6 Analisis Data

Proses analisis data dalam penelitian ini secara keseluruhan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan PTV Vissim. Data yang diperlukan dikumpulkan melalui pengamatan lapangan dan dari instansi terkait, kemudian dianalisis melalui simulasi menggunakan perangkat lunak PTV Vissim untuk mengevaluasi kinerja Simpang 3 Pasar Pakem. Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini dapat dilihat berikut ini.

1. Analisis kinerja dan tingkat pelayanan pada simpang pada kondisi *eksisting* menggunakan PKJI 2023 dan Pemodelan Vissim sebagai berikut.
 - a. Mencari data primer dan data sekunder dengan pengamatan langsung dan instansi terkait.
 - b. Data primer yang telah diperoleh kemudian di analisis menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk mencari data volume jam puncak dan kecepatan kendaraan.
 - c. Setelah mendapatkan data volume jam puncak dan kecepatan kendaraan maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis untuk mendapatkan

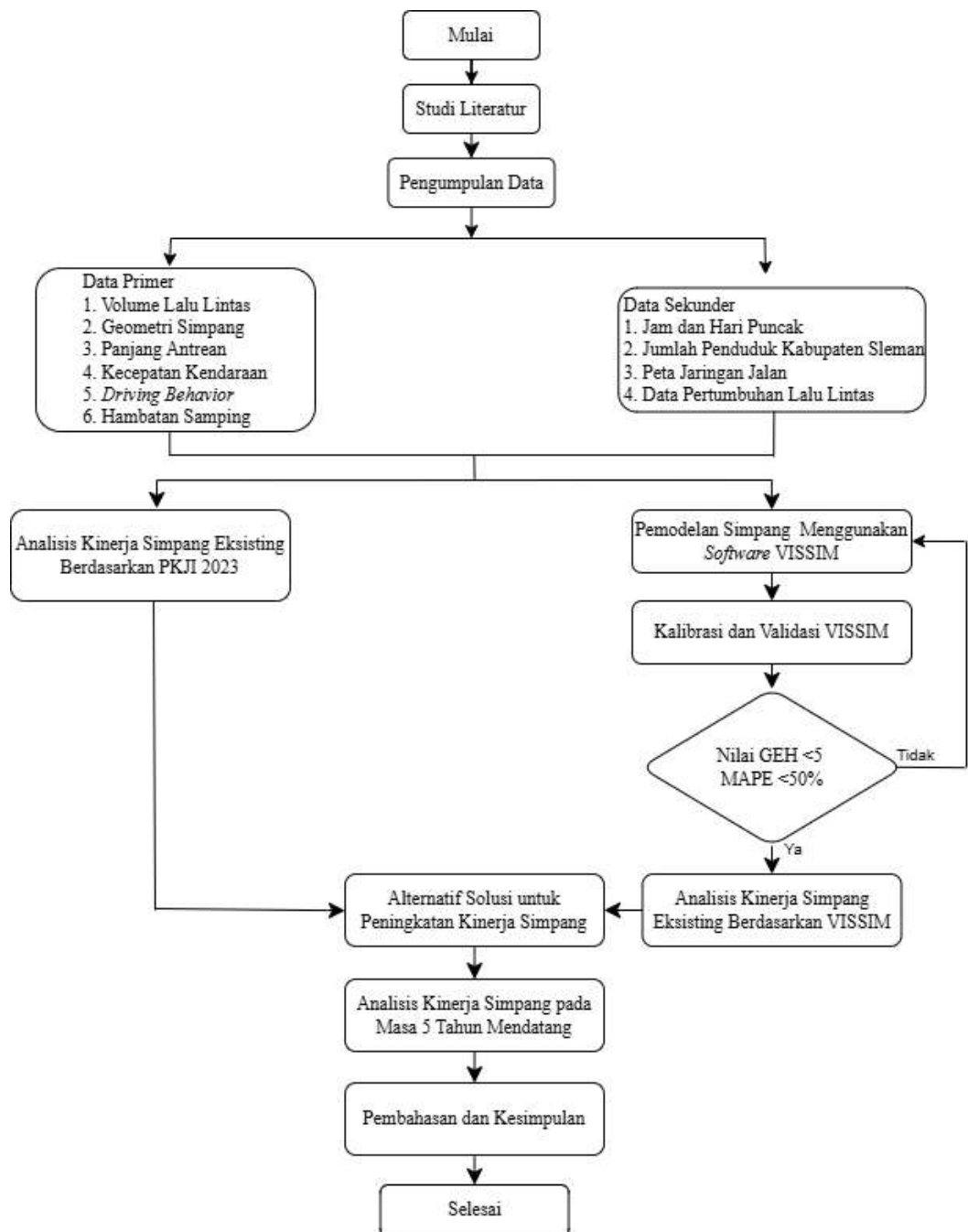
hasil kinerja dan tingkat pelayanan simpang pada kondisi *eksisting* dengan acuan PKJI 2023

- d. Kinerja simpang dengan menghitung parameter kapasitas (C) hasil yang didapatkan berupa derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrean, dan penetapan tingkat pelayanan berdasarkan Kementerian Perhubungan (2015).
 - e. Langkah berikutnya menganalisis kinerja dan tingkat pelayanan simpang menggunakan pemodelan VISSIM. Pemodelan *software* Vissim meliputi pemodelan jaringan jalan, jumlah kendaraan, pengaturan rute, dan komposisi kendaraan disesuaikan dengan hasil survei.
 - f. Dilanjutkan dengan melakukan Melakukan kalibrasi dan validasi data pada pemodelan. Hal ini dilakukan untuk meninjau kesesuaian antara model simulasi dengan kondisi di lapangan sehingga model simulasi pada perangkat lunak PTV Vissim mendekati dan mewakili kondisi lapangan. Kalibrasi dilakukan dengan cara mengubah nilai beberapa komponen pada parameter *driving behaviour*. Setelah proses kalibrasi selesai maka dilakukan validasi untuk menguji kebenaran dari proses kalibrasi yang sudah dilakukan. Setelah pemodelan valid maka diambil *output* pemodelan berupa volume, kecepatan, tundaan, dan panjang antrean.
 - g. Setelah semua sudah dilakukan didapatkan hasil kinerja dan tingkat pelayanan pada simpang dengan menggunakan metode PKJI 2023 dan pemodelan Vissim.
2. Pemberian alternatif solusi pada simpang kondisi *eksisting*.
- a. Apabila hasil dari kinerja dan tingkat pelayanan simpang belum melewati dari batas yang sudah ditetapkan dalam PKJI 2023 dan Kementerian Perhubungan (2015) maka simpang tidak di berikan alternatif solusi.
 - b. Apabila hasil dari kinerja dan tingkat pelayanan simpang sudah melewati dari batas yang sudah di tetapkan maka simpang perlu di berikan alternatif solusi.
 - c. Melakukan percobaan beberapa alternatif solusi untuk perbaikan simpang.
 - d. Mendapatkan hasil berupa alternatif simpang yang paling tepat.

3. Langkah-langkah dalam Analisis kinerja dan tingkat pelayanan pada simpang pada 5 tahun mendatang dengan Pemodelan Vissim sebagai berikut.
 - a. Dengan hasil dari analisi kinerja dan tingkat pelayanan simpang pada kondisi *eksisting* dilakukan analisis untuk mencari kinerja dan tingkat pelayanan simpang pada 5 tahun mendatang.
 - b. Hasil dari kondisi *eksisting* tersebut di analisis dengan adanya pertumbuhan jumlah penduduk dan pertumbuhan lalu lintas.
 - c. Menganalisis kinerja simpang 5 tahun mendatang dengan menghitung parameter kapasitas (C) hasil yang didapatkan berupa derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrean, dan penetapan tingkat pelayanan berdasarkan Kementerian Perhubungan (2015).
 - d. Langkah berikutnya menganalisis kinerja dan tingkat pelayanan simpang menggunakan pemodelan Vissim. Pemodelan *software* Vissim meliputi pemodelan jaringan jalan, jumlah kendaraan, pengaturan rute, dan komposisi kendaraan disesuaikan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, pertumbuhan lalu lintas, dan adanya potensi kendaraan berat.
 - e. Selanjutnya melakukan kalibrasi dan validasi maka hasil kinerja dan tingkat pelayanan simpang pada 5 tahun mendatang didapatkan.
4. Kesimpulan yang didapatkan dari analisis data sebagai berikut.
 - a. Kinerja dan tingkat pelayanan Simpang 3 Pasar Pakem pada kondisi *eksisting* dengan menggunakan metode PKJI 2023 dan Pemodelan Vissim.
 - b. Alternatif solusi yang paling efektif untuk meningkatkan kinerja dan tingkat pelayanan Simpang 3 Pasar pakem.
 - c. Perbandingan kinerja pada Simpang 3 Pasar Pakem berdasarkan Tingkat Pelayanan atau *Level of Service (LoS)* yang tertera pada Peraturan Menteri Perhubungan PM 96/2015 tentang Penyelenggaraan Manajemen Lalu Lintas pada kondisi *eksisting* dan pada kondisi 5 tahun mendatang.

4.7 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Bagan Alir (*Flowchart*) Pekerjaan Penelitian Tugas Akhir

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Primer

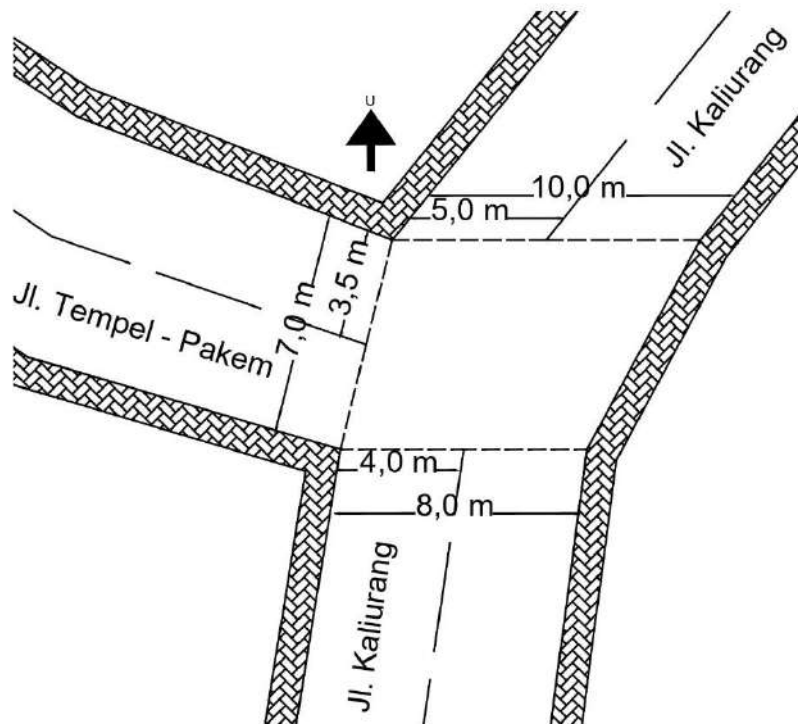
Data yang digunakan untuk analisis simpang ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yang didapatkan pada saat pengamatan langsung di lapangan terdiri dari data geometri simpang, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, panjang antrian, dan data *driving behaviour*.

5.1.1 Data Geometri Simpang

Data geometri simpang Pasar Pakem didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan berupa jumlah lajur, lebar pendekat, tipe simpang dan ketersediaan median. Data geometri simpang dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan gambar geometri *eksisting* dapat dilihat pada Gambar 5.1.

Tabel 5. 1 Data Geometri Simpang

No	Lengan Simpang	Tipe Jalan	Lebar Pendekat (m)	Median
1	Jalan Tempel – Pakem (Barat)	2/1 - TT	7 m	Tidak ada
2	Jalan Kaliurang (Selatan)	2/2 - TT	8 m	Tidak ada
3	Jalan Kaliurang (Utara)	2/2 - TT	10 m	Tidak ada



Gambar 5. 1 Geometri Simpang Pasar Pakem

5.1.2 Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan kamera selanjutnya direkam untuk memperoleh volume lalu lintas. Pengamatan dilakukan selama 6 jam per hari dengan 1 hari kerja dan 1 hari libur. Penentuan hari pelaksanaan survei berdasarkan pada penelitian terdahulu yang terletak di Jalan Tempel – Pakem yang merupakan salah satu ruas jalan yang masuk ke simpang Pasar Pakem. Pelaksanaan survei pada hari Minggu, 12 Januari 2025 dan hari Senin, 13 Januari 2025. Pelaksanaan survei dibagi menjadi 3 sesi, yaitu sesi pagi pada jam 06.00-08.00 WIB, sesi siang pada jam 11.00-13.00 WIB, dan sesi sore pada jam 16.00-18.00 WIB. Survei volume lalu lintas dilakukan pada kendaraan sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS). Data yang didapatkan memiliki satuan kendaraan per jam. Rekapitulasi data volume lalu lintas simpang Pasar Pakem dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Data Volume Lalu Lintas Simpang Pasar Pakem

Sesi	Waktu (WIB)	Volume Lalu Lintas (kend/jam)					
		Senin			Minggu		
		SM	MP	KS	SM	MP	KS
Pagi	06:00 – 07:00	1.969	363	32	1.045	247	24
	06:15 – 07:15	2.285	441	38	1.116	264	22
	06:30 – 07:30	2.444	509	37	1.264	313	25
	06:45 – 07:45	2.527	541	33	1.332	331	25
	07:00 – 08:00	2.580	506	34	1.388	346	32
Siang	11:00 – 12:00	1.841	589	71	2.066	993	52
	11:15 – 12:15	1.817	628	60	1.912	1.003	45
	11:30 – 12:30	1.771	669	47	1.846	982	44
	11:45 – 12:45	1.757	648	54	1.827	986	49
	12:00 – 13:00	1.765	587	51	1.821	986	46
Sore	16:00 – 17:00	2.315	817	50	2.334	841	70
	16:15 – 17:15	2.464	780	46	2.497	821	83
	16:30 – 17:30	2.484	831	40	2.473	846	75
	16:45 – 17:45	2.423	793	46	2.374	766	76
	17:00 – 18:00	2.360	745	41	2.205	682	66

5.1.3 Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan didapatkan dengan cara pengamatan waktu tempuh sepeda motor, mobil penumpang atau kendaraan ringan yang melewati setiap lengannya dengan panjang segmen yang diamati 20 meter. Rekapitulasi Data kecepatan kendaraan pada jam puncak dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan

No	Lengan Simping	Panjang yang diamati (m)	Kecepatan Rata-rata (km/jam)
1	Jl. Tempel - Pakem (Barat)	20	17
2	Jl. Kaliurang (Selatan)	20	23
3	Jl. Kaliurang (Utara)	20	27

5.1.4 Data Panjang Antrean

Data Panjang antrean didapatkan pada pengamatan di lokasi penelitian. Hasil pengamatan data panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Data Panjang Antrean

No	Lengan Simping	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Tempel – Pakem (Barat)	45
2	Jl. Kaliurang (Selatan)	100
3	Jl. Kaliurang (Utara)	15

5.1.5 Data Tundaan

Data tundaan di dapatkan pada pengamatan di lokasi penelitian. Hasil pengamatan data tundaan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Data Tundan Rerata

No	Lengan Simping	Tundaan (det)
1	Jl. Tempel – Pakem (Barat)	22
2	Jl. Kaliurang (Selatan)	33
3	Jl. Kaliurang (Utara)	3

5.1.6 Data *Driving Behaviour*

Data *driving behaviour* didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan. Hasil pengamatan *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Data *Driving Behaviour*

Jarak (m)	Lengan		
	Barat	Selatan	Utara
Depan Belakang	0,47	0,51	0,79
Bersampingan	0,73	0,67	0,73

5.1.7 Data Hambatan Samping

Data hambatan samping didapatkan dengan pengamatan langsung di lapangan. Hasil pengamatan hambatan samping dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Data Hambatan Samping

Kode	Jenis Hambatan	Jumlah Kejadian
A	Pejalan Kaki Melintas	50
B	Kendaraan berhenti	30
C	Kendaraan keluar masuk bangunan	20
D	Aktivitas naik – turun penumpang/barang	40

5.2 Data Sekunder

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 12 Januari 2025 dan 13 Januari 2025 jam 06:00 - 08:00, 11:00-13:00, 16:00-18:00. Penentuan jam dan hari tersebut berdasarkan penelitian terdahulu. Penelitian dilakukan pada simpang Pasar Pakem yang terletak di Jalan Pakem - Turi, Sanggrahan, Pakembinangun, Kec. Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Data jumlah penduduk Kabupaten Sleman didapatkan dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta dalam angka 2024. Data jumlah penduduk di Kabupaten Sleman pada tahun 2024 sebanyak 1.318.086 jiwa.

5.3 Analisis Simpang Berdasarkan PKJI 2023

Analisis kinerja simpang *eksisting* berdasarkan PKJI 2023 bertujuan untuk mengetahui nilai kapasitas, derajat kejenuhan, dan perilaku lalu lintas seperti tundaan dan peluang antrean. Proses perhitungan kinerja simpang sebagai berikut.

5.3.1 Perhitungan Volume Lalu Lintas

Data distribusi volume lalu lintas simpang Pasar Pakem pada satuan kendaraan/jam dapat dilihat pada Tabel 5.2. Untuk mendapatkan jam puncak dilakukan konversi satuan EMP dari kendaraan/jam menjadi smp/jam. Perhitungan ekuivalensi mobil penumpang (EMP) smp/jam dapat menggunakan Tabel 3.1. Hasil perhitungan volume (smp/jam) sebagai berikut.

1. Jalan Pakem (Lengan Sisi Barat)

a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,2

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 197 \times 0,2 \\ &= 41\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 0 \times 0,2 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 330 \times 0,2 \\ &= 69\end{aligned}$$

$$\text{Total volume SM} = 110$$

b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 102 \times 1 \\ &= 102\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 0 \times 1 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 221 \times 1 \\ &= 221\end{aligned}$$

$$\text{Total volume MP} = 323$$

c. Kendaraan Sedang (KS), emp = 1,8

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 5 \times 1,8 \\ &= 10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 0 \times 1,8 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 19 \times 1,8 \\ &= 35\end{aligned}$$

$$\text{Total volume KS} = 45$$

2. Jalan Kaliurang (Lengan Sisi Utara)

a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,2

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 0 \times 0,2 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 938 \times 0,2 \\ &= 189\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok Kanan} &= 0 \times 0,2 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\text{Total volume SM} = 189$$

b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 0 \times 1 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 432 \times 1 \\ &= 432\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 0 \times 1 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\text{Total volume MP} = 432$$

c. Kendaraan Sedang (KS), emp = 1,8

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 0 \times 1,8 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 15 \times 1,8 \\ &= 29\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 0 \times 1,8 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\text{Total volume KS} = 29$$

3. Jalan Kaliurang (Lengan Sisi Selatan)

a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,2

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 0 \times 0,2 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\text{Lurus} = 601 \times 0,2$$

$$= 122$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 0 \times 0,2 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\text{Total volume SM} = 122$$

b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 0 \times 1 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 238 \times 1 \\ &= 238\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 0 \times 1 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\text{Total volume MP} = 238$$

c. Kendaraan Sedang (KS), emp = 1,8

$$\begin{aligned}\text{Belok kiri} &= 0 \times 1,8 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lurus} &= 13 \times 1,8 \\ &= 25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Belok kanan} &= 0 \times 1,8 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\text{Total volume KS} = 25$$

$$\begin{aligned}\text{Total volume kendaraan smp/jam semua lengan} &= 478 + 650 + 385 \\ &= 1.513 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

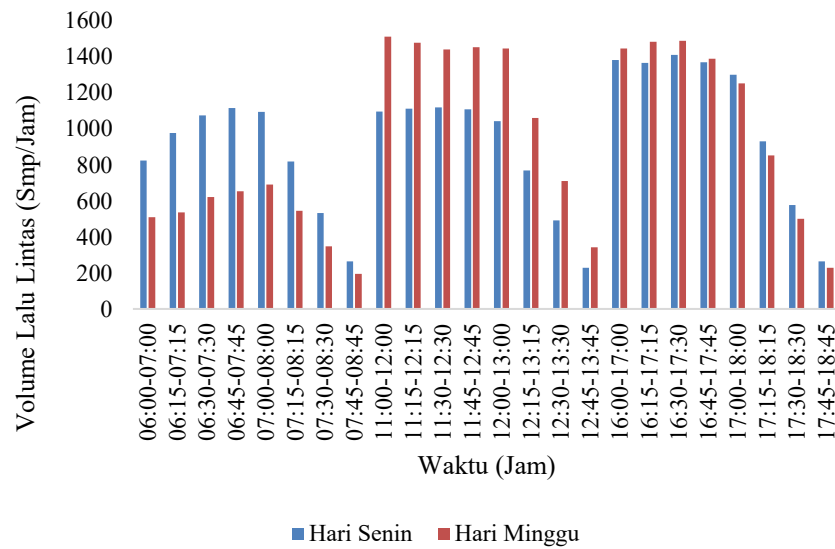
Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan volume Lalu Lintas smp/jam. Rekapitulasi volume kendaraan smp/jam dapat dilihat pada Tabel 5.8, Tabel 5.9, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3.

Tabel 5. 8 Volume Lalu Lintas Hari Senin Simpang Pasar Pakem PKJI 2023

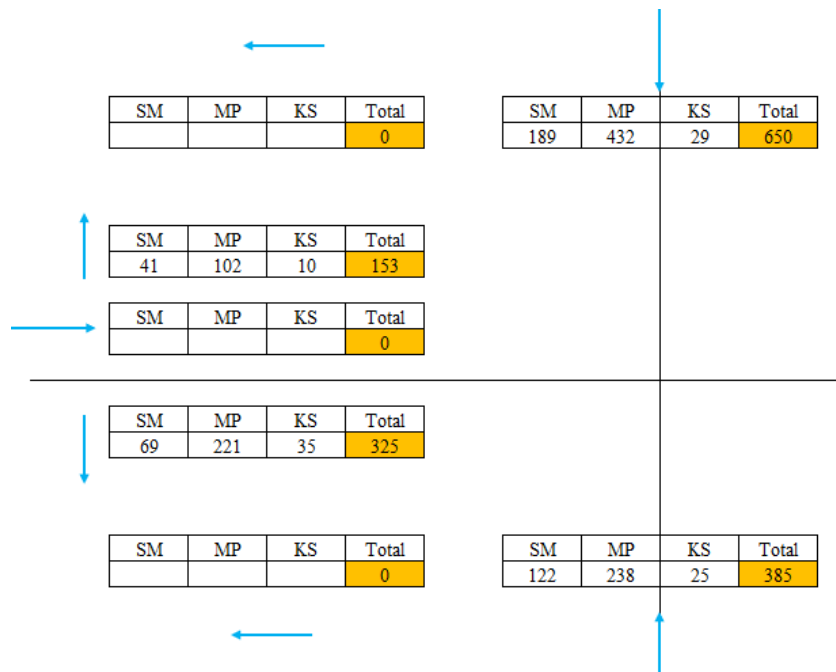
Waktu (WIB)	Jumlah Volume Lalu Lintas perjam (smp/jam)			
	0,2	1	1,8	Total (smp/jam)
	SM	MP	KS	
06:00-07:00	400	363	61	824
06:15-07:15	463	441	73	977
06:30-07:30	495	509	71	1075
06:45-07:45	512	541	63	1116
07:00-08:00	522	506	66	1094
11:00-12:00	375	589	133	1097
11:15-12:15	371	628	113	1112
11:30-12:30	362	669	89	1120
11:45-12:45	359	648	102	1109
12:00-13:00	359	587	97	1043
16:00-17:00	469	817	96	1382
16:15-17:15	498	780	88	1366
16:30-17:30	503	831	77	1411
16:45-17:45	490	793	87	1370
17:00-18:00	478	745	78	1301

Tabel 5. 9 Volume Lalu Lintas Hari Minggu Simpang Pasar Pakem PKJI 2023

Waktu (WIB)	Jumlah Volume Lalu Lintas perjam (smp/jam)			
	0,2	1	1,8	Total (smp/jam)
	SM	MP	KS	
06:00-07:00	216	247	46	509
06:15-07:15	230	264	42	536
06:30-07:30	260	313	48	621
06:45-07:45	274	331	48	653
07:00-08:00	284	346	61	691
11:00-12:00	421	993	99	1513
11:15-12:15	389	1003	86	1478
11:30-12:30	376	982	84	1442
11:45-12:45	373	986	94	1453
12:00-13:00	371	986	89	1446
16:00-17:00	475	841	131	1447
16:15-17:15	507	821	155	1483
16:30-17:30	502	846	141	1489
16:45-17:45	481	766	142	1389
17:00-18:00	446	682	124	1252



Gambar 5. 2 Grafik Volume Lalu Lintas Simpang Pasar Pakem (smp/jam)



Gambar 5. 3 Skema Arus Kendaraan Pada Jam Puncak

Berdasarkan hasil rekapitulasi volume lalu lintas smp/jam di atas didapatkan hari puncak pada hari Minggu dan jam puncak pada pukul 11.00-12.00 dengan volume kendaraan 1.513 smp/jam.

5.3.2 Perhitungan Kapasitas

1. Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar diperoleh berdasarkan tipe simpang, simpang Pasar Pakem merupakan tipe simpang 322. Berdasarkan Tabel 3.2 didapatkan kapasitas dasar sebesar 2700 smp/jam.

2. Faktor Koreksi Lebar Rata-rata Pendekat (F_{LP})

Sebelum menghitung faktor penyesuaian lebar rata – rata dapat menghitung nilai L_{RP} dengan menggunakan rumus rata rata dari lebar jalan mayor dan jalan minor. Diketahui nilai L_{RP} sebesar 4,06 m. Pada tipe simpang 322 nilai F_{LP} dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.4 dan Gambar 3.4. Hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F_{LP} &= 0,73 + 0,0760 L_{RP} \\ &= 0,73 + 0,0760 \times 4,06 \\ &= 1,039 \end{aligned}$$

3. Faktor Koreksi Tipe Median (F_M)

Pada simpang Pasar Pakem tidak ada median jalan. Maka berdasarkan Tabel 3.3 didapatkan nilai F_M adalah 1,00.

4. Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

F_{UK} didapatkan sesuai dengan populasi penduduk pada daerah lokasi penelitian. Menurut Badan Pusat Statitika Populasi Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2024 sebesar 1.335.947 jiwa. Berdasarkan Tabel 3.4 didapatkan F_{UK} sebesar 1,00.

5. Faktor Koreksi Hambatan Samping (F_{HS})

Berdasaarkan Tabel 3.5 simpang Pasar Pakem termasuk kategori tipe lingkungan komersial karena pada daerah tersebut terdapat pertokoan, rumah makan, perkantoran. Kriteria hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3.6. Sesuai dengan lokasi penelitian kriteria hambatan samping kategori sedang maka nilai F_{HS} adalah 0,94.

6. Faktor Koreksi Arus Belok Kiri (F_{BKi})

Nilai R_{BKi} sebesar 0,1. F_{BKi} dihitung menggunakan Persamaan 3.7. Hasil perhitungan F_{BKi} sebagai berikut.

$$F_{bki} = 0,84 + 1,61 R_{BKi}$$

$$= 0,84 + 1,61 \times 0,1$$

$$= 1,001$$

7. Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{BKa})

Nilai F_{BKa} tipe simpang 3 dihitung menggunakan Persamaan 3.9. Hasil perhitungan F_{BKa} sebagai berikut.

$$F_{BKa} = 1,09 - 0,922 R_{BKa}$$

$$= 1,09 - 0,922 \times 0,21$$

$$= 0,893$$

8. Faktor Koreksi Rasio Jalan Minor (F_{Rmi})

Nilai F_{Rmi} tipe simpang 322 dapat dihitung menggunakan pada Tabel 3.8 dan Gambar 3.6. Didapatkan nilai R_{MI} sebesar 0,314. Hasil perhitungan sebagai berikut.

$$F_{BKa} = 1,19 \times R_{MI}^2 - 1,19 \times R_{MI} + 1,19$$

$$= 1,19 \times 0,314^2 - 1,19 \times 0,314 + 1,19$$

$$= 0,933$$

9. Kapasitas (C)

Kapasitas simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.1. Perhitungan kapasitas dapat dilihat sebagai berikut.

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

$$= 2700 \times 1,039 \times 1 \times 1 \times 0,94 \times 1,001 \times 0,893 \times 0,933$$

$$= 2.200 \text{ smp/jam}$$

5.3.3 Derajat Kejenuhan

Perhitungan derajat kejenuhan dapat menggunakan Persamaan 3.10. Diketahui nilai arus lalu lintas total sebesar 1.513 smp/jam. Hasil perhitungan derajat kejenuhan.

$$D_J = \frac{1.513 \text{ smp/jam}}{2.200 \text{ smp/jam}}$$

$$= 0,682$$

5.3.4 Perhitungan Perilaku Lalu Lintas

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga 2023 meliputi tundaan (T) dan

peluang antrean (P_a). Tundaan lalu lintas meliputi tundaan lalu lintas (T_{LL}), tundaan lalu lintas jalan utama (T_{LLma}), tundaan lalu lintas jalan minor (T_{LLmi}), dan tundaan geometri simpang (T_G).

1. Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})

Berdasarkan hasil derajat kejenuhan yang sudah dihitung sebelumnya dan hasil lebih dari 0,6 maka nilai tundaan lalu lintas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.8. Perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_{LL} &= \frac{1,0504}{0,2742 - 0,2042 \times DJ} - (1 - DJ)^2 \\ &= \frac{1,0504}{0,2742 - 0,2042 \times 0,682} - (1 - 0,682)^2 \\ &= 7,68 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

2. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (T_{LLma})

Berdasarkan hasil derajat kejenuhan yang sudah dihitung sebelumnya dan hasil lebih dari 0,6 maka nilai tundaan lalu lintas jalan utama dapat dihitung menggunakan persamaan 3.9 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_{LLMA} &= \frac{1,0503}{0,3460 - 0,2460 \times DJ} - (1 - DJ)^{1,8} \\ &= \frac{1,0503}{0,3460 - 0,2460 \times 0,682} - (1 - 0,682)^{1,8} \\ &= 5,76 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

3. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (T_{LLmi})

Diketahui nilai q_{KB} sebesar 1.500 smp/jam, q_{Ma} sebesar 1.028 smp/jam dan q_{Mi} sebesar 472 smp/jam. T_{LLmi} dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.11. Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_{LLMI} &= \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{Ma} \times T_{LLMa}}{q_{Mi}} \\ &= \frac{1500 \times 7,68 - 1.028 \times 5,76}{472} \\ &= 11,858 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

4. Tundaan Geometrik Simpang (T_G)

Berdasarkan hasil derajat kejenuhan yang sudah dihitung sebelumnya dan hasil kurang dari 1 maka nilai tundaan geometrik simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.12. Diketahui nilai R_B sebesar 0,31. Perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - D_J) \times (6 \times R_B + 3 (1 - R_B) + 4 \times D_J) \\ &= (1 - 0,682) \times (6 \times 0,31 + 3 (1 - 0,31) + 4 \times 0,682) \\ &= 3,982 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

5. Tundaan Simpang (T)

Perhitungan tundaan simpang dapat menggunakan Persamaan 3.14. Hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T &= T_{LL} + T_G \\ &= 7,680 + 3,982 \\ &= 11,662 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

6. Peluang Antrian

Perhitungan peluang antrian dapat menggunakan Persamaan 3.15 dan 3.16. Hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{a. Pa batas atas} &= 47,71 D_J - 24,68 D_J^2 + 56,47 D_J^3 \\ &= 47,71 (0,682) - 24,68 (0,682)^2 + 56,47 (0,682)^3 \\ &= 38,947 \% \\ \text{b. Pa batas bawah} &= 9,02 D_J + 20,66 D_J^2 + 10,49 D_J^3 \\ &= 9,02 (0,682) + 20,66 (0,682)^2 + 10,49 (0,682)^3 \\ &= 19,075 \% \end{aligned}$$

5.3.5 Penentuan Tingkat Pelayanan Simpang

Penentuan tingkat pelayanan simpang menggunakan ketentuan pada Tabel 3.19. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tundaan simpang sebesar 11,662

det/smp kategori tingkat pelayanan simpang B. Jalan pada simpang Pasar Pakem termasuk jalan lingkungan. Hasil tingkat pelayanan simpang tersebut sesuai syarat yang berlaku yaitu jalan lingkungan sekurang-kurangnya D.

5.3.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Simpang

Rekapitulasi analisis simpang Pasar Pakem dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Simpang Eksisting (PKJI)

Parameter	Hasil Analisis	Satuan	Hasil Survei	Satuan
Kapasitas (C)	2.200	smp/jam	-	-
Volume Lalu Lintas (q)	1.513	smp/jam	3.111	kend/jam
Derajat Kejenuhan (DJ)	0,682	-	-	-
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	7,680	detik/smp	-	-
Tundaan Geometri (TG)	3,982	detik/smp	-	-
Tundaan (T)	11,662	detik/smp	19,33	det/kend
Tingkat Pelayanan	B	-	-	-
Batas Atas Peluang Antrean	38,94	%	100	m
Batas Bawah Peluang Antrean	19,07	%	15	m

5.4 Pemodelan Vissim Kondisi Eksisting

Vissim digunakan untuk memodelkan simpang. Dari pemodelan yang dilakukan, diperoleh hasil berupa volume lalu lintas, kecepatan, panjang antrean, dan tundaan pada simpang. Untuk memastikan keakuratan hasil pemodelan, dilakukan validasi untuk menguji kecocokan jumlah kendaraan yang telah dimasukkan ke dalam software Vissim. Proses validasi ini dapat dilakukan dengan rumus GEH dan uji MAPE. Parameter yang digunakan dalam uji GEH adalah volume kendaraan, sementara uji MAPE melibatkan kecepatan kendaraan, tundaan, dan panjang antrean. Ketentuan nilai untuk uji GEH dan MAPE dapat dilihat pada Tabel 3.10 dan Tabel 3.11. Jika hasil pemodelan tidak memenuhi kriteria yang ditentukan, maka perlu dilakukan kalibrasi.

Berikut merupakan perhitungan uji GEH hasil dari pemodelan *software* Vissim.

1. Hasil Volume Kendaraan

Nilai GEH dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.18 dan hasil perhitungan sebagai berikut.

a. Lengan Simping Barat (Jl. Pakem - Turi)

$$\begin{aligned}\text{Uji GEH} &= \sqrt{\frac{2(854-874)^2}{854+874}} \\ &= 0,680\end{aligned}$$

b. Lengan Simping Selatan (Jl. Kaliurang)

$$\begin{aligned}\text{Uji GEH} &= \sqrt{\frac{2(737-852)^2}{737+852}} \\ &= 4,080\end{aligned}$$

c. Lengan Simping Utara (Jl. Kaliurang)

$$\begin{aligned}\text{Uji GEH} &= \sqrt{\frac{2(1.418-1.385)^2}{1.418+1.385}} \\ &= 4,080\end{aligned}$$

2. Hasil Kecepatan

Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.19.

a. Lengan Simping Barat (Jl. Pakem – Turi)

$$\begin{aligned}\text{MAPE} &= \left| \frac{17-21}{17} \right| \times 100\% \\ &= 25\%\end{aligned}$$

b. Lengan Simping Selatan (Jl. Kaliurang)

$$\begin{aligned}\text{MAPE} &= \left| \frac{20-25}{20} \right| \times 100\% \\ &= 25\%\end{aligned}$$

c. Lengan Simping Utara (Jl. Kaliurang)

$$\begin{aligned}\text{MAPE} &= \left| \frac{27-17}{27} \right| \times 100\% \\ &= 40\%\end{aligned}$$

3. Hasil Panjang Antrean

Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.19 dan hasil perhitungan sebagai berikut.

- a. Lengan Simping Barat (Jl. Pakem – Turi)

$$\begin{aligned}\text{MAPE} &= \left| \frac{45 - 41,83}{45} \right| \times 100\% \\ &= 7\%\end{aligned}$$

- b. Lengan Simping Selatan (Jl. Kaliurang)

$$\begin{aligned}\text{MAPE} &= \left| \frac{100 - 146,86}{100} \right| \times 100\% \\ &= 47\%\end{aligned}$$

- c. Lengan Simping Utara (Jl. Kaliurang)

$$\begin{aligned}\text{MAPE} &= \left| \frac{15 - 11,52}{15} \right| \times 100\% \\ &= 23\%\end{aligned}$$

Perhitungan di atas telah berdasarkan kondisi *driving behavior* pada simpang. Berdasarkan hasil di atas pada semua lengan telah memenuhi syarat aman GEH dan MAPE dan sudah sesuai dengan kondisi *eksisting*. Rekapitulasi hasil pemodelan Vissim kondisi *eksisting* dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12.

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Pemodelan Vissim Kondisi Eksisting

Parameter	Kondisi	Pendekatan Lengan		
		Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (smp/jam)	Aktual	874	852	1.385
	Pemodelan	854	737	1.418
	Nilai GEH	0,680 (AMAN)	4,080 (AMAN)	0,881 (AMAN)
Kecepatan Lalu Lintas	Aktual	17	23	27
	Pemodelan	21	25	16
	Nilai MAPE (%)	25 (AMAN)	25 (AMAN)	40 (AMAN)
Panjang Antrean	Aktual	45	100	15
	Pemodelan	41,83	146,89	11,52
	Nilai MAPE (%)	7 (AMAN)	47 (AMAN)	23 (AMAN)

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Kinerja Simpang Pemodelan Vissim Kondisi Eksisting

Parameter	Vissim			Survei		
	Lengan Simpang			Lengan Simpang		
	Barat	Selatan	Utara	Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (kend/jam)	854	737	1418	874	852	1385
Kecepatan (km/jam)	21	25	16	17	23	27
Panjang Antrian (m)	41,83	146,89	11,52	45	100	15
Tundaan (detik/smp)	14	22	2	22	32	3
Tundaan Simpang (detik/smp)	12,67			19,33		
Derajat Kejenuhan	0,59			0,68		
Tingkat Pelayanan	B			B		

5.5. Pemodelan Vissim Kondisi 5 Tahun Mendatang

5.5.1 Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas 5 tahun mendatang diperoleh berdasarkan peningkatan kendaraan di 5 tahun sebelumnya. Di dapatkan volume kendaraan yang melewati simpang Pasar Pakem dapat dilihat dari tabel 5.13 dan menggunakan persamaan 3.17.

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Volume 5 tahun sebelumnya

Tahun	Volume (smp/jam)
2019	1104
2020	1163
2021	433
2022	1571
2024	764

(Sumber : Dinas Perhubungan DIY,2025)

Pada rekapitulasi di atas yang mengalami tren peningkatan transportasi pada tahun 2019 – 2020 dan 2021 – 2022 maka dapat dihitung dengan Persamaan (3.17)

dan hasil perhitungan sebagai berikut

a. 2019 – 2020

$$P_N = P_o(1 + r)^n$$

$$1163 = 1104(1 + r)^1$$

$$1,05 = (1 + r)$$

$$0,05 = r \%$$

$$5 \% = r$$

b. 2020 – 2022

$$P_N = P_o(1 + r)^n$$

$$1571 = 1163(1 + r)^2$$

$$1,35 = (1 + r)^2$$

$$1,16 = (1 + r)$$

$$0,16 = r\%$$

$$16 \% = r$$

Rata – rata pertumbuhan lalu lintas dalam 5 tahun terakhir

$$r = (2019 - 2020) + (2022 - 2020) / 2$$

$$r = \frac{5\% + 16\%}{2}$$

$$r = 11 \%$$

Dengan perhitungan di atas maka di dapatkan pertumbuhan lalu lintas sebesar 11%

5.5.2 Prediksi Kinerja Simpang dalam 5 tahun ke depan

Prediksi kinerja simpang Pasar Pakem bertujuan untuk melihat pada tahun berapakah simpang Pasar Pakem akan menyentuh derajat kejenuhan 0,85. Prediki kinerja simpang ini akan tetap mengikuti faktor pengaruh kondisi *eksisting* yang meliputi geometri, hambatan samping, kapasitas dasar. Perhitungan pada prediksi kinerja menggunakan analisis PKJI 2023 dan pertumbuhan lalu lintas sebesar 11%. Prediksi kinerja simpang Pasar Pakem dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Kinerja Simpang selama 5 Tahun

Parameter	Tahun						Satuan
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Kapasitas (C)	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	smp/jam
Volume Lalu Lintas (q)	1.513	1.680	1.865	2.070	2.297	2.550	smp/jam
Derajat Kejenuhan (DJ)	0,68	0,758	0,841	0,934	1,036	1,15	-
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	7,68	8,73	10,23	12,57	16,78	26,70	detik/smp
Tundaan Geometri (TG)	3,98	3,99	3,99	4,00	4,00	4,01	detik/smp
Tundaan (T)	11,66	12,72	14,22	16,56	20,78	30,70	detik/smp
Tingkat Pelayanan	B	B	B	C	C	D	-
Batas Atas Peluang Antrean (%)	38,94	46,55	56,27	68,98	85,78	108,17	%
Batas Bawah Peluang (%)	19,07	23,26	28,44	34,96	43,21	53,68	%

Dapat dilihat pada Tabel 5.14 berdasarkan nilai derajat kejenuhan pada tahun 2028 memiliki derajat kejenuhan 0,93 yang dimana sudah dilakukan peningkatan kinerja simpang Pasar Pakem. Berdasarkan nilai tundaan dan tingkat pelayanan simpang yang mengacu pada PM 96 tahun 2015 pada tahun 2030 memiliki nilai tundaan simpang sebesar 30,70 detik/smp dengan tingkat pelayanan D. Dengan demikian dapat dilihat pada simpang Pasar Pakem pada tahun 2028 sudah membutuhkan peningkatan pelayanan simpang.

5.5.3 Permodelan Vissim kondisi 5 tahun mendatang

Pemodelan Vissim kondisi 5 tahun mendatang sama dengan pemodelan kondisi *eksisting*. Hasil dari analisis pertumbuhan lalu lintas yang menjadi pembeda dengan kondisi *eksisting*. Pemodelan Vissim 5 tahun mendatang dengan adanya pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan hasil analisis menggunakan PKJI 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Kondisi 5 Tahun Mendatang (2030)

Parameter	Lengan Simpang		
	Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (kend/jam)	1473	1436	2334
Kecepatan (m/s)	16,88	23,19	21,60
Panjang Antrian (m)	189,94	68,13	81,52
Tundaan (detik/kend)	45,21	33,62	22,22
Tundaan Simpang (detik/smp)	33,68		
Derajat Kejenuhan	1,14		
Tingkat Pelayanan	D		

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Kondisi 5 Tahun Mendatang (2030)

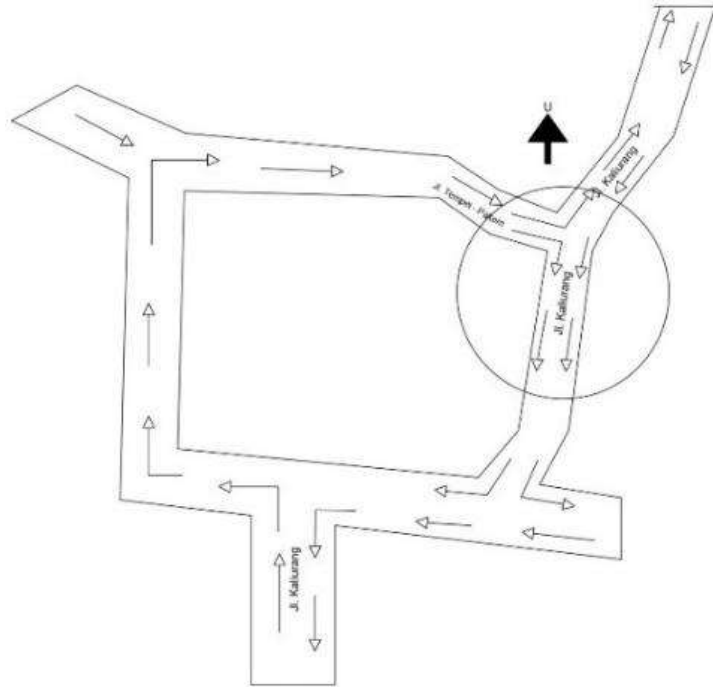
Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Kapasitas (C)	smp/jam	2217
Volume Lalu Lintas (q)	smp/jam	2550
Derajat Kejenuhan (DJ)	-	1,150
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	detik/smp	26,696
Tundaan Geometri (TG)	detik/smp	4,006
Tundaan (T)	detik/smp	30,70
Tingkat Pelayanan	-	D
Batas Atas Peluang Antrean	%	108,171
Batas Bawah Peluang Antrean	%	53,67

5.6 Alternatif Solusi Peningkatan Kinerja Simpang Pada Masa yang Akan Datang

5.6.1 Alternatif Solusi 1 Membuat Skema *one way* dari Utara ke Selatan pada lengan Selatan.

Alternatif solusi yang kedua yaitu skema *one way* dari Utara ke Selatan. Akibat dari arus *one way* ini arus jalur dari Selatan hilang total dan berpindah ke lengan Barat. Dengan begitu arus di lengan Barat meningkat volume yang

signifikan tetapi mengurangi jumlah konflik yang terjadi di simpang. Skema *one way* Utara ke Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5. 4 Skema One Way Pada Lengan Selatan

Hasil pemodelan Vissim yang memakai skema *one way* dari Utara ke Selatan pada lengan Selatan dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan menggunakan analisis PKJI 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 17 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Alternatif 1

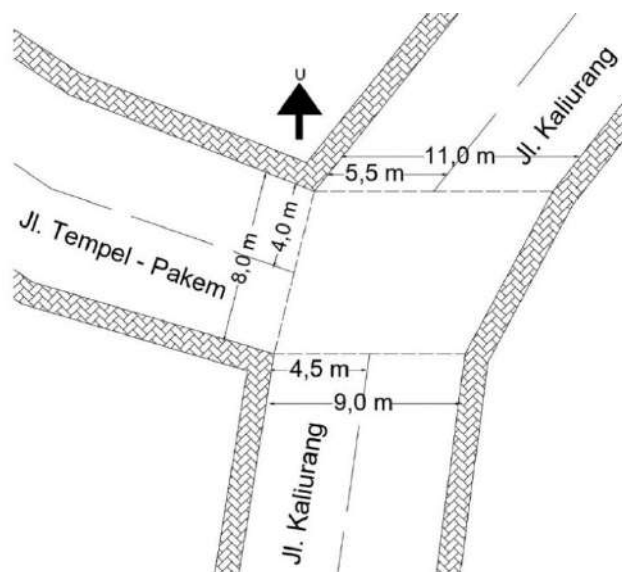
Parameter	Lengan Simpang		
	Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (kend/jam)	2208	-	1581
Kecepatan (km/jam)	19,55	-	23,25
Panjang Antrian (m)	217,28	-	174,31
Tundaan (detik/kend)	9,27	-	4,39
Tundaan Simpang (detik/smp)	6,83		
Derajat Kejenuhan	0,75		
Tingkat Pelayanan	B		

Tabel 5. 18 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Alternatif 1

Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Kapasitas (C)	smp/jam	2151
Volume Lalu Lintas (q)	smp/jam	1651
Derajat Kejenuhan (DJ)	-	0,76
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	detik/smp	8,88
Tundaan Geometri (TG)	detik/smp	3,76
Tundaan (T)	detik/smp	12,65
Tingkat Pelayanan	-	B
Batas Atas Peluang Antrean	%	47,62
Batas Bawah Peluang Antrean	%	23,84

5.6.2 Alternatif Solusi 2 Penambahan lebar lajur dengan penambahan 0,5 m

Alternatif Solusi yang kedua yaitu penambahan lebar lajur dengan penambahan 0,5m di tiap lajurnya. Simpang Pasar Pakem memiliki tiga lengan dengan jenis jalan pada tiap lengan merupakan kolektor primer 1 dan merupakan jalan nasional. Pada kondisi *eksisting* geometri jalannya dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan geometri setelah penambahan dapat dilihat pada Gambar 5.5.

**Gambar 5. 5 Pelebaran Geometri Lajur**

Untuk mengetahui kinerja simpang yang menggunakan alternatif solusi 2 menggunakan pemodelan Vissim dan analisis metode PKJI 2023. Berikut merupakan hasil pemodelan Vissim dengan dilakukan penambahan geometri 0,5m di tiap lajunya dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan analisis menggunakan PKJI 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Tabel 5. 19 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Alternatif 2

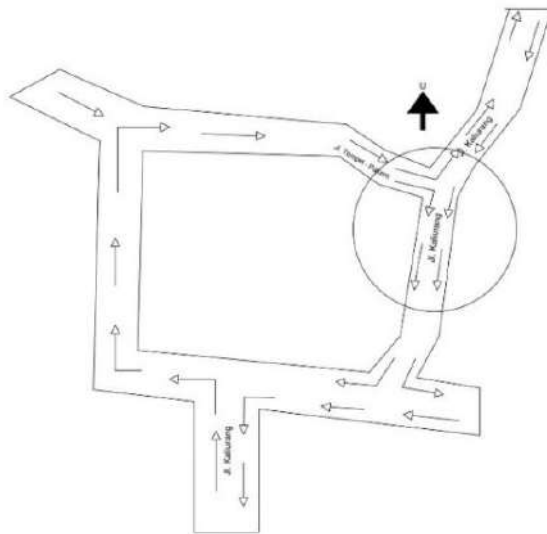
Parameter	Lengan Simping		
	Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (kend/jam)	943	1314	1061
Kecepatan (km/jam)	12,57	22,87	19,16
Panjang Antrian (m)	183	182	214
Tundaan (detik/kend)	39,67	10,68	6,45
Tundaan Simping (detik/smp)	18,93		
Derajat Kejenuhan	0,70		
Tingkat Pelayanan	C		

Tabel 5. 20 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Alternatif 2

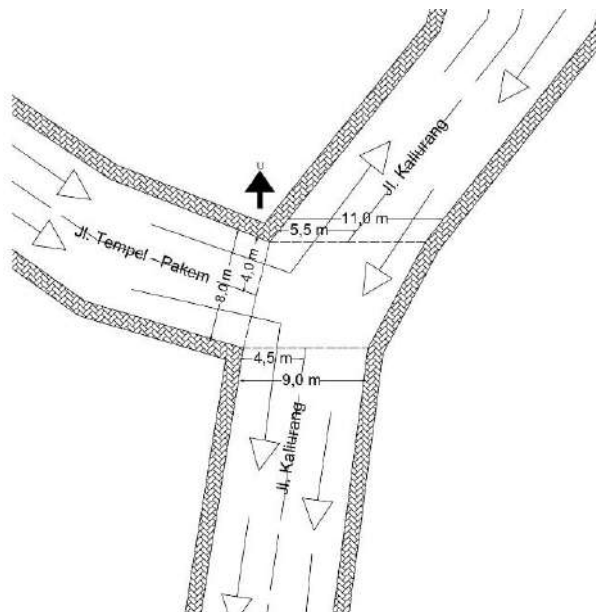
Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Kapasitas (C)	smp/jam	2239
Volume Lalu Lintas (q)	smp/jam	1595
Derajat Kejenuhan (DJ)	-	0,71
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	detik/smp	8,07
Tundaan Geometri (TG)	detik/smp	3,71
Tundaan (T)	detik/smp	11,78
Tingkat Pelayanan	-	B
Batas Atas Peluang Antrean	%	41,87
Batas Bawah Peluang Antrean	%	20,7

5.6.3 Alternatif Solusi 3 skema *one way* pada lengan Selatan dan pelebaran sebesar 0,5 m.

Alternatif solusi ketiga yaitu menggabungkan antara alternatif solusi satu dan dua dimana pada geometri simpang terdapat penambahan lebar lajur di setiap lengan sebesar 0,5m dan adanya skema *one way* pada lengan Selatan. Alternatif solusi 3 dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7.



Gambar 5. 6 Skema One Way



Gambar 5. 7 Detail Skema One Way dan Pelebaran Lajur

Hasil pemodelan dari alternatif solusi 3 dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan hasil analisis menggunakan metode PKJI 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5. 21 Rekapitulasi Hasil Pemodelan Vissim Alternatif 3

Parameter	Lengan Simpang		
	Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (kend/jam)	2229	-	1578
Kecepatan (km/jam)	19,89	-	23,57
Panjang Antrian (m)	158,12	-	44,28
Tundaan (detik/kend)	8,27	-	4,29
Tundaan Simpang (detik/smp)	6,28		
Derajat Kejenuhan	0,73		
Tingkat Pelayanan	B		

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2023 Alternatif 3

Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Kapasitas (C)	smp/jam	2230
Volume Lalu Lintas (q)	smp/jam	1660
Derajat Kejenuhan (DJ)	-	0,74
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	detik/smp	8,5
Tundaan Geometri (TG)	detik/smp	3,74
Tundaan (T)	detik/smp	12,27
Tingkat Pelayanan	-	B
Batas Atas Peluang Antrean	%	45,14
Batas Bawah Peluang Antrean	%	22,5

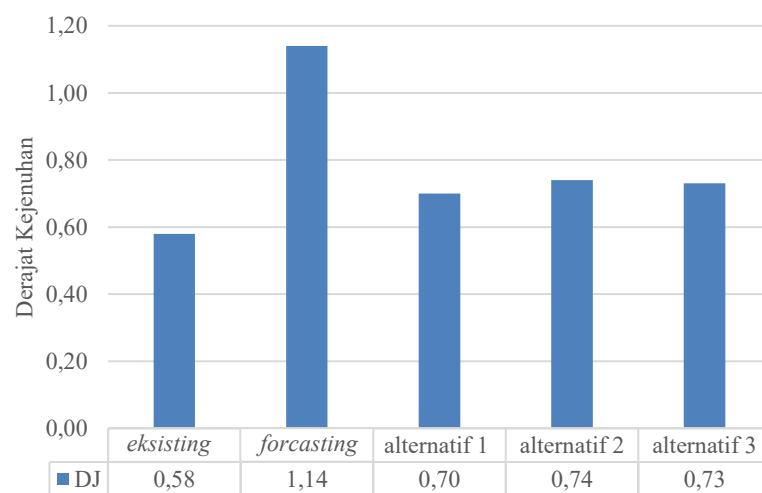
5.7 Pembahasan Kinerja Simpang

Terdapat perbedaan hasil antara analisis menggunakan PKJI 2023 dan Pemodelan Vissim. Analisis kinerja menurut PKJI 2023 meliputi derajat kejenuhan, panjang antrean serta tundaan di simpang. Sementara itu, hasil dari pemodelan

Vissim mencakup panjang antrean dan tundaan. Analisis menggunakan PKJI 2023 dilakukan sebanyak satu kali pada perhitungan *eksisting*. Metode pemodelan Vissim dilakukan sebanyak empat kali dengan kondisi yang berbeda, yaitu kondisi *eksisting*, *forecasting* 5 tahun, alternatif 1, dan alternatif 2. Perbandingan hasil dari masing – masing kondisi disajikan sebagai berikut.

5.7.1 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan

Terdapat perbedaan nilai derajat kejenuhan dari kondisi *eksisting*, *forecasting*, dan alternatif solisi. Perbandingan nilai derajat kejenuhan berdasarkan perhitungan PKJI 2023 dapat dilihat pada Gambar 5.8.

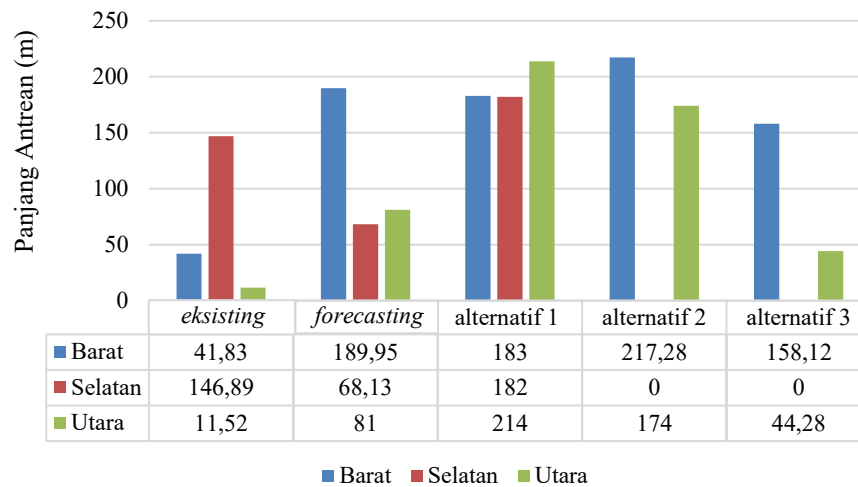


Gambar 5. 8 Diagram Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan

Pada Gambar 5.8 dapat dilihat pada kondisi *eksisting* memiliki derajat kejenuhan yang sangat rendah. Pada saat kondisi *forecasting* mengalami kenaikan derajat kejenuhan yang sangat besar. Sedangkan dengan di tiap solusi alternatif memiliki perbedaan derajat kejenuhan yang tidak signifikan.

5.7.2 Perbandingan Nilai Panjang Antrean

Terdapat perbedaan hasil panjang antrean dari pemodelan Vissim pada kondisi *eksisting*, *forecasting*, alternatif 1, dan alternatif 2. Perbedaan hasil dapat dilihat pada Gambar 5.9.

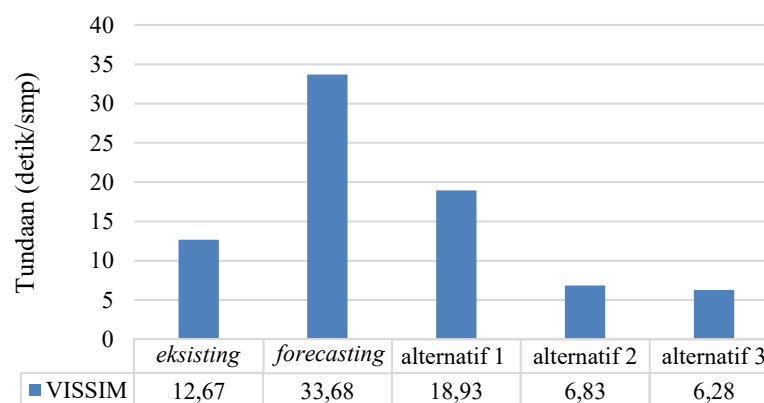


Gambar 5. 9 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrean

Pada Gambar 5.9 terdapat perbedaan nilai panjang antrean yang sangat signifikan di tiap kondisinya. Salah satu penyebab perbedaan yaitu dengan adanya pertumbuhan lalu lintas. Pada alternatif 2 lengan Selatan tidak memiliki panjang antrean dikarenakan menggunakan skema *one way* dari Utara ke Selatan.

5.7.3 Perbandingan Nilai Tundaan

Terdapat perbedaan hasil tundaan simpang dari pemodelan Vissim yang telah dilakukan pada kondisi *eksisting*, *forecasting*, alternatif 1, dan alternatif 2. Perbedaan hasil tundaan dari tiap kondisi dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5. 10 Diagram Perbandingan Nilai Tundaan

Pada Gambar 5.10 terdapat hasil tundaan *forecasting* yang sangat signifikan dengan kondisi lainnya. Tundaan pada alternatif 2 memiliki hasil yang paling

rendah daripada kondisi apapun.

5.7.4 Perbandingan Kinerja Simpang

Perbandingan kinerja simpang pada kondisi *eksisting*, *forecasting*, alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3 berdasarkan PKJI 2023 dan Pemodelan Vissim dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 23 Rekapitulasi Kinerja Simpang

Parameter	Lengan	<i>Eksisiting</i>		<i>Forecasting</i>		Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023
Volume Lalu Lintas	B	854	874	1.473	1.500	2.208	2.936	943	1053	2208	2.936
	S	737	852	1.436	1.436	-	-	1.314	1413	-	-
	U	1.318	1.385	2.334	2.334	1578	2.334	1061	1631	1578	2.334
Panjang Antrean (m)	B	41,83	-	189,94	64,45	217,28	70,31	183	65,49	158,12	47,5
	S	146,89	-	68,13	62,56	-	-	182	56,75	-	-
	U	41,83	-	80,52	120,72	174,31	112,71	214	50,62	44,28	44,53
Tundaan Simpang (detik/smp)		12,67	11,662	33,68	30,7	6,83	12,656	18,93	11,78	6,28	12,27
Derajat Kejenuhan		0,58	0,68	1,14	1,15	0,75	0,76	0,7	0,71	0,73	0,74
Tingkat Pelayanan		B	B	D	D	B	B	C	B	B	B

Kondisi *eksisting* pada Simpang Pakem dengan perhitungan PKJI 2023 memiliki tingkat pelayanan B dengan nilai tundaan sebesar 11,66 detik/smp dan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,68. Pemodelan Vissim kondisi *eksisting* memiliki panjang antrean lengan Barat sebesar 41,83 m, lengan Selatan sebesar 146,89 m, dan lengan Utara sebesar 11,52 m. Nilai tundaan berdasarkan pemodelan Vissim pada kondisi *eksisting* sebesar 12,67 detik/smp sehingga mendapatkan tingkat pelayanan B. Pada kondisi *forecasting* 5 tahun mendatang berdasarkan pemodelan Vissim Simpang Pakem memiliki panjang antrean lengan Barat sebesar 189,94 m, lengan Selatan sebesar 68,13 m, lengan Utara sebesar 81,52 m dan memiliki nilai tundaan sebesar 33,68 detik/smp. Hal ini mempengaruhi tingkat pelayanan pada simpang yang turun menjadi D pada 5 tahun mendatang. Maka dari itu diperlukannya solusi alternatif untuk meningkatkan tingkat pelayanan simpang pada 5 tahun mendatang.

Alternatif 1 perubahan geometri jalan dengan penambahan lebar lajur sebesar 0,5 m. Pada pemodelan Vissim kondisi alternatif 1 lengan Barat memiliki panjang antrean sebesar 183 m, lengan Selatan sebesar 182 m, lengan Utara sebesar 214 m dan nilai tundaan sebesar 18,93 detik/smp. Nilai panjang antrean pada lengan Barat mengalami penurunan 6,9 m sedangkan pada lengan Selatan naik sebesar 113,87 m dan Utara mengalami kenaikan sebesar 133,48 m. Nilai tundaan simpang mengalami penurunan sebesar 14,75 detik/smp. Dengan kondisi alternatif 1 maka tingkat pelayanan simpang pada 5 tahun mendatang meningkat menjadi C.

Alternatif 2 simpang dengan arus *one way* jalur Utara ke Selatan. Pada pemodelan Vissim kondisi alternatif 2 lengan Barat memiliki panjang antrean sebesar 217,28 m, lengan Utara sebesar 174,31 m dan nilai tundaan sebesar 6,83 detik/smp. Nilai panjang antrean pada lengan Barat mengalami kenaikan sebesar 27,34 m, pada lengan Utara mengalami kenaikan sebesar 93,79 m. Nilai tundaan simpang mengalami penurunan yang signifikan sebesar 26,85 detik/smp. Dengan kondisi alternatif 2 maka tingkat pelayanan simpang pada 5 tahun mendatang meningkat menjadi B.

Alternatif 3 simpang dengan arus *one way* pada lengan Selatan dan penambahan lebar lajur sebesar 0,5. Pada pemodelan Vissim alternatif 3 lengan

Barat memiliki panjang antrean sebesar 158,12 m, lengan Utara sebesar 44,28 m dan nilai tundaan sebesar 6,28 detik/smp. Nilai panjang antrean pada lengan Barat mengalami penurunan sebesar 31,82 m, pada lengan Utara mengalami penurunan sebesar 37,24 m. Nilai tundaan simpang mengalami penurunan yang signifikan sebesar 27,4 detik/smp. Dengan kondisi alternatif 3 maka tingkat pelayanan simpang pada 5 tahun mendatang meningkat menjadi B.

Berdasarkan hasil dari ketiga alternatif solusi tersebut alternatif solusi 3 yaitu penerapan arus satu arah pada lengan Selatan dan pelebaran lajur 0,5m, mampu meningkatkan tingkat pelayanan simpang pada 5 tahun mendatang. Dengan adanya alternatif solusi 3 panjang antrean dan tundaan menurun sangat drastis sehingga tingkat pelayanan dari D meningkat menjadi B. Oleh karena itu, alternatif ini merupakan pilihan paling optimal untuk meningkatkan kinerja simpang.

Berdasarkan penelitian sebelumnya Prayogo dkk meneliti ruas jalur tempel – turi pada kondisi *eksisting* (2019) dan *forecasting* (2024) menggunakan analisis PKJI 2014. Hasil dari analisis tersebut pada kondisi *eksisting* ruas jalan tersebut memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 0,92 dengan tingkat pelayanan E sedangkan pada kondisi *forecasting* memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 1,7 dengan tingkat pelayanan F. Ruas jalan Tempel – Turi merupakan menjadi lengan Barat pada simpang Pasar Pakem. Pada kondisi *eksisting* (2025) didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,68 dengan menggunakan PKJI 2023 dan dengan pemodelan Vissim didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,58 dengan nilai tundaan 12,67 dengan begitu simpang Pasar Pakem mendapatkan tingkat penilaian B. Sedangkan pada kondisi *forecasting* (2030) dengan pemodelan Vissim didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,14 dengan nilai tundaan 33,68 dengan begitu simpang Pasar Pakem mendapatkan tingkat penilaian D.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis simpang Pasar Pakem yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang Pasar Pakem pada kondisi *eksisting* dengan perhitungan PKJI 2023 memiliki nilai tundaan sebesar 11,66 detik/smp dan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,68. Pemodelan Vissim kondisi *eksisting* memiliki panjang antrean lengan Barat sebesar 41,83 m, lengan Selatan sebesar 146,89 m, lengan Utara sebesar 11,52 m, dan Nilai tundaan sebesar 12,67 detik/smp. Pada kondisi *forecasting* 5 tahun mendatang berdasarkan pemodelan Vissim memiliki panjang antrean lengan Barat sebesar 189,94 m, lengan Selatan sebesar 68,13 m, lengan Utara sebesar 80,52 m dan memiliki nilai tundaan sebesar 33,68 detik/smp.
2. Berdasarkan perhitungan PKJI 2023 dan pemodelan Vissim pada kondisi *eksisting* terdapat hasil tingkat pelayanan yang sama yaitu B. Sedangkan pada kondisi *forecasting* 5 tahun kedepan tingkat pelayanan menurun menjadi D
3. Alternatif Solusi pada Simpang Pasar Pakem meliputi penambahan lebar lajur sebesar 0,5 m, skema *one way* dari Utara ke Selatan pada lengan Selatan, dan pelebaran dan *one way* . Berdasarkan perbandingan ketiga alternatif solusi yang paling efektif yaitu alternatif ketiga dengan arus *one way* pada lengan Selatan dan pelebaran lajur 0,5m. Dalam alternatif 3 nilai tundaan dan panjang antrean pada simpang mengalami penurunan yang sangat signifikan sehingga tingkat pelayanan menjadi B.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis mengacu pada PKJI 2023 serta pemodelan menggunakan Vissim, diperoleh sejumlah rekomendasi dan masukan yang dapat

dijadikan pertimbangan untuk meningkatkan kinerja simpang secara optimal. Adapun rekomendasi tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan evaluasi kinerja simpang dengan kondisi *Jogjakarta Outer Ring Road* telah di buat dan di tetapkan.
2. Penelitian selanjutnya dapat memperhatikan dampak simpang Pasar Pakem terhadap simpang yang disekitarnya.
3. Apabila telah di sahkan dan sudah terjalankan *Jogjakarta Outer Ring Road* maka di pertimbangkan kembali alternatif solusi 2 dan 3 terkait radius tikung yang kecil untuk kendaraan berat pada ruas jalan Pakem – Turi.
4. Perlu dilakukan penelitian mengenai integrasi antara Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) dan perangkat lunak Vissim, karena terdapat perbedaan yang cukup mencolok antara hasil analisis PKJI dan hasil pemodelan Vissim, terutama pada nilai tundaan dan panjang antrean.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A.A., 2008. *Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi*. Penerbit: UMM Press, Malang.
- Andreas, 2023. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Metode Pkji 2014 (Studi Kasus: Jl. Raya Nagha 1 Dan Jl. Raya Pokol, Kecamatan Tamako. Kabupaten Kepulauan Sangihe). *Tekno*. 21(84), 588–597.
- Ama, 2023. Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus: Jalan Yulius Usman-Jalan Sulawesi, Kota Malang). *Sentikuin*. 6, 16–17.
- Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta, 2024. *Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2024*. Vol. 46. Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat. Jakarta.
- ETERNITAS: Jurnal Teknik Sipil (2022). *Analisis Pengaruh Rasio Kendaraan Belok Kanan terhadap Kinerja Simpang Tak Bersinyal*. ETERNITAS: Jurnal Teknik Sipil. 1(2). 1-2.
- Fachrurrozy, M., 2000. *Manajemen Lalu Lintas*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Google Inc, 2024. *Google Maps: Simpang Pasar Pakem Sleman, Yogyakarta*. <https://www.google.com/maps/>.
- Gustavsson, F.N., 2007. *New Transportation Research Progress*. Nova Science Publishers. Inc. New York.
- Hobbs, F.D., 1979. *Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas*. Transl. Suprpto T.M. & Waldijono. Yogyakarta Gadjah Mada University.
- Kementerian Perhubungan, 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: Pm 96 Tahun 2015 Tentang Penyelenggaraan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*. Kementerian Perhubungan. Jakarta.
- Morlok, 1998. *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- Munawar, A., 2004. *Manajemen lalu lintas perkotaan*. Yogyakarta: Beta

Offset. 121.

- Muhammad, 2020. Analisis Daya Tampung Jalan Dan Manajemen Lalu Lintas. *Equilib. 01(01)*. 41–52.
- Muhammad, 2024. Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Menggunakan Metode Pkji 2023 Dan Software Vissim. *Jurnal Konstruksia . 15(2)*. 1–16.
- Nuriyatzahrok, 2024. *Evaluasi Kinerja Simpang Perumnas Dengan Metode Pkji 2023 Dan Pemodelan Vissim*. Dspace. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta (2023) *Peraturan Daerah Nomor 10 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2023-2043*. Yogyakarta: Pemerintah Daerah DIY. Diundangkan 6 November 2023. Lembaran Daerah DIY Tahun 2023 Nomor 10.
- Rivaldy, 2022. Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Pasar Ngasem (Studi Kasus : Jalan Polowijan-Jalan Ngasem Kraton, Kota Yogyakarta). *Equilib. 03(01)*. 65–76.
- Romadhona, P.J. & Zainuri, M. A., 2021. *Peningkatan Kinerja Simpang dengan Koordinasi Sinyal Lalu Lintas di Simpang BPK dan Badran Yogyakarta*. Jurnal Teknik Sipil. 8(1).
- Sarwanta, 2022. Pemodelan Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Menggunakan Perangkat Lunak Vissim. *Soshhumdik. 1(4)*. 1–9.

LAMPIRAN 1

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 1 (06.00-09.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Selatan

Lebar Lajur : 4,0 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	0	0	68	0	0	17	0	0	2
2	06:15-06:30	0	0	61	0	0	17	0	0	1
3	06:30-06:45	0	0	91	0	0	26	0	0	0
4	06:45-07:00	0	0	77	0	0	30	0	0	0
5	07:00-07:15	0	0	90	0	0	19	0	0	1
6	07:15-07:30	0	0	131	0	0	26	0	0	2
7	07:30-07:45	0	0	100	0	0	31	0	0	1
8	07:45-08:00	0	0	124	0	0	39	0	0	5

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 1 (06.00-09.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Utara

Lebar Lajur : 5,0 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	0	0	108	0	0	16	0	0	1
2	06:15-06:30	0	0	114	0	0	14	0	0	0
3	06:30-06:45	0	0	93	0	0	18	0	0	0
4	06:45-07:00	0	0	92	0	0	29	0	0	1
5	07:00-07:15	0	0	133	0	0	23	0	0	0
6	07:15-07:30	0	0	136	0	0	24	0	0	0
7	07:30-07:45	0	0	119	0	0	32	0	0	0
8	07:45-08:00	0	0	105	0	0	27	0	0	1

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 1 (06.00-09.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Barat

Lebar Lajur : 3,5 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	32	54	0	9	8	0	3	1	0
2	06:15-06:30	35	36	0	12	9	0	5	0	0
3	06:30-06:45	34	40	0	9	9	0	3	0	0
4	06:45-07:00	44	66	0	11	13	0	7	0	0
5	07:00-07:15	48	62	0	12	13	0	4	0	0
6	07:15-07:30	63	64	0	28	23	0	7	0	0
7	07:30-07:45	51	56	0	9	8	0	2	0	0
8	07:45-08:00	58	48	0	21	11	0	9	0	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 2 (11.00-13.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Selatan

Lebar Lajur : 4,0 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	11:00-11:15	0	0	167	0	0	68	0	0	8
2	11:15-11:30	0	0	160	0	0	55	0	0	3
3	11:30-11:45	0	0	127	0	0	60	0	0	0
4	11:45-12:00	0	0	147	0	0	55	0	0	2
5	12:00-12:15	0	0	132	0	0	74	0	0	1
6	12:15-12:30	0	0	122	0	0	52	0	0	5
7	12:30-12:45	0	0	141	0	0	54	0	0	3
8	12:45-13:00	0	0	125	0	0	48	0	0	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 2(11.00-13.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Utara

Lebar Lajur : 5,0 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	11:00-11:15	0	0	301	0	0	112	0	0	3
2	11:15-11:30	0	0	213	0	0	115	0	0	4
3	11:30-11:45	0	0	215	0	0	104	0	0	5
4	11:45-12:00	0	0	209	0	0	101	0	0	3
5	12:00-12:15	0	0	217	0	0	125	0	0	2
6	12:15-12:30	0	0	201	0	0	119	0	0	4
7	12:30-12:45	0	0	204	0	0	114	0	0	1
8	12:45-13:00	0	0	218	0	0	102	0	0	3

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 2(11.00-13.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Barat

Lebar Lajur : 3,5 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	11:00-11:15	96	63	0	50	31	0	6	0	0
2	11:15-11:30	86	52	0	58	27	0	6	1	0
3	11:30-11:45	87	40	0	60	23	0	0	3	0
4	11:45-12:00	61	42	0	53	21	0	7	1	0
5	12:00-12:15	74	50	0	48	24	0	5	2	0
6	12:15-12:30	73	49	0	43	20	0	3	1	0
7	12:30-12:45	67	38	0	51	32	0	8	1	0
8	12:45-13:00	69	41	0	59	21	0	4	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 3 (16.00-18.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Selatan

Lebar Lajur : 4,0 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	0	0	153	0	0	86	0	0	1
2	16:15-16:30	0	0	155	0	0	17	0	0	2
3	16:30-16:45	0	0	131	0	0	34	0	0	3
4	16:45-17:00	0	0	151	0	0	22	0	0	2
5	17:00-17:15	0	0	149	0	0	46	0	0	1
6	17:15-17:30	0	0	147	0	0	38	0	0	3
7	17:30-17:45	0	0	144	0	0	19	0	0	0
8	17:45-18:00	0	0	129	0	0	26	0	0	1

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 3 (16.00-18.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Utara

Lebar Lajur : 5,0 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	0	0	221	0	0	98	0	0	9
2	16:15-16:30	0	0	241	0	0	100	0	0	8
3	16:30-16:45	0	0	260	0	0	102	0	0	4
4	16:45-17:00	0	0	274	0	0	93	0	0	5
5	17:00-17:15	0	0	324	0	0	89	0	0	7
6	17:15-17:30	0	0	237	0	0	97	0	0	3
7	17:30-17:45	0	0	205	0	0	81	0	0	6
8	17:45-18:00	0	0	194	0	0	75	0	0	1

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Minggu Sesi 3 (16.00-18.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Barat

Lebar Lajur : 3,5 m

Tanggal : 12 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	54	112	0	15	26	0	5	0	0
2	16:15-16:30	106	90	0	48	14	0	15	1	0
3	16:30-16:45	116	88	0	49	42	0	5	0	0
4	16:45-17:00	126	56	0	65	30	0	9	1	0
5	17:00-17:15	152	78	0	54	16	0	18	2	0
6	17:15-17:30	134	50	0	31	38	0	11	1	0
7	17:30-17:45	113	34	0	27	20	0	7	0	0
8	17:45-18:00	77	38	0	15	10	0	4	1	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1 (06.00-09.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Selatan

Lebar Lajur : 4,0 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	0	0	80	0	0	9	0	0	0
2	06:15-06:30	0	0	98	0	0	22	0	0	3
3	06:30-06:45	0	0	118	0	0	35	0	0	0
4	06:45-07:00	0	0	147	0	0	28	0	0	0
5	07:00-07:15	0	0	142	0	0	34	0	0	0
6	07:15-07:30	0	0	129	0	0	41	0	0	0
7	07:30-07:45	0	0	115	0	0	39	0	0	0
8	07:45-08:00	0	0	134	0	0	27	0	0	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1 (06.00-09.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Utara

Lebar Lajur : 5,0 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	0	0	127	0	0	14	0	0	0
2	06:15-06:30	0	0	163	0	0	18	0	0	1
3	06:30-06:45	0	0	184	0	0	21	0	0	2
4	06:45-07:00	0	0	225	0	0	34	0	0	5
5	07:00-07:15	0	0	221	0	0	29	0	0	3
6	07:15-07:30	0	0	205	0	0	23	0	0	1
7	07:30-07:45	0	0	198	0	0	38	0	0	0
8	07:45-08:00	0	0	216	0	0	24	0	0	2

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1 (06.00-09.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Barat

Lebar Lajur : 3,5 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	71	51	0	19	4	0	3	1	0
2	06:15-06:30	119	79	0	22	14	0	5	1	0
3	06:30-06:45	159	95	0	29	19	0	3	1	0
4	06:45-07:00	147	106	0	53	22	0	7	0	0
5	07:00-07:15	168	114	0	41	20	0	4	3	0
6	07:15-07:30	157	127	0	51	29	0	7	1	0
7	07:30-07:45	182	144	0	34	25	0	2	0	0
8	07:45-08:00	174	154	0	30	21	0	9	2	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2 (11.00-13.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Selatan

Lebar Lajur : 4,0 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	11:00-11:15	0	0	153	0	0	22	0	0	2
2	11:15-11:30	0	0	157	0	0	42	0	0	4
3	11:30-11:45	0	0	159	0	0	29	0	0	0
4	11:45-12:00	0	0	147	0	0	53	0	0	2
5	12:00-12:15	0	0	168	0	0	41	0	0	5
6	12:15-12:30	0	0	157	0	0	51	0	0	1
7	12:30-12:45	0	0	182	0	0	34	0	0	7
8	12:45-13:00	0	0	174	0	0	30	0	0	2

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2(11.00-13.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Utara

Lebar Lajur : 5,0 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	11:00-11:15	0	0	175	0	0	51	0	0	6
2	11:15-11:30	0	0	179	0	0	39	0	0	4
3	11:30-11:45	0	0	149	0	0	52	0	0	3
4	11:45-12:00	0	0	133	0	0	45	0	0	4
5	12:00-12:15	0	0	157	0	0	34	0	0	5
6	12:15-12:30	0	0	174	0	0	41	0	0	3
7	12:30-12:45	0	0	147	0	0	35	0	0	2
8	12:45-13:00	0	0	130	0	0	29	0	0	4

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2(11.00-13.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Barat

Lebar Lajur : 3,5 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	11:00-11:15	84	64	0	36	10	0	11	5	0
2	11:15-11:30	86	58	0	32	12	0	16	1	0
3	11:30-11:45	96	63	0	50	31	0	6	0	0
4	11:45-12:00	86	52	0	58	27	0	6	1	0
5	12:00-12:15	87	40	0	60	23	0	0	3	0
6	12:15-12:30	61	42	0	53	21	0	7	1	0
7	12:30-12:45	74	50	0	48	24	0	5	2	0
8	12:45-13:00	73	49	0	43	20	0	3	1	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3 (16.00-18.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Selatan

Lebar Lajur : 4,0 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	0	0	212	0	0	98	0	0	9
2	16:15-16:30	0	0	231	0	0	100	0	0	8
3	16:30-16:45	0	0	250	0	0	102	0	0	4
4	16:45-17:00	0	0	264	0	0	93	0	0	5
5	17:00-17:15	0	0	314	0	0	89	0	0	7
6	17:15-17:30	0	0	227	0	0	97	0	0	3
7	17:30-17:45	0	0	215	0	0	81	0	0	6
8	17:45-18:00	0	0	207	0	0	75	0	0	1

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3 (16.00-18.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Utara

Lebar Lajur : 5,0 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	0	0	113	0	0	86	0	0	1
2	16:15-16:30	0	0	125	0	0	17	0	0	2
3	16:30-16:45	0	0	111	0	0	34	0	0	3
4	16:45-17:00	0	0	135	0	0	22	0	0	2
5	17:00-17:15	0	0	119	0	0	46	0	0	1
6	17:15-17:30	0	0	127	0	0	38	0	0	3
7	17:30-17:45	0	0	134	0	0	19	0	0	0
8	17:45-18:00	0	0	119	0	0	26	0	0	1

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3 (16.00-18.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Pasar Pakem

Jumlah Lajur : 2

Lengan Simpang : Barat

Lebar Lajur : 3,5 m

Tanggal : 13 Januari 2025

Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	91	102	0	29	31	0	9	0	0
2	16:15-16:30	109	100	0	32	19	0	3	1	0
3	16:30-16:45	159	108	0	39	37	0	0	0	0
4	16:45-17:00	137	68	0	43	35	0	2	1	0
5	17:00-17:15	148	86	0	51	21	0	5	2	0
6	17:15-17:30	167	64	0	41	43	0	1	1	0
7	17:30-17:45	164	54	0	44	30	0	7	0	0
8	17:45-18:00	157	58	0	29	15	0	2	1	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor

MP : Mobil Penumpang

KS : Kendaraan Sedang

LAMPIRAN 2

Lampiran 2 Tabel Data Panjang antrean Hari Minggu

Tabel Data Panjang Antrean Hari Minggu

Simpang Pasar Pakem				
Sesi	Waktu	Lengan Barat	Lengan Selatan	Lengan Utara
		Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)
Pagi	06:00-06:15	7,5	7,5	7,5
	06:15-06:30	5	10	5
	06:30-06:45	2,5	5	2,5
	06:45-07:00	10	10	10
	07:00-07:15	17,5	5	12,5
	07:15-07:30	10	7,5	5
	07:30-07:45	15	20	7,5
	07:45-08:00	20	12,5	2,5
Siang	11:00-11:15	17,5	20	7,5
	11:15-11:30	10	32,5	15
	11:30-11:45	27,5	100	2,5
	11:45-12:00	45	57,5	10
	12:00-12:15	30	37,5	2,5
	12:15-12:30	15	25	7,5
	12:30-12:45	22,5	12,5	5
	12:45-13:00	5	10	10
Sore	16:00-16:15	2,5	10	7,5
	16:15-16:30	10	5	5
	16:30-16:45	15	15	10
	16:45-17:00	7,5	25	12,5
	17:00-17:15	5	20	5
	17:15-17:30	20	5	2,5
	17:30-17:45	10	15	10
	17:45-18:00	12,5	20	15

Lampiran 2 Tabel Data Panjang antrean Hari Senin

Tabel Data Panjang Antrean Hari Senin				
Simpang Pasar Pakem				
Sesi	Waktu	Lengan Barat	Lengan Selatan	Lengan Utara
		Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)
Pagi	06:00-06:15	12,5	7,5	7,5
	06:15-06:30	7,5	20	5
	06:30-06:45	12,5	22,5	10
	06:45-07:00	20	7,5	12,5
	07:00-07:15	15	10	5
	07:15-07:30	12,5	7,5	2,5
	07:30-07:45	20	2,5	10
	07:45-08:00	15,5	5	15
Siang	11:00-11:15	7,5	7,5	2,5
	11:15-11:30	10	2,5	7,5
	11:30-11:45	20	7,5	7,5
	11:45-12:00	12,5	2,5	10
	12:00-12:15	7,5	10	15
	12:15-12:30	15	15	12,5
	12:30-12:45	20	10	17,5
	12:45-13:00	12,5	2,5	5
Sore	16:00-16:15	20	10	7,5
	16:15-16:30	15	2,5	5
	16:30-16:45	17,5	10	2,5
	16:45-17:00	10	2,5	10
	17:00-17:15	12,5	7,5	12,5
	17:15-17:30	7,5	5	5
	17:30-17:45	5	7,5	7,5
	17:45-18:00	10	12,5	2,5

LAMPIRAN 3

FORMULIR SURVEI TUNDAAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

Simpang Pasar Pakem				
Sesi	Waktu	Lengan Barat	Lengan Selatan	Lengan Utara
		Tundaan (detik)	Tundaan (detik)	Tundaan (detik)
Pagi	06:00-06:15	8	13	15
	06:15-06:30	7	20	7
	06:30-06:45	16	12	15
	06:45-07:00	12	20	16
	07:00-07:15	19	18	20
	07:15-07:30	10	10	17
	07:30-07:45	15	13	11
	07:45-08:00	13	17	13
Siang	11:00-11:15	10	14	8
	11:15-11:30	6	19	2
	11:30-11:45	9	11	2
	11:45-12:00	4	12	5
	12:00-12:15	11	15	7
	12:15-12:30	13	23	9
	12:30-12:45	23	16	6
	12:45-13:00	18	18	4
Sore	16:00-16:15	4	16	5
	16:15-16:30	11	17	11
	16:30-16:45	8	11	7
	16:45-17:00	16	23	9
	17:00-17:15	6	19	5
	17:15-17:30	16	14	11
	17:30-17:45	8	17	14
	17:45-18:00	11	12	6

FORMULIR SURVEI TUNDAAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

Simpang Pasar Pakem				
Sesi	Waktu	Lengan Barat	Lengan Selatan	Lengan Utara
		Tundaan (detik)	Tundaan (detik)	Tundaan (detik)
Pagi	06:00-06:15	18	8	11
	06:15-06:30	11	2	17
	06:30-06:45	6	2	15
	06:45-07:00	8	15	13
	07:00-07:15	13	19	12
	07:15-07:30	17	5	7
	07:30-07:45	12	7	6
	07:45-08:00	15	9	8
Siang	11:00-11:15	17	18	2
	11:15-11:30	22	23	1
	11:30-11:45	11	17	3
	11:45-12:00	12	33	2
	12:00-12:15	15	14	1
	12:15-12:30	8	28	1
	12:30-12:45	10	24	2
	12:45-13:00	11	29	1
Sore	16:00-16:15	8	20	10
	16:15-16:30	5	25	11
	16:30-16:45	10	10	13
	16:45-17:00	20	12	15
	17:00-17:15	12	20	16
	17:15-17:30	17	22	18
	17:30-17:45	6	15	12
	17:45-18:00	9	23	8

LAMPIRAN 4

Lampiran 4 Data *Driving Behavior*FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOR* MINGGU

No	Lengan	Bergerak		Lengan	Bergerak		Lengan	Bergerak	
		Kendaraan Bermotor			Kendaraan Bermotor			Kendaraan Bermotor	
		Depan Belakang (m)	Bersampingan (m)		Depan Belakang (m)	Bersampingan (m)		Depan Belakang (m)	Bersampingan (m)
1	Barat	0,3	0,5	Selatan	0,4	0,8	Utara	0,7	0,9
2		0,2	0,7		0,2	0,9		0,9	0,8
3		0,4	0,9		0,7	0,5		0,8	0,5
4		0,2	0,8		0,8	0,6		0,9	0,6
5		0,7	0,7		0,5	0,8		1	1
6		0,5	1		0,3	0,5		0,7	0,5
7		0,6	0,8		0,2	0,6		0,8	0,8
8		0,8	1,2		0,4	0,6		1	0,6
9		0,3	0,4		0,6	0,9		0,9	0,7
10		0,5	0,6		0,7	1		0,7	0,9
11		0,8	0,9		0,2	0,5		0,8	0,9
12		0,4	1,2		0,3	0,6		0,6	0,6
13		0,3	1,1		0,4	0,5		0,7	1
14		0,4	0,7		0,6	0,5		0,8	0,7
15		0,6	0,3		0,8	0,6		0,7	0,8
16		0,7	0,6		0,6	0,7		0,9	0,6
17		0,3	0,6		0,7	0,6		0,8	0,6
18		0,5	0,4		0,6	0,7		0,8	0,8
19		0,5	0,7		0,5	0,7		0,7	0,7
20		0,4	0,5		0,7	0,8		0,6	0,6

LAMPIRAN 5

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 06.00-08.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	5,20	3,85	13,85	4,15	4,82	17,35
2		4,17	4,80	17,27	3,64	5,49	19,78
3		3,24	6,17	22,22	6,75	2,96	10,67
4		4,21	4,75	17,10	7,65	2,61	9,41
5		2,12	9,43	33,96	2,18	9,17	33,03
6		3,64	5,49	19,78	3,49	5,73	20,63
7		4,98	4,02	14,46	5,17	3,87	13,93
8		5,00	4,00	14,40	5,98	3,34	12,04
9		3,45	5,80	20,87	5,54	3,61	13,00
10		4,15	4,82	17,35	3,47	5,76	20,75
11		5,89	3,40	12,22			
12		3,46	5,78	20,81			
13		3,78	5,29	19,05			
14		6,25	3,20	11,52			
15		4,21	4,75	17,10			
16		3,21	6,23	22,43			
17		5,27	3,80	13,66			
18		5,18	3,86	13,90			
19		4,29	4,66	16,78			
20		4,67	4,28	15,42			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 11.00-13.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	3,00	6,67	24,00	6,82	2,93	10,56
2		2,17	9,22	33,18	5,78	3,46	12,46
3		5,89	3,40	12,22	3,65	5,47	19,70
4		4,56	4,39	15,79	2,19	9,13	32,88
5		2,89	6,92	24,91	5,24	3,82	13,74
6		3,75	5,33	19,20	5,68	3,52	12,68
7		5,24	3,82	13,74	3,79	5,28	19,00
8		6,25	3,20	11,52	5,19	3,85	13,87
9		5,44	3,68	13,24	5,27	3,80	13,66
10		5,89	3,40	12,22	5,39	3,71	13,35
11		2,85	7,02	25,26			
12		3,19	6,27	22,57			
13		5,27	3,80	13,66			
14		4,65	4,30	15,48			
15		4,18	4,78	17,22			
16		2,48	8,06	29,03			
17		5,79	3,45	12,44			
18		2,65	7,55	27,17			
19		5,90	3,39	12,20			
20		5,77	3,47	12,48			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 16.00-18.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	2,65	7,55	27,17	5,89	3,40	12,22
2		3,68	5,43	19,57	6,78	2,95	10,62
3		3,80	5,26	18,95	9,68	2,07	7,44
4		2,44	8,20	29,51	8,55	2,34	8,42
5		3,99	5,01	18,05	5,18	3,86	13,90
6		6,57	3,04	10,96	3,48	5,75	20,69
7		3,54	5,65	20,34	2,65	7,55	27,17
8		2,85	7,02	25,26	7,56	2,65	9,52
9		2,18	9,17	33,03	3,00	6,67	24,00
10		3,81	5,25	18,90	5,24	3,82	13,74
11		5,84	3,42	12,33			
12		6,84	2,92	10,53			
13		7,65	2,61	9,41			
14		3,58	5,59	20,11			
15		2,68	7,46	26,87			
16		3,80	5,26	18,95			
17		6,50	3,08	11,08			
18		4,90	4,08	14,69			
19		7,98	2,51	9,02			
20		6,50	3,08	11,08			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 06.00-08.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Selatan	3,85	5,19	18,70	2,15	9,30	33,49
2		3,23	6,19	22,29	3,44	5,81	20,93
3		2,78	7,19	25,90	3,50	5,71	20,57
4		2,54	7,87	28,35	2,99	6,69	24,08
5		5,48	3,65	13,14	3,57	5,60	20,17
6		3,54	5,65	20,34	2,51	7,97	28,69
7		2,58	7,75	27,91	3,68	5,43	19,57
8		3,15	6,35	22,86	2,35	8,51	30,64
9		2,65	7,55	27,17	3,49	5,73	20,63
10		2,11	9,48	34,12	2,59	7,72	27,80
11		2,47	8,10	29,15			
12		3,54	5,65	20,34			
13		2,95	6,78	24,41			
14		4,69	4,26	15,35			
15		2,25	8,89	32,00			
16		4,47	4,47	16,11			
17		3,54	5,65	20,34			
18		3,85	5,19	18,70			
19		2,47	8,10	29,15			
20		2,15	9,29	33,44			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 11.00-13.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Selatan	2,54	7,87	28,35	3,65	5,48	19,73
2		2,68	7,46	26,87	5,68	3,52	12,68
3		2,35	8,51	30,64	2,65	7,55	27,17
4		2,89	6,92	24,91	2,49	8,03	28,92
5		2,75	7,27	26,18	2,69	7,43	26,77
6		2,48	8,06	29,03	3,54	5,65	20,34
7		3,25	6,15	22,15	3,75	5,33	19,20
8		2,56	7,81	28,13	3,19	6,27	22,57
9		3,45	5,80	20,87	2,67	7,49	26,97
10		3,15	6,35	22,86	3,58	5,59	20,11
11		2,66	7,52	27,07			
12		2,13	9,39	33,80			
13		2,17	9,22	33,18			
14		2,59	7,72	27,80			
15		3,26	6,13	22,09			
16		5,49	3,64	13,11			
17		5,64	3,55	12,77			
18		2,00	10,00	36,00			
19		3,29	6,08	21,88			
20		5,26	3,80	13,69			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 16.00-18.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Selatan	1,66	12,05	43,37	6,15	3,25	11,71
2		2,44	8,20	29,51	4,48	4,46	16,07
3		3,19	6,27	22,57	5,11	3,91	14,09
4		5,64	3,55	12,77	3,99	5,01	18,05
5		2,51	7,97	28,69	5,64	3,55	12,77
6		2,15	9,30	33,49	3,24	6,17	22,22
7		2,65	7,55	27,17	4,21	4,75	17,10
8		3,49	5,73	20,63	8,46	2,36	8,51
9		2,56	7,81	28,13	7,68	2,60	9,38
10		2,97	6,73	24,24	2,48	8,06	29,03
11		3,49	5,73	20,63			
12		2,57	7,79	28,05			
13		2,79	7,17	25,81			
14		5,16	3,88	13,95			
15		2,99	6,69	24,08			
16		3,14	6,37	22,93			
17		2,16	9,26	33,33			
18		2,13	9,39	33,80			
19		2,31	8,66	31,17			
20		3,69	5,42	19,51			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 06.00-08.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Utara	2,11	9,48	34,12	2,99	6,70	24,12
2		3,21	6,23	22,43	3,24	6,17	22,22
3		3,25	6,15	22,15	2,18	9,17	33,03
4		2,65	7,55	27,17	3,18	6,29	22,64
5		1,84	10,87	39,13	2,95	6,78	24,41
6		2,98	6,71	24,16	3,28	6,10	21,95
7		3,48	5,75	20,69	2,15	9,30	33,49
8		2,98	6,71	24,16	4,52	4,42	15,93
9		2,94	6,80	24,49	5,21	3,84	13,82
10		2,88	6,94	25,00	2,95	6,78	24,41
11		2,49	8,03	28,92			
12		2,65	7,55	27,17			
13		2,31	8,66	31,17			
14		2,19	9,13	32,88			
15		2,91	6,87	24,74			
16		2,64	7,58	27,27			
17		2,18	9,17	33,03			
18		2,35	8,51	30,64			
19		3,16	6,33	22,78			
20		2,17	9,22	33,18			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 11.00-13.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Utara	1,52	13,16	47,37	3,24	6,17	22,22
2		1,95	10,26	36,92	5,21	3,84	13,82
3		2,25	8,89	32,00	5,48	3,65	13,14
4		3,25	6,15	22,15	5,95	3,36	12,10
5		4,25	4,71	16,94	3,25	6,15	22,15
6		3,25	6,15	22,15	2,18	9,17	33,03
7		3,29	6,08	21,88	1,57	12,74	45,86
8		2,58	7,75	27,91	2,65	7,55	27,17
9		2,78	7,19	25,90	3,22	6,21	22,36
10		3,18	6,29	22,64	1,54	12,99	46,75
11		2,45	8,16	29,39			
12		3,24	6,17	22,22			
13		2,58	7,75	27,91			
14		3,45	5,80	20,87			
15		3,18	6,29	22,64			
16		2,91	6,87	24,74			
17		1,72	11,63	41,86			
18		2,61	7,66	27,59			
19		3,41	5,87	21,11			
20		2,77	7,22	25,99			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 12 Januari 2025

Waktu : 16.00-18.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Utara	1,54	12,99	46,75	2,18	9,17	33,03
2		2,35	8,51	30,64	2,69	7,43	26,77
3		2,65	7,55	27,17	3,21	6,23	22,43
4		2,49	8,03	28,92	1,99	10,05	36,18
5		2,65	7,55	27,17	2,14	9,35	33,64
6		2,55	7,84	28,24	2,54	7,87	28,35
7		2,18	9,17	33,03	2,16	9,26	33,33
8		3,17	6,31	22,71	3,57	5,60	20,17
9		1,58	12,66	45,57	2,85	7,02	25,26
10		2,95	6,78	24,41	2,67	7,49	26,97
11		2,64	7,58	27,27			
12		3,18	6,29	22,64			
13		2,48	8,06	29,03			
14		2,64	7,58	27,27			
15		3,74	5,35	19,25			
16		2,18	9,17	33,03			
17		1,96	10,20	36,73			
18		2,58	7,75	27,91			
19		3,48	5,75	20,69			
20		2,54	7,87	28,35			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 06.00-08.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	2,33	8,58	30,90	3,22	6,21	22,36
2		3,03	6,60	23,76	3,12	6,41	23,08
3		2,6	7,69	27,69	5,65	3,54	12,74
4		2,36	8,47	30,51	3,34	5,99	21,56
5		3,11	6,43	23,15	5,65	3,54	12,74
6		2,91	6,87	24,74	4,23	4,73	17,02
7		3,29	6,08	21,88	2,11	9,48	34,12
8		2,58	7,75	27,91	2,99	6,69	24,08
9		2,57	7,78	28,02	3,21	6,23	22,43
10		3,16	6,33	22,78	5,66	3,53	12,72
11		2,67	7,49	26,97			
12		2,24	8,93	32,14			
13		2,06	9,71	34,95			
14		3,16	6,33	22,78			
15		2,85	7,02	25,26			
16		2,67	7,49	26,97			
17		3,25	6,15	22,15			
18		2,63	7,60	27,38			
19		2,91	6,87	24,74			
20		2,42	8,26	29,75			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 11.00-13.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	3,15	6,35	22,86	5,20	3,85	13,85
2		2,19	9,13	32,88	6,20	3,23	11,61
3		2,50	8,00	28,80	3,18	6,29	22,64
4		2,64	7,58	27,27	2,54	7,87	28,35
5		3,25	6,15	22,15	3,65	5,48	19,73
6		2,64	7,58	27,27	6,00	3,33	12,00
7		3,15	6,35	22,86	4,51	4,43	15,96
8		2,84	7,04	25,35	3,48	5,75	20,69
9		5,64	3,55	12,77	2,21	9,05	32,58
10		3,25	6,15	22,15	3,54	5,65	20,34
11		3,42	5,85	21,05			
12		2,19	9,13	32,88			
13		3,48	5,75	20,69			
14		2,48	8,06	29,03			
15		2,11	9,48	34,12			
16		2,48	8,06	29,03			
17		3,47	5,76	20,75			
18		2,14	9,35	33,64			
19		3,48	5,75	20,69			
20		3,17	6,31	22,71			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 16.00-18.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	2,42	8,26	29,75	2,66	7,52	27,07
2		2,58	7,75	27,91	4,14	4,83	17,39
3		2,66	7,52	27,07	3,16	6,33	22,78
4		4,54	4,41	15,86	3,42	5,85	21,05
5		2,84	7,04	25,35	2,84	7,04	25,35
6		7,21	2,77	9,99	2,98	6,71	24,16
7		7,86	2,54	9,16	2,99	6,69	24,08
8		7,03	2,84	10,24	2,86	6,99	25,17
9		3,64	5,49	19,78	3,43	5,83	20,99
10		4,64	4,31	15,52	2,25	8,89	32,00
11		1,93	10,36	37,31			
12		3,04	6,58	23,68			
13		3,98	5,03	18,09			
14		2,72	7,35	26,47			
15		2,72	7,35	26,47			
16		2,77	7,22	25,99			
17		2,59	7,72	27,80			
18		2,07	9,66	34,78			
19		3,24	6,17	22,22			
20		2,92	6,85	24,66			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 06.00-08.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Selatan	3,48	5,75	20,69	3,56	5,62	20,22
2		5,24	3,82	13,74	2,45	8,16	29,39
3		5,24	3,82	13,74	2,61	7,66	27,59
4		3,26	6,13	22,09	3,15	6,35	22,86
5		3,15	6,35	22,86	2,65	7,55	27,17
6		1,26	15,87	57,14	2,46	8,13	29,27
7		3,15	6,35	22,86	3,21	6,23	22,43
8		1,64	12,20	43,90	2,15	9,30	33,49
9		3,25	6,15	22,15	3,99	5,01	18,05
10		2,88	6,94	25,00	2,47	8,10	29,15
11		4,79	4,18	15,03			
12		2,64	7,58	27,27			
13		3,51	5,70	20,51			
14		2,19	9,13	32,88			
15		3,15	6,35	22,86			
16		2,14	9,35	33,64			
17		3,19	6,27	22,57			
18		3,55	5,63	20,28			
19		2,79	7,17	25,81			
20		3,45	5,80	20,87			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 11.00-13.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Selatan	2,19	9,13	32,88	2,65	7,55	27,17
2		3,45	5,80	20,87	4,84	4,13	14,88
3		3,16	6,33	22,78	5,24	3,82	13,74
4		2,48	8,06	29,03	2,54	7,87	28,35
5		2,73	7,33	26,37	3,87	5,17	18,60
6		2,37	8,44	30,38	2,62	7,63	27,48
7		5,25	3,81	13,71	2,59	7,72	27,80
8		2,64	7,58	27,27	2,47	8,10	29,15
9		1,65	12,12	43,64	2,14	9,35	33,64
10		2,48	8,06	29,03	3,54	5,65	20,34
11		2,17	9,22	33,18			
12		2,54	7,87	28,35			
13		3,18	6,29	22,64			
14		2,55	7,84	28,24			
15		2,19	9,13	32,88			
16		3,54	5,65	20,34			
17		2,47	8,10	29,15			
18		2,68	7,46	26,87			
19		2,59	7,72	27,80			
20		1,69	11,83	42,60			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 16.00-18.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Selatan	2,95	6,78	24,41	2,17	9,22	33,18
2		2,65	7,55	27,17	5,63	3,55	12,79
3		2,47	8,10	29,15	3,25	6,15	22,15
4		2,15	9,30	33,49	2,95	6,78	24,41
5		2,34	8,55	30,77	2,47	8,10	29,15
6		2,91	6,87	24,74	2,58	7,75	27,91
7		2,14	9,35	33,64	2,85	7,02	25,26
8		2,71	7,38	26,57	3,45	5,80	20,87
9		3,64	5,49	19,78	2,51	7,97	28,69
10		2,84	7,04	25,35	2,47	8,10	29,15
11		2,91	6,87	24,74			
12		3,54	5,65	20,34			
13		2,16	9,26	33,33			
14		2,94	6,80	24,49			
15		3,95	5,06	18,23			
16		3,40	5,88	21,18			
17		3,84	5,21	18,75			
18		2,26	8,85	31,86			
19		2,18	9,17	33,03			
20		3,99	5,01	18,05			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 06.00-08.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Utara	3,15	6,35	22,86	2,65	7,55	27,17
2		2,64	7,58	27,27	2,31	8,66	31,17
3		3,54	5,65	20,34	2,41	8,30	29,88
4		3,19	6,27	22,57	2,65	7,55	27,17
5		2,54	7,87	28,35	2,33	8,58	30,90
6		2,65	7,55	27,17	2,15	9,30	33,49
7		3,57	5,60	20,17	3,25	6,15	22,15
8		2,85	7,02	25,26	2,58	7,75	27,91
9		3,41	5,87	21,11	2,47	8,10	29,15
10		2,66	7,52	27,07	2,85	7,02	25,26
11		3,51	5,70	20,51			
12		3,25	6,15	22,15			
13		3,48	5,75	20,69			
14		2,64	7,58	27,27			
15		2,89	6,92	24,91			
16		2,54	7,87	28,35			
17		2,14	9,35	33,64			
18		2,35	8,51	30,64			
19		2,11	9,48	34,12			
20		1,99	10,05	36,18			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 11.00-13.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Utara	2,11	9,48	34,12	3,52	5,68	20,45
2		2,54	7,87	28,35	3,64	5,49	19,78
3		2,35	8,51	30,64	3,97	5,04	18,14
4		2,65	7,55	27,17	3,58	5,59	20,11
5		2,57	7,78	28,02	3,15	6,35	22,86
6		2,88	6,94	25,00	2,64	7,58	27,27
7		2,94	6,80	24,49	2,67	7,49	26,97
8		2,32	8,62	31,03	3,58	5,59	20,11
9		3,55	5,63	20,28	2,64	7,58	27,27
10		2,64	7,58	27,27	3,64	5,49	19,78
11		2,18	9,17	33,03			
12		2,54	7,87	28,35			
13		3,24	6,17	22,22			
14		2,35	8,51	30,64			
15		3,85	5,19	18,70			
16		3,49	5,73	20,63			
17		2,93	6,83	24,57			
18		2,64	7,58	27,27			
19		2,66	7,52	27,07			
20		3,54	5,65	20,34			

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 13 Januari 2025

Waktu : 16.00-18.00

Lokasi : Simpang Pasar Pakem

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
		(detik)	(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Utara	2,18	9,17	33,03	2,51	7,97	28,69
2		2,65	7,55	27,17	3,65	5,48	19,73
3		2,64	7,58	27,27	2,94	6,80	24,49
4		2,31	8,66	31,17	3,54	5,65	20,34
5		2,67	7,49	26,97	2,51	7,97	28,69
6		2,91	6,87	24,74	2,38	8,40	30,25
7		2,34	8,55	30,77	3,58	5,59	20,11
8		3,65	5,48	19,73	2,84	7,04	25,35
9		2,57	7,78	28,02	2,66	7,52	27,07
10		2,54	7,87	28,35	3,54	5,65	20,34
11		3,22	6,21	22,36			
12		2,18	9,17	33,03			
13		2,97	6,73	24,24			
14		3,64	5,49	19,78			
15		2,20	9,09	32,73			
16		2,68	7,46	26,87			
17		2,64	7,58	27,27			
18		2,34	8,55	30,77			
19		3,58	5,59	20,11			
20		3,91	5,12	18,41			

LAMPIRAN 6

Lampiran 6 Gambar Dokumentasi Survei



Gambar L-6.1 Survei Geometri Jalan



Gambar L-6.2 Kondisi Simpang



Gambar L-6.3 dan 6.4 Surveyor Survei