TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG 4 APILL SELOKAN MATARAM JALAN MAGELANG - YOGYAKARTA KM 5 DENGAN METODE VISSIM DAN PKJI 2023

(PERFORMANCE EVALUATION OF THE APILL MIXATION SIMPANG 4 SELOKAN MATARAM JALAN MAGELANG - YOGYAKARTA KM 5 USING VISSIM AND PKJI METHODS 2023)

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

Ayu Murti Noor Pratiwi
20511023

PROGRAM SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2025

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG 4 APILL SELOKAN MATARAM JALAM MAGELANG – YOGYAKARTA KM 5 DENGAN METODE VISSIM DAN PKJI 2023

(PERFORMANCE EVALUATION OF THE APILL MIXATION SIMPANG 4 SELOKAN MATARAM JALAN MAGELANG – YOGYAKARTA KM 5 USING VISSIM AND PKJI METHODS 2023)

Disusun Oleh

Ayu Murti Noor Pratiwi
20511023

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

Diuji pada tanggal 22 September 2025

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
uziah, S.T., M.T., Ph.D.	Ir. Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.	Dr. Eng. Faizul Chasanah. S.T., M.Sc
1013	NIP :215111307	NIP : 145110101

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

25/9 2025

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM.
NIP : 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan ini sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan 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 laporan 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, 22 September 2025

Yang membuat pernyataan,



Ayu Murti Noor Pratiwi

(20511023)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk Ibu Murtini, Alm. Bp. Maryono, Mas Adi, dan Mba Ambar keluarga saya tercinta. Semua ini karena doa, kekuatan, serta dukungan yang diberikan sehingga penulis bisa melangkah sejauh ini.

وَلَقَدْ ءَاتَيْنَا لُقْمَٰنَ ٱلْحِكْمَةَ أَنِ ٱشْكُرْ لِلَّهِ ۚ وَمَن يَشْكُرْ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِۦ ۖ وَمَن كَفَرَ فَإِنَّ ٱللَّهَ غَنِىٌّ حَمِيدٌ ﴿١٢﴾

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Ta'ala yang telah melimpahkan segenap rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Evaluasi Kinerja Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta Km 5 dengan Metode VISSIM dan PKJI 2023*. Penyusunan Tugas Akhir ini, diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari pihak lain baik dari segi dukungan, bimbingan, arahan, serta saran dan kritik demi terselesaikannya laporan ini dengan hasil yang baik. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberi bimbingan dan dukungan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Eng. Faizul Chasanah, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji sidang tugas akhir penulis.
3. Bapak Ir. Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T., selaku dosen penguji sidang tugas akhir penulis.
4. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Saudara Rizka Ariyanto, S.Kom. selaku laboran Laboratorium Rekayasa Transportasi yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.
6. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan survei.

7. Bapak Alm. Maryono dan Ibu Murtini yang selalu mendoakan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terima kasih tiada akhir atas semua doa, dukungan, dan ketulusan dalam membesarkan dan mendidik penulis hingga penulis menjadi seperti sekarang ini.
8. Mas Adi dan Mb Ambar, yang selalu memberikan dukungan dan arahan kepada penulis.
9. Muhammad Faizal Wahabi Akbar, yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis sehingga penulis bersemangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, September 2025

Ayu Murti Noor Pratiwi
20511023

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN **Error! Bookmark not defined.**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI i

LEMBAR PERSEMBAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xv

ABSTRAK xvii

ABSTRACT xviii

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 Batas Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal 5

2.2 Permodelan Simpang dengan software VISSIM 7

2.3 Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 8

2.4 Hubungan Penelitian dengan Penelitian-Penelitian Sebelumnya 10

BAB III LANDASAN TEORI 15

3.1 Persimpangan Jalan 15

3.1.1 Jenis Persimpangan 16

3.1.2 Tipe Persimpangan 19

3.2 Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 21

3.2.1 Kapasitas Jalan 21
3.2.2 Kondisi Simpang 21
3.3 Simpang APILL 24
3.3.1 Kapasitas Simpang APILL 24
3.3.2 Tipe Pendekat 25
3.3.3 Lebar Pendekat Efektif 25
3.3.4 Arus Jenuh 26
3.3.5 Rasio Arus 32
3.3.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau 32
3.3.7 Derajat Kejenuhan 34
3.3.8 Panjang Antrean 34
3.3.9 Rasio Kendaraan Henti 36
3.3.10 Tundaan 37
3.4 Tingkat Pelayanan Persimpangan (*Level Of Service*) 38
3.5 Permodelan PTV VISSIM 39
BAB IV METODE PENELITIAN 41
4.1 Tinjauan Umum 41
4.2 Jenis Penelitian 41
4.3 Lokasi Penelitian 42
4.4 Metode Pengumpulan Data 42
4.4.1 Data Penelitian 42
4.4.2 Peralatan Penelitian 44
4.4.3 Waktu Pelaksanaan Penelitian 44
4.5 Metode Pengolahan Data 45
4.6 Analisis Data 47
4.7 Bagan Alir Penelitian 48
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 50
5.1 Data Hasil Survei 50
5.1.1 Data Geometri Simpang 50
5.1.2 Data Volume Lalu Lintas (*Eksisting*) 51
5.1.3 Data Panjang Antrean 53

5.1.4 Data Kecepatan Kendaraan 53
5.1.5 Data *Driving Behaviour* 54
5.1.6 Data Persinyalan Lalu Lintas 55
5.2 Data Sekunder 56
5.3 Analisis Simpang Eksisting Berdasarkan PKJI 2023 56
5.3.1 Perhitungan Volume Lalu Lintas 56
5.3.2 Jumlah Arus Kendaraan 60
5.3.3 Data Lebar Efektif Lengan 61
5.3.4 Perhitungan Arus Jenuh 61
5.3.5 Penentuan Faktor Koreksi 62
5.3.6 Perhitungan Nilai Arus Jenuh 65
5.3.7 Waktu Siklus Eksisting 66
5.3.8 Waktu Hijau 66
5.3.9 Perhitungan Kapasitas 66
5.3.10 Perhitungan Derajat Kejenuhan 67
5.3.11 Perhitungan Panjang Antrean 68
5.3.12 Perhitungan Rasio Kendaraan Terhenti 71
5.3.13 Tundaan 73
5.3.14 Penentuan Tingkat Pelayanan 75
5.4 Pemodelan VISSIM Eksisting 76
5.4.1 Hasil Pemodelan Sebelum Kalibrasi (Default) 76
5.4.2 Hasil Pemodelan Setelah Dilakukan Kalibrasi 78
5.4.3 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Dilakukannya Kalibrasi 81
5.5 Perbandingan Analisis Eksisting PKJI 2023 dengan PTV VISSIM 82
5.6 Skema Alternatif Solusi 83
5.6.1 Alternatif Solusi 1 83
5.6.2 Alternatif Solusi 2 85
5.6.3 Alternatif Solusi 3 87
5.7 Pembahasan Kinerja Simpang 4 APILL Selokan Mataram 90
5.7.1 Perbandingan Antar Nilai Derajat Kejenuhan 90
5.7.2 Perbandingan Antar Nilai Panjang Antrean 92

5.7.3 Perbandingan Nilai Tundaan 93
5.7.4 Perbandingan Kinerja Simpang 95
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 97
6.1 Kesimpulan 97
6.2 Saran 97
DAFTAR PUSTAKA 99
LAMPIRAN 102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Dengan Topik Yang Sama 11
Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian tentang PTV VISSIM 13
Tabel 3.1 Kode Tipe Simpang 20
Tabel 3.2 Klasifikasi Kendaraan 22
Tabel 3.3 Tipe Pendekat 25
Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping 28
Tabel 3.5 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK) 29
Tabel 3.6 Waktu Siklus yang Layak 34
Tabel 3.7 Tingkat Pelayanan pada Persimpangan 38
Tabel 3.8 Ketentuan Nilai Error Rumus Statistik GEH 40
Tabel 3.9 Kesimpulan dari Hasil Perhitungan MAPE 40
Tabel 3.10 Data Waktu Hijau Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang -Yogyakarta KM 5 68
Tabel 3.11 Rekapitulasi Kinerja Eksisting Simpang Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 77
Tabel 3.12 Nilai Perubahan *Driving Behaviour* Setelah Kalibrasi 78
Tabel 3.13 Perbandingan VISSIM Sebelum dan Sesudah Kalibrasi 81
Tabel 5.1 Data Geometri Simpang 4 APILL Selokan Mataram 50
Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Volume Lalu Lintas Simpang 4 Selokan Mataram 52
Tabel 5.3 Data Panjang Antrean 53
Tabel 5.4 Rekapitulasi Data Rata-rata Kecepatan Kendaraan 54
Tabel 5.5 Data *Driving Behaviour* 54
Tabel 5.6 Data Sinyal Simpang 4 Selokan Mataram 55
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang 4 Selokan Mataram 58
Tabel 5.8 Perbandingan Hasil Antara PKJI 2023 dan PTV VISSIM 83
Tabel 5.9 Rekapitulasi Hasil Vissim Alternatif Solusi 1 84
Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Perhitungan PKJI Alternatif Solusi 1 84
Tabel5.11 Rekapitulasi Hasil Perhitungan PKJI Pelebaran 85

Tabel 5.12 Rekapitulasi Fase APILL Alternatif Solusi 2 Sebelum dan Sesudah 86
Tabel 5.13 Rekapitulasi Hasil VISSIM Alternatif Solusi 2 86
Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil PKJI Alternatif Solusi 2 86
Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil dari Alternatif Solusi 2 87
Tabel 5.16 Rekapitulasi Fase APILL Alternatif Solusi 3 Sebelum dan Sesudah 88
Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil VISSIM Alternatif Solusi 3 88
Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil PKJI Alternatif Solusi 3 89
Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil dari dilakukan Alternatif Solusi 3 89
Tabel 5.20 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan 90
Tabel 5.21 Persentase Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 5.22 Perbandingan Panjang Antrean 93
Tabel 5.23 Persentase Perbandingan Panjang Antrean**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 5.24 Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 94
Tabel 5.25 Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 94
Tabel 5.26 Perbandingan Kinerja Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi Lalu Lintas Simpang 4 Selokan Mataram 2
Gambar 3.1 Titik Konflik Simpang 4 16
Gambar 3.2 Grafik BSH Pemilihan Jenis Simpang 16
Gambar 3.3 Jenis Persimpangan Sebidang 17
Gambar 3.4 Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang 18
Gambar 3.5 Jenis Manuver Kendaraan pada Simpang 18
Gambar 3.6 Tipikal Kendaraan Sepeda Motor 23
Gambar 3.7 Tipikal Kendaraan Mobil Penumpang 23
Gambar 3.8 Tipikal Kendaraan Sedang 23
Gambar 3.9 Lebar Pendekat Dengan dan Tanpa pulau Lalu Lintas 26
Gambar 3.10 Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (tipe P) 27
Gambar 3.11 Arus Jenuh Dasar (J0) untuk Pendekat Tak Terlindung (tipe O) 28
Gambar 3.12 Faktor Penyesuaian Kelandaian 30
Gambar 3.13 Faktor Penyesuaian Parkir 30
Gambar 3.14 Faktor Penyesuaian Belok Kanan 31
Gambar 3.15 Faktor Penyesuaian Belok Kiri 32
Gambar 3.16 Penentuan Jumlah Antrean Rata-rata 36
Gambar 3.17 Penentuan Rasio Kendaraan Henti 37
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian 42
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian 49
Gambar 5.1 Denah Geometri Simpang 4 APILL Selokan Mataram KM 5 51
Gambar 5.2 Distribusi Kendaraan Simpang 4 APILL Selokan Mataram 52
Gambar 5.3 Diagram Fase Pagi, Siang dan Sore Simpang 4 Selokan Mataram 55
Gambar 5.4 Arah Fase Simpang 4 Selokan Mataram 56
Gambar 5. 5 Grafik Volume Simpang 4 Selokan Mataram Sesi Pagi (smp/jam) 59
Gambar 5.6 Grafik Volume Simpang 4 Selokan Mataram Sesi Siang (smp/jam) 60

Gambar 5.7 Grafik Volume Simpang 4 Selokan Mataram Sesi Sore (smp/jam) 60
Gambar 5.8 Pemodelan VISSIM Kondisi Eksisting Sebelum Kalibrasi 82
Gambar 5.9 Pemodelan VISSIM Kondisi Eksisting Setelah Kalibrasi 82
Gambar 5.10 Penambahan Lebar Lajur pada Lengan Timur 84
Gambar 5.11 Diagram Fase Alternatif Solusi 2 85
Gambar 5.12 Skema Fase Terlawan Alternatif Solusi 2 85
Gambar 5.13 Penambahan Lebar Lajur pada Lengan Timur 87
Gambar 5.14 Diagram Fase Alternatif Solusi 3 88
Gambar 5.15 Skema Fase Terlawan Alternatif Solusi 3 88
Gambar 5.16 Diagram Perbandingan Antar Nilai Derajat Kejenuhan 91
Gambar 5.17 Diagram Perbandingan Panjang Antrean 92
Gambar 5.18 Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas 103

Lampiran 2 Tabel Data Panjang Antrean 127

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan 129

Lampiran 4 Data *Driving Behaviour* 137

Lampiran 5 Gambar Dokumentasi Survei 145

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

APILL = Alat pemberi isyarat lalu lintas
AH = Angka henti
BKIJT = Belok kiri jalan terus
C = Kapasitas
C0 = Kapasitas dasar
DJ = Derajat kejenuhan
EMP = Ekuivalensi mobil penumpang
FBKA = Faktor koreksi belok kanan
FBKI = Faktor koreksi belok kiri
FHS = Faktor hambatan samping
FLP = Faktor koreksi lebar pendekat rata-rata
FM = Faktor koreksi tipe median pada jalan mayor
FRmi = Faktor koreksi rasio arus jalan minor
FRSU = Faktor koreksi tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan rasio kendaraan tidak bermotor
FUK = Faktor ukuran kota
FP = Faktor Parkir
FG = Faktor kelandaian
GEH = Geoffery E. Havers (Validasi dengan persamaan GEH)
J = Arus jenuh
J0 = Arus jenuh dasar
K = Waktu jenuh
Km = Kilometer
KS = Kendaraan sedang
KTB = Kendaraan tak bermotor
Le = Lebar efektif pendekat

LOS	= Level of service
M	= Meter
MP	= Mobil penumpang
NKH	= Jumlah rata-rata kendaraan berhenti
NL	= Jumlah lajur dalam arah yang digunakan
Nq	= Jumlah rata-rata antrean kendaraan
Nq1	= Jumlah rata-rata antrean kendaraan yang tersisa dari fase hijau Sebelumnya
Nq2	= Jumlah rata-rata antrean kendaraan yang datang dan terhenti dalam selama fase merah
PA	= Panjang antrean
PKJI 2023	= Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia
PTV-VISSIM	= Planung Transportasi Verkher-Verkher in Stadten Simulations Model
q	= Arus
RKH	= Rasio kendaraan terhenti
Rq/J	= Rasio kejenuhan
s	= Waktu siklus
SM	= Sepeda motor
SMP	= Satuan mobil penumpang
T	= Tundaan
TG	= Tundaan geometri
TLL	= Tundaan lalu lintas
TLLma	= Tundaan lalu lintas jalan mayor
TLLmi	= Tundaan lalu lintas jalan minor
WAH	= Waktu antar hijau
WHH	= Waktu hijau hilang total
WK	= Waktu isyarat kuning
WM	= Waktu isyarat merah
WMS	= Waktu isyarat merah semua

ABSTRAK

Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang–Yogyakarta KM 5 merupakan salah satu titik rawan kemacetan di Yogyakarta karena lokasinya berada di kawasan padat aktivitas seperti universitas, apartemen, pusat kuliner, dan pusat perbelanjaan. Kondisi eksisting sering menimbulkan antrean panjang dan tundaan tinggi akibat konflik arus kendaraan dan keterbatasan kapasitas simpang. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dirumuskan untuk menjawab tiga hal utama: bagaimana kinerja lalu lintas simpang pada kondisi eksisting, bagaimana perbandingan hasil analisis menggunakan PKJI 2023 dan perangkat lunak VISSIM, serta bagaimana alternatif solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas.

Penelitian dilakukan di Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang–Yogyakarta KM 5 dengan pendekatan kuantitatif. Data primer yang dikumpulkan meliputi volume lalu lintas, geometri simpang, panjang antrean, tundaan, kecepatan kendaraan, dan perilaku pengemudi, sedangkan data sekunder berupa jumlah penduduk serta jaringan jalan. Pengumpulan data dilakukan pada hari kerja dan akhir pekan dalam tiga sesi waktu (pagi, siang, sore). Analisis dilakukan menggunakan metode PKJI 2023 untuk mengetahui derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan, kemudian hasilnya dibandingkan dengan pemodelan mikrosimulasi melalui perangkat lunak VISSIM yang telah divalidasi.

Berdasarkan perhitungan PKJI 2023, derajat kejenuhan pada kondisi eksisting tercatat sebesar 0,85. Tundaan simpang eksisting mencapai 121,360 detik/smp, sedangkan hasil simulasi VISSIM menunjukkan tundaan sebesar 57,373 detik/kendaraan. Panjang antrean berdasarkan pemodelan VISSIM tercatat 301,538 m di lengan utara, 429,091 m di lengan timur, 326,154 m di lengan selatan dan 1.270 m di lengan barat. Untuk mengatasi kondisi tersebut, diterapkan alternatif solusi berupa pelebaran lebar lajur 0,5 m pada lengan timur dan penerapan perubahan fase terlawan pada lengan selatan-utara. Hasil penerapan alternatif solusi menunjukkan penurunan pada derajat kejenuhan menjadi 0,76. Panjang antrean di lengan timur juga berkurang menjadi 255,385 m. Tundaan rata-rata simpang berdasarkan VISSIM menurun menjadi 50,607 detik/kendaraan, dengan tingkat pelayanan terbaru berada pada kategori E.

Kata Kunci: PKJI 2023, VISSIM, panjang antrean, tundaan dan tingkat pelayanan.

ABSTRACT

The APILL Selokan Mataram intersection on the Magelang–Yogyakarta road at KM 5 is one of the most congested areas in Yogyakarta due to its location near a densely populated area, including universities, apartments, culinary centers, and shopping malls. The existing situation often results in long queues and significant delays due to traffic conflicts and limited intersection capacity. Based on these issues, this study was formulated to address three main issues: the intersection's traffic performance under existing conditions, how the analysis results using the 2023 PKJI and VISSIM software compare, and what alternative solutions can be implemented to improve traffic flow.

The study was conducted at the Selokan Mataram intersection on the Magelang–Yogyakarta road at KM 5 using a quantitative approach. Primary data collected included traffic volume, intersection geometry, queue lengths, delays, vehicle speeds, and driver behavior. Secondary data included population and road network data. Data collection was conducted on weekdays and weekends in three time periods (morning, afternoon, and evening). The analysis was conducted using the PKJI 2023 method to determine the degree of saturation, queue length, delay, and service level. The results were then compared with microsimulation modeling using the validated VISSIM software.

Based on the PKJI 2023 calculation, the degree of saturation under existing conditions was recorded at 0.85. The existing intersection delay reached 121.360 seconds/pcu, while the VISSIM simulation results showed a delay of 57.373 seconds/vehicle. Queue lengths based on the VISSIM modeling were recorded at 301.538 m on the north arm, 429.091 m on the east arm, 326.154 m on the south arm, and 1,270 m on the west arm. To address these conditions, alternative solutions were implemented, including widening the lane width by 0.5 m on the east arm and implementing a counter-phase change on the south-north arm. The results of implementing these alternative solutions showed a decrease in the degree of saturation to 0.76. Queue lengths on the eastbound lane also decreased to 255.385 m. The average intersection delay, based on VISSIM, decreased to 50.607 seconds per vehicle, with the latest level of service being Category E.

Keywords: *PKJI 2023, VISSIM, queue length, delay, and level of service.*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Yogyakarta adalah salah satu kota besar di Pulau Jawa yang dikenal dengan keanekaragaman tempat wisatanya dan budayanya yang khas. Selain itu, kota ini juga sering dijuluki sebagai “Kota Pendidikan” karena banyaknya universitas dan institusi pendidikan di dalamnya. Jumlah wisatawan, pelajar, dan pendatang yang datang ke Yogyakarta terus meningkat setiap tahunnya, seiring dengan bertambahnya volume kendaraan di jalan-jalan kota ini. Pertumbuhan arus lalu lintas ini memicu berbagai masalah, seperti kemacetan, kecelakaan, hingga pelanggaran lalu lintas. Berdasarkan panduan dari Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), jika volume kendaraan hampir mencapai batas kapasitas jalan dengan nilai Dj > 0,85 atau kepadatan kendaraan melebihi kapasitas, maka kondisi lalu lintas menjadi tidak stabil.

Salah satu titik krusial dalam sistem lalu lintas adalah persimpangan, tempat bertemunya arus kendaraan dari berbagai arah. Persimpangan terbentuk dari pertemuan dua atau lebih ruas jalan dan dibagi menjadi dua jenis, yaitu persimpangan sebidang dan tidak sebidang. Persimpangan sebidang seringkali menimbulkan konflik, apalagi jika tidak dilengkapi dengan pengatur lalu lintas. Tanpa pengaturan yang baik, kendaraan kerap memotong arus atau menyeberang secara sembarangan, yang bisa memicu kecelakaan dan tabrakan.

Salah satu contoh nyata dari dampak peningkatan arus kendaraan adalah kemacetan yang terjadi di Simpang 4 Jalan Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5. Kemacetan di lokasi ini, terutama di Lengan Utara persimpangan, diperparah oleh aturan yang melarang kendaraan untuk langsung belok kiri saat lampu merah menyala. Akibatnya, antrean kendaraan menjadi sangat panjang. Tak hanya itu, konflik lalu lintas juga sering terjadi di Lengan Timur dan Barat karena saat lampu hijau menyala bersamaan, kendaraan dari kedua arah sering

berebut jalan tanpa ada yang mau mengalah, sehingga kerap hampir terjadi tabrakan di tengah persimpangan.

Melihat kondisi tersebut, diperlukan evaluasi menyeluruh terhadap kinerja Simpang 4 Jalan Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 agar pelayanan lalu lintas di area tersebut bisa lebih baik. Evaluasi akan dilakukan menggunakan metode PKJI 2023 dan juga bantuan perangkat lunak VISSIM. Menurut Romadhona dkk. (2019), VISSIM adalah software simulasi lalu lintas berskala mikroskopik yang juga bisa mensimulasikan transportasi umum dan pejalan kaki. Aplikasi ini mampu memodelkan jaringan jalan, jenis kendaraan, bangunan, serta rambu lalu lintas dalam bentuk animasi 3D. Jika hasil evaluasi menunjukkan bahwa kinerja simpang belum memenuhi standar, maka akan dirancang solusi alternatif untuk meningkatkan kualitas layanan di simpang tersebut. Kondisi lalu lintas simpang dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Kondisi Lalu Lintas Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja lalu lintas di Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 pada saat kondisi eksisting?
2. Bagaimana perbandingan hasil kinerja simpang dan tingkat pelayanan dari hasil analisis PKJI 2023 dan *software* VISSIM?
3. Bagaimana solusi alternatif yang tepat untuk meningkatkan kinerja lalu lintas di Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi kinerja lalu lintas di Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 pada saat kondisi eksisting.
2. Membandingkan hasil kinerja simpang antara metode PKJI 2023 dengan *software* VISSIM.
3. Memberikan solusi alternatif untuk meningkatkan kinerja lalu lintas di Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan alternatif solusi untuk mengatasi kemacetan pada Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5.
2. Dapat meningkatkan kinerja simpang dan perbaikan simpang pada Simpang 4 Jalan Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5.
3. Dapat memberikan alternatif solusi bagi Dinas Perhubungan Kabupaten Sleman Yogyakarta.

1.5 Batas Penelitian

Batas penelitian dalam penelitian di Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada Simpang 4 Jalan Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5. Jalan Selokan Mataram (Lengan sisi Timur dan Barat)

dan Jalan Magelang-Yogyakarta (Lengan sisi Utara dan Selatan).

2. Data primer dilakukan penelitian langsung di lapangan meliputi volume lalu lintas, kondisi geometrik, *driving behaviour*, panjang antrean, dan kecepatan kendaraan.
3. Data sekunder didapatkan dari studi literatur berupa hari dan jam puncak, peta jaringan jalan dan jumlah penduduk.
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 berdasarkan survei pendahuluan oleh peneliti yaitu pada Hari Senin dan Hari Minggu. Satu hari dibagi menjadi tiga sesi, yaitu pagi, siang, dan sore. Jam 06.00-08.00 (sesi pagi), jam 11.00-13.00 (sesi siang), dan jam 15.00-17.00 (sesi sore).
6. Analisis kinerja simpang mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 meliputi derajat kejenuhan, peluang antrean, dan tundaan.
7. Permodelan menggunakan *software* VISSIM.
8. Tingkat pelayanan sesuai dengan pedoman Menteri Perhubungan 2015.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal

Natsir (2016) melakukan studi di Kota Palopo yang bertujuan untuk menilai kinerja simpang setelah dipasangnya lampu lalu lintas (*traffic light*). Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari data sekunder seperti pertumbuhan jumlah kendaraan, pertambahan penduduk, serta informasi tata guna lahan. Sementara data primernya meliputi volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), hambatan samping, dan kondisi geometrik jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ruas Jalan Batara Lattu dan Andi Attas, pemasangan lampu lalu lintas memang sudah sangat tepat. Hal ini terlihat dari kapasitas jalan dan tingkat kejenuhannya, serta volume arus kendaraan yang melintas rata-rata mencapai 2.000 smp/jam, jauh melebihi standar minimal pemasangan *traffic light* yaitu 750 kendaraan per jam. Sebaliknya, pada ruas Jalan Andi Pangerang dan KH. Abdul Kadir Daud, pemasangan lampu lalu lintas dinilai belum terlalu diperlukan. Volume kendaraan di kedua ruas tersebut hanya sekitar 500 dan 200 smp/jam, masih di bawah ambang batas standar, dan waktu tundaan yang terjadi pun masih jauh di bawah 30 detik.

Maulana dan Nugraha (2019) meneliti kinerja simpang bersinyal di Jalan Ir. H. Juanda – Cikapayang, Bandung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai kondisi lalu lintas saat ini di simpang tersebut, yang diketahui memiliki panjang antrean hingga 121,97 meter dan nilai angka tundaan rata-rata mencapai 91,20 detik. Untuk mengatasi masalah tersebut, mereka mengusulkan beberapa solusi, seperti pelebaran jalan, pemisahan antara kendaraan yang bergerak lurus dan belok kanan di Arah Barat ke Timur, serta penyesuaian waktu lampu lalu lintas. Hasilnya, solusi ini terbukti efektif karena mampu menurunkan panjang antrean menjadi 24,24 meter dan nilai tundaan menjadi 29,84 detik.

Fatmawati (2021) melakukan penelitian untuk menilai kinerja simpang dalam kondisi saat eksisting dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu metode MKJI 1997 dan perangkat lunak SIDRA Intersection. Penelitian ini juga bertujuan membandingkan hasil dari kedua metode dan memberikan rekomendasi perbaikan. Hasil evaluasi menggunakan MKJI menunjukkan bahwa Lengan Utara berada pada tingkat pelayanan (LoS) D dengan tundaan 39,4 detik per kendaraan ringan. Lengan Selatan dan Barat berada di tingkat LoS F, dengan tundaan masing-masing 99,2 dan 152,9 detik, sedangkan Lengan Timur berada pada LoS E dengan tundaan 57,7 detik. Sementara itu, hasil analisis menggunakan SIDRA Intersection menunjukkan semua lengan simpang berada pada LoS F, dengan rata-rata tundaan 122 detik per kendaraan. Untuk derajat kejenuhan (DS), metode MKJI mencatat nilai 1,36 (Utara), 1,21 (Selatan), 0,91 (Barat), dan 0,80 (Timur), sementara metode SIDRA menghasilkan nilai DS sebesar 1,2.

Mamu, dkk. (2021) melakukan studi evaluasi terhadap kinerja simpang bersinyal yang terletak di pertemuan Jalan J.A. Katili, Jalan Madura, dan Jalan Tondano, tepatnya di Simpang BRI Andalas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis performa simpang berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Metode analisis yang digunakan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2014. Pengumpulan data dilakukan melalui dua jenis sumber. Data primer diperoleh dari survei langsung di lokasi, mencakup aspek geometrik simpang, volume lalu lintas, dan durasi siklus lampu lalu lintas. Sementara itu, data sekunder diambil dari peta wilayah penelitian dan data kependudukan yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik. Berdasarkan hasil perhitungan, kinerja simpang berada pada tingkat pelayanan kategori C.

Andika (2022) melakukan penelitian terhadap simpang empat bersinyal di kawasan Maya, Kota Tegal. Salah satu solusi yang diterapkan untuk mengurangi potensi konflik lalu lintas adalah dengan menyesuaikan ulang waktu siklus dan fase pada lampu lalu lintas. Pengaturan sinyal APILL ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya konflik antar kendaraan sekaligus menjaga kapasitas jalan tetap optimal. Dalam menilai kinerja simpang, digunakan metode perhitungan dari MKJI serta simulasi menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Sementara itu, untuk

menganalisis konflik lalu lintas, dilakukan observasi lapangan yang hasilnya dibandingkan dengan simulasi dari *software* SSAM guna mengetahui jumlah konflik yang terjadi. Setelah itu, diberikan beberapa rekomendasi solusi berdasarkan hasil analisis VISSIM, salah satunya adalah pengaturan ulang waktu siklus dengan skema 3 fase dan 4 fase, yang kemudian dibandingkan dengan kondisi awal. Dari hasil simulasi, pengaturan 3 fase terbukti menjadi opsi terbaik karena mampu menekan jumlah konflik lalu lintas secara signifikan, tanpa menurunkan tingkat pelayanan yang sudah ada.

2.2 Permodelan Simpang dengan software VISSIM

Zulfikar dan Fauziah (2022) melakukan penelitian di Kawasan Malioboro untuk mengatasi kemacetan yang terjadi di Jalan Malioboro dan sekitarnya, dengan menerapkan sistem satu arah guna membatasi volume kendaraan yang masuk. Salah satu ruas yang terdampak kebijakan ini adalah Jalan Pasar Kembang. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja lalu lintas di kawasan Pasar Kembang sebelum dan sesudah penerapan sistem satu arah. Data primer diperoleh dari survei lapangan, sementara data sekunder berupa volume lalu lintas tahun 2019. Analisis dilakukan menggunakan metode MKJI 1997 dan pemodelan dengan bantuan software PTV VISSIM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat kejenuhan menurun pada sebagian besar ruas jalan, seperti Jalan Pasar Kembang (turun 56,06%), Jalan Malioboro (4,36%), dan Jalan Pajeksan (65,52%), namun meningkat di Jalan Gandekan sebesar 3,13%. Sementara itu, kecepatan rata-rata justru menurun di semua ruas, yaitu di Jalan Pasar Kembang sebesar 28,81%, Jalan Malioboro 30,02%, Jalan Pajeksan 12,56%, dan Jalan Gandekan sebesar 40,92%.

Andrayani, dkk. (2022) menyatakan bahwa Kabupaten Jember, sebagai salah satu wilayah berpenduduk padat di Jawa Timur, memiliki kawasan dengan lalu lintas yang cukup tinggi, terutama di Lingkungan Sumberpakem, Kecamatan Kebonsari. Di kawasan tersebut terdapat simpang tiga bersinyal yang menjadi penghubung antara Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi. Padatnya arus kendaraan yang melintasi simpang ini sering kali menimbulkan kemacetan yang cukup panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh

volume kendaraan terhadap kapasitas simpang. Data diperoleh melalui survei volume lalu lintas, dianalisis berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, dan kemudian disimulasikan menggunakan software VISSIM. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas simpang bersinyal di Jalan Basuki Rahmat (utara) sebesar 641 skr/jam, Jalan Wolter Monginsidi 970 skr/jam, dan Jalan Basuki Rahmat (selatan) 946 skr/jam. Derajat kejenuhan simpang tercatat sebesar 0,8830, dengan tundaan rata-rata masing-masing 62 detik (utara), 51 detik (Wolter Monginsidi), dan 50 detik (selatan). Sementara itu, panjang antrean tertinggi terjadi di Jalan Wolter Monginsidi sejauh 80 meter, disusul Jalan Basuki Rahmat (selatan) 78 meter dan (utara) 56 meter. Hasil simulasi VISSIM menunjukkan tundaan sebesar 136 detik per skr di Jalan Basuki Rahmat, 103 detik di Jalan Mr. Wahid, 147 detik di Jalan M.H. Thamrin, dan 156 detik di Jalan Wolter Monginsidi.

Kennyzyra, dkk. (2024) melakukan penelitian untuk mengatasi masalah kemacetan di Kawasan Malioboro melalui penerapan Sistem Satu Arah (SSA). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja lalu lintas pada ruas Jalan Bhayangkara, Jalan Pajeksan, Jalan Margo Mulyo, dan Jalan KH. Ahmad Dahlan sebelum dan sesudah diterapkannya SSA. Evaluasi dilakukan berdasarkan metode MKJI 1997 dan pemodelan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan SSA menyebabkan peningkatan rata-rata derajat kejenuhan sebesar 3% dan penurunan kecepatan rata-rata sebesar 2% pada keempat ruas jalan tersebut. Oleh karena itu, penerapan SSA dinilai belum menjadi solusi yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan transportasi di kawasan tersebut.

2.3 Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023

Hidayat, dkk. (2023) melakukan penelitian terhadap kinerja lalu lintas di Simpang 5 Balapan yang terletak di Kota Surakarta. Berdasarkan analisis dari Tim PKL Kota Surakarta, simpang tersebut menunjukkan performa yang kurang optimal, terutama pada pendekat timur yang memiliki derajat kejenuhan tinggi sebesar 0,99, panjang antrean mencapai 168 meter, dan waktu tundaan sebesar

165,94 detik per kendaraan ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang serta mencari solusi optimalisasi agar performanya meningkat. Dalam analisisnya, metode PKJI 2023 digunakan untuk mengukur indikator seperti derajat kejenuhan, panjang antrean, dan tundaan, sedangkan software VISSIM dimanfaatkan untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas dan memperoleh data panjang antrean serta waktu tundaan berdasarkan simulasi.

Ahmad, dkk. (2023) menyatakan bahwa persimpangan di Jl. Sam Ratulangi merupakan salah satu titik dengan tingkat kemacetan tinggi, karena lokasinya yang berdekatan dengan berbagai fasilitas umum di sepanjang jalan tersebut. Meskipun telah dilengkapi dengan APILL, kemacetan masih kerap terjadi di persimpangan Jalan Sam Ratulangi – Jalan Babe Palar. Oleh karena itu, dilakukan analisis kinerja dan simulasi untuk mencari solusi peningkatan performa lalu lintas di kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik dan kinerja simpang bersinyal menggunakan metode PKJI 2014, yang kemudian disimulasikan dengan software PTV VISSIM. Berdasarkan hasil analisis pada Rabu, 21 September 2022, ditemukan bahwa lengan Micon berada pada tingkat pelayanan (LOS) F, sementara lengan Babe Palar dan Lenso berada pada LOS E. Berdasarkan temuan tersebut, alternatif solusi yang diusulkan untuk meningkatkan kinerja simpang meliputi penambahan slip lane, penyesuaian waktu siklus lampu lalu lintas, serta pelebaran geometrik simpang.

Syaifullah, dkk. (2024) menyatakan bahwa kemacetan sering terjadi di sejumlah persimpangan di Kota Gorontalo, khususnya pada ruas Jalan HOS. Cokroaminoto, Jalan Gelatik, dan Jalan Jamaludin Malik, terutama saat jam sibuk. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya APILL serta banyaknya kendaraan yang parkir di badan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang dengan pendekatan PKJI 2023 dan pemodelan menggunakan software VISSIM, sekaligus menyusun alternatif solusi untuk lima tahun ke depan. Pengumpulan data dilakukan selama tiga hari, mulai pukul 06.00 hingga 21.00 WITA, dengan menggunakan data primer dari survei lapangan serta data sekunder dari instansi terkait. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpang memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,29 dan tundaan rata-rata 9,33 detik per kendaraan ringan, yang tergolong

dalam tingkat pelayanan B berdasarkan PKJI 2023. Simulasi dengan VISSIM juga mencatat konsumsi bahan bakar rata-rata selama jam sibuk pada tiap ruas, dengan hasil kalibrasi dan validasi model yang dapat diterima. Berdasarkan keseluruhan analisis, simpang ini dinilai masih layak beroperasi tanpa perbaikan, meskipun optimalisasi tetap dapat dilakukan jika dibutuhkan.

Juwita, dkk. (2024) melakukan penelitian yang dilatarbelakangi oleh permasalahan kemacetan di Simpang Jalan Sultan Agung – Jalan Ki Maja. Keempat jalur utama pada simpang ini terhubung langsung dengan kawasan pertokoan dan pusat bisnis, sehingga meskipun telah dilengkapi rambu lalu lintas, kemacetan masih sering terjadi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai aspek yang memengaruhi kinerja lalu lintas, seperti volume kendaraan, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan, serta durasi waktu siklus. Analisis dilakukan dengan mengevaluasi kinerja masing-masing lengan simpang dan keseluruhan simpang bersinyal menggunakan metode PKJI 2023, berdasarkan data hasil survei lapangan.

2.4 Hubungan Penelitian dengan Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Perbandingan penelitian ini dengan penelitian terdahuluan dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian tentang Kinerja Simpang APILL

Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang Dilakukan
Aspek	**Natsir (2016)**	**Mulana dan Nugraha (2019)**	**Fatmawati (2021)**	**Andika (2022)**	**Pratiwi (2025)**
Judul	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Palopo	Mikrosimulasi Penilaian Kinerja Persimpangan Bersinyal	Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal dengan Metode MKJI dan Sidra Intersection	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Meningkatkan Keselamatan Dengan Pengaturan Ulang Waktu Siklus Apill Di Simpang Empat Maya Kota Tegal	Evaluasi Kinerja Simpang 4 Apill Selokan Mataram Jalan Magelang - Yogyakarta Km 5 Dengan Metode Vissim Dan Pkji 2023
Lokasi Penelitian	Persimpangan di Kota Palopo	Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda Cikapayang, Bandung	Jalan MT. Haryono –Ruhui Rahayu, Balikpapan	Simpang Empat Maya Kota Tegal	Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5

Sumber : Natsir (2016), Maulana dan Nugraha (2019), Fatmawati (2021), Andika (2022) dan Pratiwi (2025)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian tentang Kinerja Simpang APILL

Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang Dilakukan
Aspek	**Natsir (2016)**	**Mulana dan Nugraha (2019)**	**Fatmawati (2021)**	**Andika (2022)**	**Pratiwi (2025)**
Metode Penelitian	Metode MKJI 1997 dan VISSIM	*Software* VISSIM	Metode MKJI dan Sidra Intersection	MKJI 1997 dan *Software* VISSIM	PTV VISSIM dan PKJI 2023
Hasil Penelitian	Hasil penelitian di tinjau dari kapasitas, derajat kejenuhan dan banyaknya arus lalu lintas yang melintas, standar pemasangan lampu lalu lintas > 750 kend/jamnya.	Persimpangan Cikapayang tidak memadai. Solusi alternatifnya adalah memperluas jalan dan memisahkan arus lurus dengan arus belok kanan di jalur Barat - Timur, serta mengubah pengaturan waktu lampu lalu lintas.	Hasil evaluasi kinerja simpang dengan metode MKJI diperoleh nilai LoS D pada lengan pendekat utara dengan nilai tundaan sebesar 39.4 det/smp, nilai LoS F pada lengan pendekat selatan dan barat dengan nilai tundaan masing 99.2 det/smp dan 152.9 det/smp.	Hasil penelitian yaitu dengan melakukan pengaturan ulang waktu siklus menggunakan pengaturan 3 fase dan 4 Fase, yang selanjutnya akan dibandingkan dengan kondisi awal. Hasil dari simulasi ternyata efektif mengurangi jumlah konflik lalu lintas dan tingkat pelayanan.	Berdasarkan perhitungan PKJI 2023, derajat kejenuhan pada kondisi eksisting tercatat sebesar 0,85. Tundaan simpang eksisting mencapai 121,360 detik/smp, sedangkan hasil simulasi VISSIM menunjukkan tundaan sebesar 57,373 detik/kendaraan. Panjang antrean berdasarkan pemodelan VISSIM tercatat 301,538 m di lengan utara, 429,091 m di lengan timur, 326,154 m di lengan selatan dan 1.270 m di lengan barat.

Sumber : Natsir (2016), Maulana dan Nugraha (2019), Fatmawati (2021), Andika (2022) dan Pratiwi (2025)

Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian tentang PTV VISSIM

Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang Dilakukan
Aspek	**Andrayani (2022)**	**Hikayat (2023)**	**Ahmad (2023)**	**Syaifullah (2024)**	**Pratiwi (2025)**
Judul	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal dan Solusi Alternatif VISSIM	Evaluasi Efektifitas Pengaturan Sinyal pada Simpang 5 Balapan dengan PKJI 2023 dan Vissim	Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 dan Vissim	Kinerja Simpang Empat Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 dan Vissim	Evaluasi Kinerja Simpang 4 Apill Selokan Mataram Jalan Magelang - Yogyakarta Km 5 Dengan Metode Vissim Dan Pkji 2023
Lokasi Penelitian	Simpang Tiga Pakem, Kabupaten Jember	Simpang Balapan 5, Kota Surakarta	Jalan Sam Ratulangi – Jalan Babe Palar, Kota Manado	Jalan HOS. Cokroaminoto, Gorontalo	Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5

Sumber : Andrayani (2022), Hikayat (2023), Ahmad (2023), Syaifullah (2024), dan Pratiwi (2025)

Lanjutan Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian tentang PTV VISSIM

Penelitian Sebelumnya					Penelitian yang Dilakukan
Aspek	**Andrayani (2022)**	**Hikayat (2023)**	**Ahmad (2023)**	**Syaifullah (2024)**	**Pratiwi (2025)**
Metode Penelitian	PKJI 2014 dan PTV VISSIM	PKJI 2023 dan PTV VISSIM	PKJI 2023 dan PTV VISSIM	PKJI 2023 dan PTV VISSIM	PTV VISSIM dan PKJI 2023
Hasil Penelitian	Diperoleh hasil perhitungan kapasitas simpang bersinyal pada Jl. Basuki Rahmat (utara) 641 skr /jam, Jl. Wolter Monginsidi 970 skr/jam, Jl. Basuki Rahmat (selatan) 946 skr/jam.	Hasil dari penelitian didapatkan kinerja eksisting memiliki kinerja yang belum optimal karena memiliki derajat kejenuhan yang melebihi 0,85 sehingga perlu dilakukan evaluasi. Adapun hasil dengan PKJI 2023 maupun Vissim yaitu peningkatan kinerja terbaik dilakukan dengan pengaturan ulang waktu siklus.	Dari hasil analisis kinerja simpang bersinyal pada hari Rabu, 21 September 2022 didapatkan LOS F untuk lengan Micon dan LOS E untuk lengan Babe Palar dan lengan Lenso. Dari data yang diperolaeh maka dilakukan alternatif untuk meningkatkan kinerja dan didpatkan alternative terbaik.	Hasil analisis menunjukkan derajat kejenuhan (DJ) simpang 0,29 dengan tundaan rata-rata 9,33 det/skr, masuk kategori tingkat pelayanan B (baik) menurut PKJI 2023. Hasil simulasi VISSIM Kalibrasi dan validasi model simulasi menunjukkan hasil yang dapat diterima.	Berdasarkan perhitungan PKJI 2023, derajat kejenuhan pada kondisi eksisting tercatat sebesar 0,85. Tundaan simpang eksisting mencapai 121,360 detik/smp, sedangkan hasil simulasi VISSIM menunjukkan tundaan sebesar 57,373 detik/kendaraan. Panjang antrean berdasarkan pemodelan VISSIM tercatat 301,538 m di lengan utara, 429,091 m di lengan timur, 326,154 m di lengan selatan dan 1.270 m di lengan barat.

Sumber : Andrayani (2022), Hikayat (2023), Ahmad (2023), Syaifullah (2024), dan Pratiwi (2025)

BAB III
LANDASAN TEORI

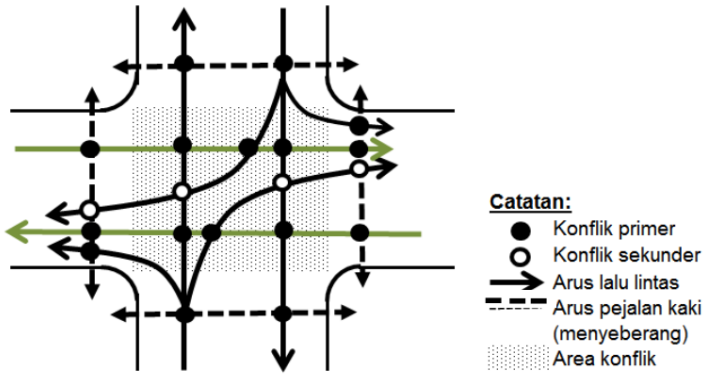
3.1 Persimpangan Jalan

Persimpangan adalah bagian penting yang sering kita temui saat berkendara, karena di situlah dua jalan atau lebih saling bertemu atau bersilangan, baik itu sejajar maupun tidak. Persimpangan juga merupakan bagian dari jaringan jalan yang memengaruhi seberapa banyak kendaraan bisa lewat (kapasitas) dan berapa lama waktu tempuh. Supaya tidak terjadi masalah seperti kemacetan atau tabrakan karena pertemuan arus kendaraan, persimpangan perlu ditata dengan baik lewat manajemen lalu lintas. Beberapa masalah yang terkait dengan persimpangan adalah sebagai berikut.

1. Volume dan kapasitas yang mempengaruhi hambatan pada simpang.
2. Desain geometri jalan dan jarak pandang bebas.
3. Kecelakaan dan keselamatan.
4. Akses, pembangunan umum, dan parkir.
5. Pejalan Kaki.
6. Jarak antar simpang dan yang lain sebagainya.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), persimpangan adalah titik pertemuan dua atau lebih ruas jalan, yang bisa berupa simpang biasa, simpang dengan lampu lalu lintas, bundaran, atau simpang tidak sebidang. Simpang adalah tempat yang tergolong rawan kecelakaan karena sering terjadi pertemuan arus kendaraan maupun kendaraan dengan pejalan kaki.

Menurut Hobbs (1979), menyebut ada empat jenis pergerakan lalu lintas yang bisa menimbulkan konflik di persimpangan, yaitu pemisahan (*diverging*) saat kendaraan keluar dari arus utama, penggabungan (*merging*) saat kendaraan masuk ke arus lalu lintas, penyilangan (*crossing*) saat kendaraan memotong jalur kendaraan lain, dan berpindah jalur berulang (*weaving*) saat kendaraan menyalip atau berganti jalur berkali-kali. Gerakan konflik lalu lintas pada simpang dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Titik Konflik Simpang 4
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.1.1 Jenis Persimpangan

Menurut Bina Marga (2023), pemilihan jenis persimpangan baru baik simpang biasa, simpang dengan lampu lalu lintas (APILL), bundaran, atau simpang tidak sebidang ditentukan berdasarkan perhitungan biaya sepanjang umur penggunaan. Perbandingan biaya ini dapat dilihat pada grafik di Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik BSH Pemilihan Jenis Simpang
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Menurut Morlok (1998), persimpangan jalan terdiri dari dua kategori utama, yaitu persimpangan sebidang dan persimpangan tidak sebidang.

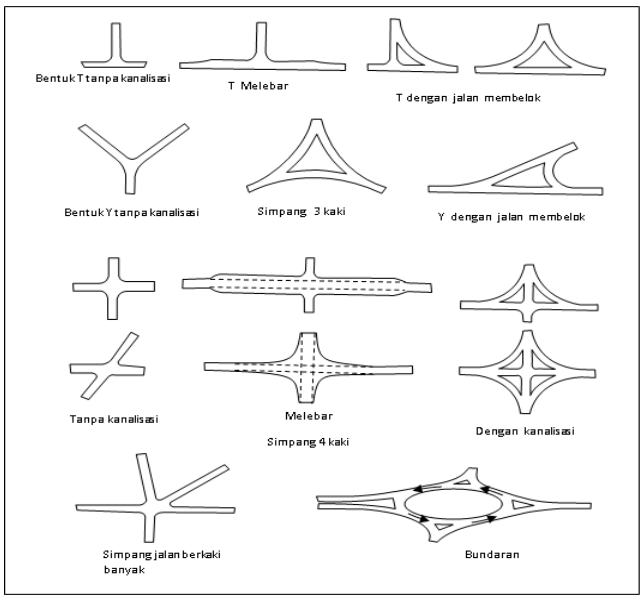
1. Persimpangan Sebidang

Menurut Morlok (1998), persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk ke persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalur yang dapat berlawan dengan lalu lintas lainnya.

Morlok (1998), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Simpang tanpa sinyal yaitu simpang yang tidak terdapat sinyal lalu lintas. Pada persimpangan ini pengendara harus memastikan bahwa pada saat menyebrang atau melewati simpang dalam keadaan aman dan harus berhenti dahulu sampai dalam keadaan aman dari lawan pengendara lain sehingga menimbulkan antrean panjang antar kendaraan karena banyak kendaraan yang tidak mau mengalah.
b. Simpang bersinyal atau Simpang APILL yaitu simpang yang terdapat lampu sinyal lalu lintas. Jadi pengendara harus berhenti ketika lampu sinyal berwarna merah dan boleh bergerak pada saat lampu sinyal berwarna hijau.

Jenis persimpangan sebidang dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.

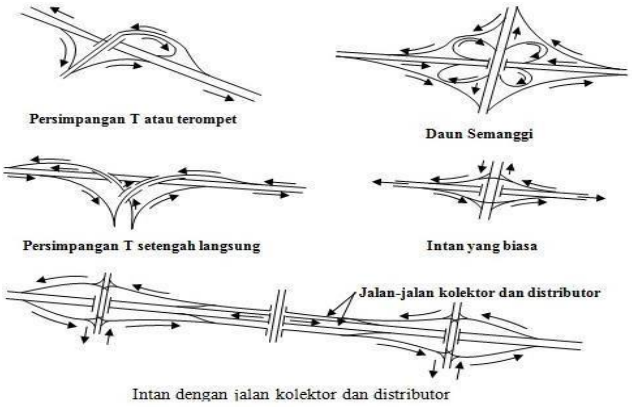


Gambar 3.3 Jenis Persimpangan Sebidang

(Sumber : Morlok, 1998)

2. Persimpangan Tak Sebidang

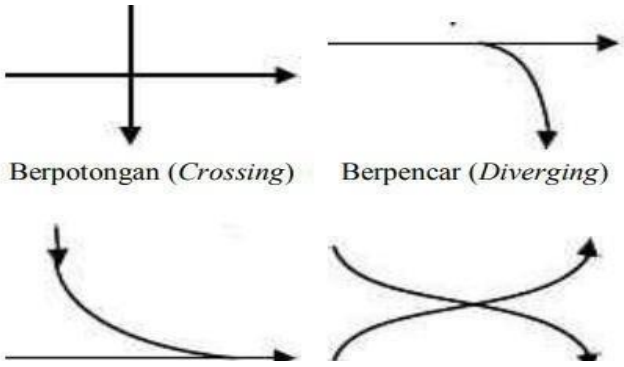
Persimpangan tak sebidang yaitu persimpangan pada suatu ruas jalan dengan ruas jalan yang lainnya tidak saling bertemu pada satu bidang dan memiliki beda tinggi antara keduanya. Contoh dari simpang tak sebidang, yaitu pada jalan layang. Gambaran jenis persimpangan tak sebidang dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang

(Sumber : Morlok, 1998)

Perilaku kendaraan yang menghasilkan pergerakan arus lalu lintas di suatu persimpangan jalan seringkali menyebabkan terjadinya konflik antar pengemudi kendaraan dan beresiko terjadinya tabrakan. Manuver dari kendaraan dapat dibagi menjadi 4 jenis. Jenis manuver kendaraan pada simpang dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut.



Gambar 3.5 Jenis Manuver Kendaraan pada Simpang

(Sumber : Morlok, 1998)

3.1.2 Tipe Persimpangan

Menurut Bina Marga (2023), terdapat beberapa tipe persimpangan yang diakui dan dikenali, antara lain:

1. Persimpangan Sebidang (*At-Grade*)

   Persimpangan di mana jalan-jalan yang bertemu memiliki level atau tingkat yang sama, tanpa adanya jembatan atau terowongan. Contoh umumnya adalah simpang empat atau simpang tiga.

2. Persimpangan Berbeda Tingkah (*Grade Separated*)

   Persimpangan di mana jalan-jalan yang bertemu memiliki level atau tingkat yang berbeda. Contoh termasuk persimpangan yang dilengkapi dengan jembatan layang, terowongan, atau flyover.

3. Persimpangan Bundaran (*Roundabout*)

   Persimpangan di mana arus lalu lintas dari berbagai arah diatur dan mengelilingi sebuah pulau tengah. Ini biasanya digunakan untuk mengurangi kecepatan kendaraan dan memperlancar aliran lalu lintas.

4. Persimpangan Tak Bersinyal (*Unsignalized Intersection*)

   Persimpangan ini adalah jenis persimpangan yang tidak dilengkapi dengan lampu lalu lintas atau aturan prioritas khusus. Kendaraan yang datang lebih dulu biasanya didahulukan, dan pengemudi saling memberi jalan agar lalu lintas tetap lancar.

5. Persimpangan Bersinyal (*Signalized Intersection*)

   Pada persimpangan ini, lalu lintas diatur dengan lampu merah, lampu kuning, dan lampu hijau. Lampu-lampu ini mengatur kapan kendaraan dari masing-masing arah boleh jalan atau harus berhenti agar tidak saling tabrakan.

6. Persimpangan Persegi Empat (*Four-Leg Intersection*)

   Jenis persimpangan ini adalah di mana dua jalan yang saling tegak lurus saling bertemu dan membentuk empat arah keluar masuk kendaraan.

7. Persimpangan Tiga Lengan (*Three-Leg Intersection*)

   Jenis persimpangan ini adalah jika di mana satu jalan bertemu dengan dua jalan lainnya, membentuk huruf T atau Y.

Setiap jenis persimpangan ini punya cara kerja dan aturan yang berbeda, tergantung kebutuhan dan kondisi jalan di sekitarnya. Pemilihan jenis persimpangan yang tepat sangat penting untuk menjaga kelancaran lalu lintas dan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan.

Menurut Bina Marga (2023), dalam penelitian tipe simpang (simpang baru/lama) didasarkan atas:

1. LHRT
2. Faktor K
3. $D_J \leq 0{,}85$
4. T terkecil
5. Persyaratan teknis geometri simpang
6. Pertimbangan keselamatan lalu lintas, lingkungan, dan ekonomi.

Pengelompokan tipe persimpangan didapatkan berdasarkan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan mayor dan jalan minor. Kode tipe simpang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kode Tipe Simpang

Kode Tipe Simpang	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.2 Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) adalah panduan yang digunakan untuk menganalisa kapasitas jalan dan kinerja lalu lintas pada ruas jalan dan persimpangan. Dalam PKJI, terdapat beberapa metode perhitungan untuk mengetahui berapa besar volume kendaraan yang bisa ditampung oleh jalan atau simpang, tingkat kemacetan, panjang antrean, hingga waktu tundaan. Tujuannya adalah agar perencanaan dang pengelolaan jalan bisa dilakukan secara efisien, aman, dan sesuai kondisi lalu lintas yang ada di lapangan.

3.2.1 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan (C) ditetapkan dari kapasitas dasar simpang (C0) yang dikoreksi oleh faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan geometri jalan dan kondisi lalu lintas terhadap kondisi idealnya. Kapasitas jalan dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$C = C0 \times FLP \times FM \times FUK \times FHS \times FBKi \times FBKa \times Fmi \qquad (3.1)$$

dengan :

C = kapasitas jalan (smp/jam),
C0 = kapasitas dasar simpang (smp/jam),
FLP = faktor koreksi lebar rata-rata pendekat,
FM = faktor koreksi tipe median,
FUK = faktor koreksi ukuran kota,
FHS = faktor koreksi hambatan samping,
FBKi = faktor koreksi rasio arus belok kiri,
FBKa = faktor koreksi rasio arus belok kanan, dan
Frmi = faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.

3.2.2 Kondisi Simpang

1. Kondisi Geometrik Simpang

   Kondisi geometrik dapat digambarkan dalam sketsa yang memberikan informasi berupa lebar jalan, lebar lajur dan tipe simpang. Berdasarkan Bina

Marga (2023), tipe simpang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

2. Kondisi Arus Lalu Lintas

   Menurut Bina Marga dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati satu ruas jalan dalam waktu satu jam. Satuan yang digunakan biasanya dalam bentuk kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam (smp/jam). Untuk jalan di wilayah perkotaan, perhitungannya mencakup kapasitas jalan perkotaan, kapasitas simpang yang menggunakan lampu lalu lintas (APILL), kapasitas simpang biasa, dan kapasitas bagian-bagian jalan lainnya. Menurut Bina Marga (2023).

3. Klasifikasi Kendaraan

   Kendaraan pada arus lalu lintas untuk PKJI diklasifikasikan menjadi 5 (lima) yaitu Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB). Sedangkan di jalan perkotaan kendaraan diklasifikasikan menjadi tiga jenis saja yaitu sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS). Klasifikasi kendaraan di perkotaan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi Kendaraan

Jenis Kendaraan	Tipikal Kendaraan
SM Kendaraan roda 2 dan 3	Sepeda Motor, Kendaraan Roda 3
MP Mobil penumpang roda 4	Mobil Sedan, Jeep, Minibus, Mikrobus, Pickup, Truk Kecil
KS Bus sedang dan angkutan	Bus Tanggung, Bus Metromini, Truck pasir, Truck Besar

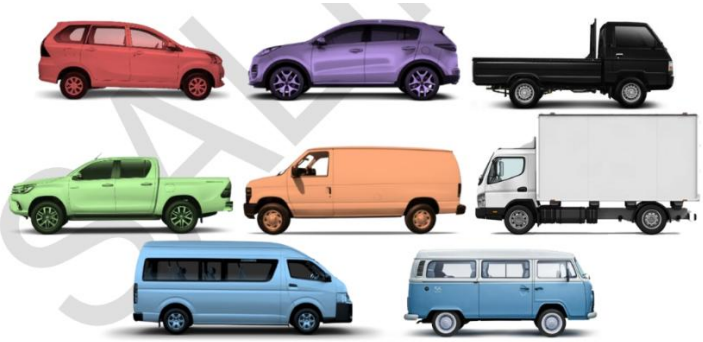
Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Gambaran klasifikasi kendaraan dapat dilihat pada Gambar 3.6, Gambar 3.7, dan Gambar 3.8



Gambar 3.6 Tipikal Kendaraan Sepeda Motor

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)



Gambar 3.7 Tipikal Kendaraan Mobil Penumpang

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)



Gambar 3.8 Tipikal Kendaraan Sedang

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

4. Kondisi Lingkungan

   Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), kondisi lingkungan simpang terdiri dari dua parameter yaitu ukuran kota dan gabungan dari tipe

lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan tidak bermotor.

3.3 Simpang APILL

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), simpang APILL adalah pertemuan dua atau lebih jalan yang berada di satu bidang dan dilengkapi dengan lampu lalu lintas (APILL) untuk mengatur pergerakan kendaraan. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) sendiri berfungsi untuk mengurangi potensi konflik antar kendaraan, baik yang langsung berpotongan (konflik primer) maupun yang tidak langsung (konflik sekunder), dengan cara mengatur waktu arus kendaraan secara bergiliran. Tujuan utama pemasangan APILL adalah agar kapasitas jalan di setiap arah bisa terbagi secara adil melalui pembagian waktu lampu hijau. APILL dianggap sebagai cara paling efektif untuk mengelola lalu lintas di persimpangan yang memiliki volume kendaraan tinggi dari semua arah. Alasan lainnya, penggunaan APILL juga bertujuan menjaga kelancaran lalu lintas saat jam sibuk dan menekan angka kecelakaan akibat tabrakan dari kendaraan yang datang dari arah berlawanan.

3.3.1 Kapasitas Simpang APILL

APILL bekerja dengan mengatur pergerakan kendaraan di persimpangan supaya tidak saling bertabrakan, baik itu konflik utama maupun sampingan, caranya dengan memberikan waktu jalan yang berbeda untuk setiap arah. Kapasitas dari simpang APILL sendiri adalah seberapa banyak kendaraan yang bisa lewat dalam satuan waktu tertentu. Biasanya, kapasitas ini diukur dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau). Untuk menghitung kapasitas APILL tersebut, digunakan rumus atau dengan Persamaan 3.2.

$$C = J \times \frac{WH}{S} \tag{3.2}$$

dengan:

C = kapasitas simpang APILL (smp/jam),

J = arus jenuh (smp/jam),

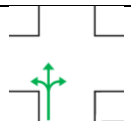
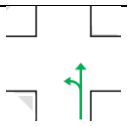
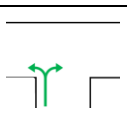
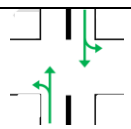
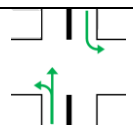
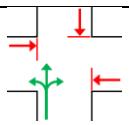
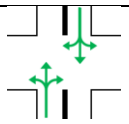
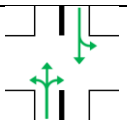
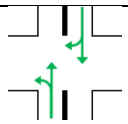
WH = total waktu hijau dalam satu siklus (detik), dan

s = waktus siklus (detik).

3.3.2 Tipe Pendekat

Penentuan tipe pendekat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Tipe Pendekat

<table>
<tr><th>Tipe Pendekat</th><th>Keterangan</th><th colspan="3">Contoh Pola-pola Pendekatan</th></tr>
<tr><td rowspan="6">Terlindung
(Tipe P)</td><td rowspan="6">Arus berangkat tidak konflik dengan arus lalu lintas dari arah berlawanan</td><td>Jalan satu arah</td><td>Jalan satu arah</td><td>Simpang-3</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Jalan dua arah, belok kanan dibatasi</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Jalan dua arah, fase untuk masing-masing arah terpisah</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Terlawan
(Tipe O)</td><td>Arus berangkat konflik dengan arus lalu lintas dari arah berlawanan</td><td colspan="3">Jalan dua arah, arus berangkat dari arah yang berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak dibatasi.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

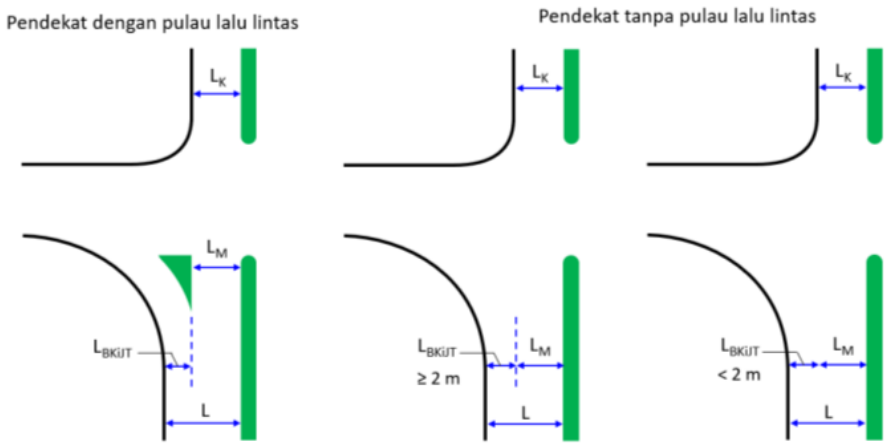
3.3.3 Lebar Pendekat Efektif

Lebar pendekat efektif didapatkan berdasarkan dengan parameter lebar ruas pendekat awal (L), lebar masuk (LM), dan lebar keluar (LK). Berdasarkan PKJI 2023 cara menentukan lebar masuk (LM) terdapat beberapa kondisi yang perlu dipertimbangkan yaitu:

1. Pendekat dengan pulau lalu lintas, arus belok kiri memiliki lebar lajur tersendiri sehingga lebar masuk (LM) merupakan lebar antara tepi pulau lalu

lintas dengan lebar median. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9 (kiri).

2. Pendekat yang tidak memiliki pulau lalu lintas, arus belok kiri jalan terus bisa saja menggunakan lajur khusus atau bergabung dengan arus kendaraan yang lurus. Apabila lebar belok kiri jalan terus (LBKiJT) lebih dari 2 meter, maka kendaraan belok kiri bisa membentuk lajur sendiri. Sedangkan apabila lebarnya kurang dari 2 meter, arus belok kiri biasanya digabung dengan arus kendaraan yang berjalan lurus. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9 (kanan).



Gambar 3.9 Lebar Pendekat Dengan dan Tanpa pulau Lalu Lintas
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.3.4 Arus Jenuh

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), arus jenuh (J) adalah jumlah kendaraan yang bisa keluar dari antrean di suatu pendekat jalan dalam kondisi tertentu. Jumlah ini dihitung dalam satuan smp per jam (smp/jam). Pada simpang yang menggunakan APILL, nilai arus jenuh bisa dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$J = J0 \times FHS \times FUK \times FG \times FBKi \times FBKa \quad (3.3)$$

dengan:

J = arus jenuh (smp/jam-hijau),

J0 = arus jenuh dasar (smp/jam-hijau),
FHS = faktor koreksi J0 akibat hambatan samping lingkungan jalan,
FUK = faktor koreksi J0 akibat ukuran kota,
FG = faktor koreksi J0 akibat kelandaian memanjang pendekat,
FP = faktor koreksi J0 akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama,
FBKi = faktor koreksi J0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri,
FBKa = faktor koreksi J0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan.

Penentuan nilai arus jenuh dasar menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) diperlukan beberapa faktor-faktor koreksi. Faktor koreksi arus jenuh sebagai berikut.

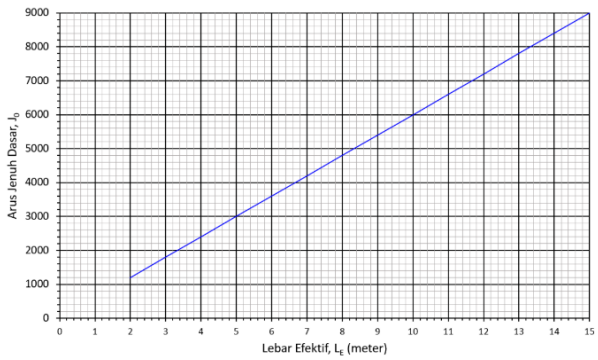
1. Arus Jenuh Dasar

   Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (P) dapat menggunakan Persamaan 3.4.

$$J0 = 600 \times Le \quad (3.4)$$

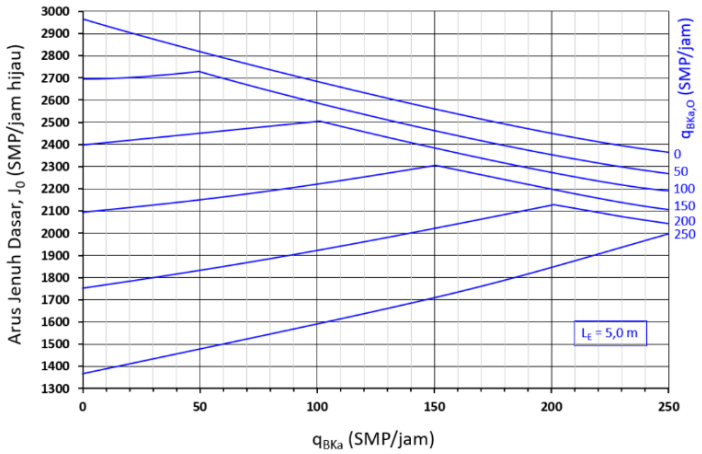
   dengan:
   J0 = arus jenuh dasar (smp/jam),
   Le = lebar efektif pendekat (meter).

   Penetapan nilai J0 tipe pendekat terlindung dapat menggunakan Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (tipe P)
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Penetapan nilai J0 tipe pendekat terlawan tanpa lajur belok kanan terpisah dapat menggunakan Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Arus Jenuh Dasar (J0) untuk Pendekat Tak Terlindung (tipe O) Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2. Faktor Koreksi Hambatan Samping

   Faktor koreksi hambatan samping menyesuaikan dengan lingkungan, tipe fase, dan rasio kendaraan tak bermotor. Nilai FHS dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0	0,05	0,10	0,15	0,2	> 0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
		Terlindung	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83

Lanjutan Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0	0,05	0,10	0,15	0,2	> 0,25
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	T/S/R	Terlawan	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,0	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

3. Faktor Koreksi Ukuran Kota

   Nilai faktor koreksi ukuran kota (FUK) ditetapkan menjadi lima berdasarkan kriteria populasi penduduk. Nilai faktor koreksi ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.5.

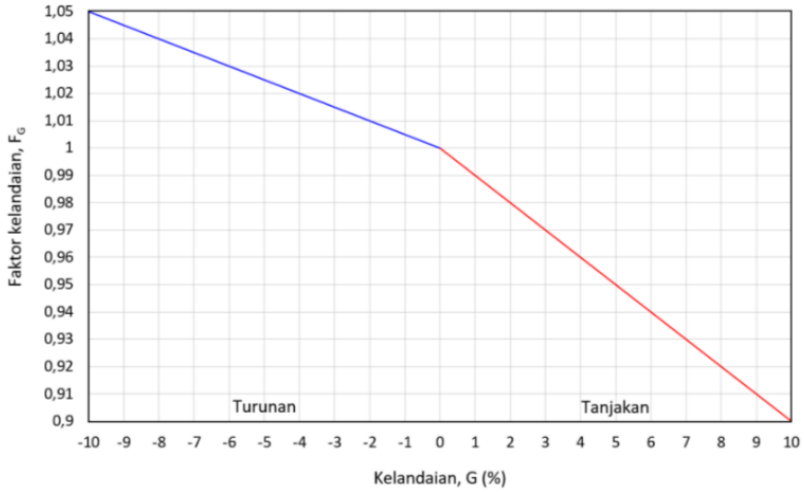
Tabel 3.5 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Jumlah Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Koreksi Ukuran Kota
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

4. Faktor Koreksi Kelandaian

   Nilai faktor koreksi kelandaian (FG) dapat ditentukan dari Gambar 3.12.

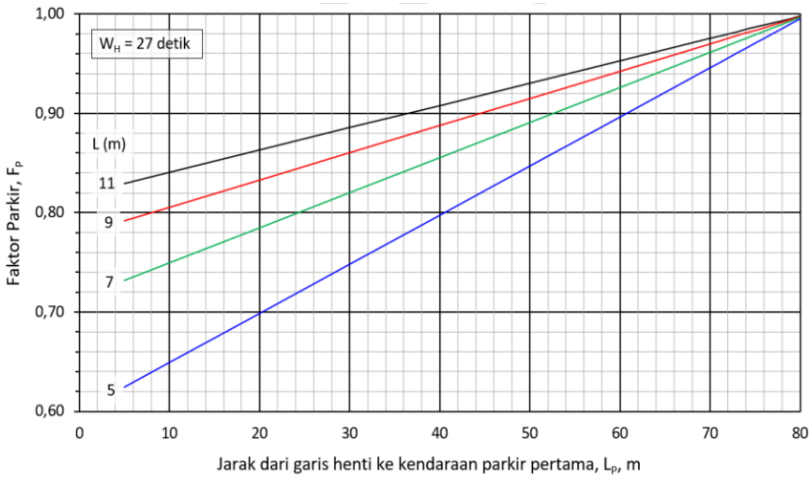


Gambar 3.12 Faktor Penyesuaian Kelandaian

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

5. Faktor Koreksi Pengaruh Parkir

   Nilai faktor penyesuaian parkir (FP) adalah jarak dari garis henti kendaraan yang parkir pertama dan lebar approach. Faktor penyesuaian parkir dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Faktor Penyesuaian Parkir

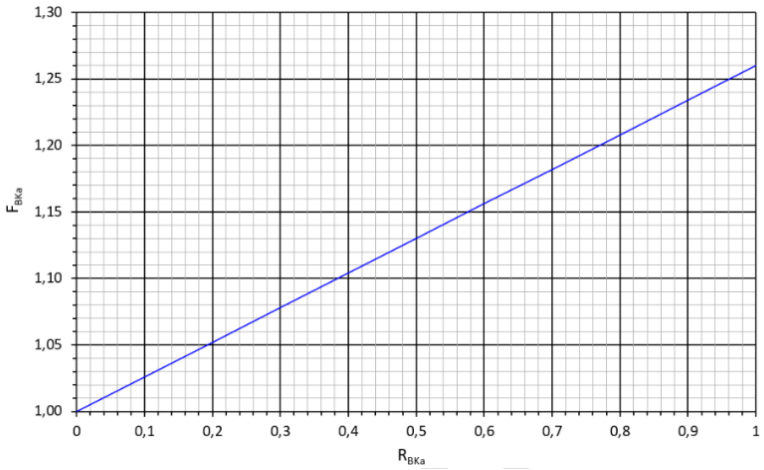
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

6. Faktor Koreksi Belok Kanan

   Faktor penyesuaian belok kanan (FBKa) diketahui rasio kendaraan yang belok kanan (RBKa). Untuk mendapatkan nilai dari FBKa dapat dilihat dari Persamaan 3.5, Persamaan 3.6 dan Gambar 3.14 sebagai berikut.

$$RBKa = \frac{qBKa}{qTotal} \quad (3.5)$$

$$FBKa = 1{,}0 + RBKa \times 0{,}26 \quad (3.6)$$



Gambar 3.14 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

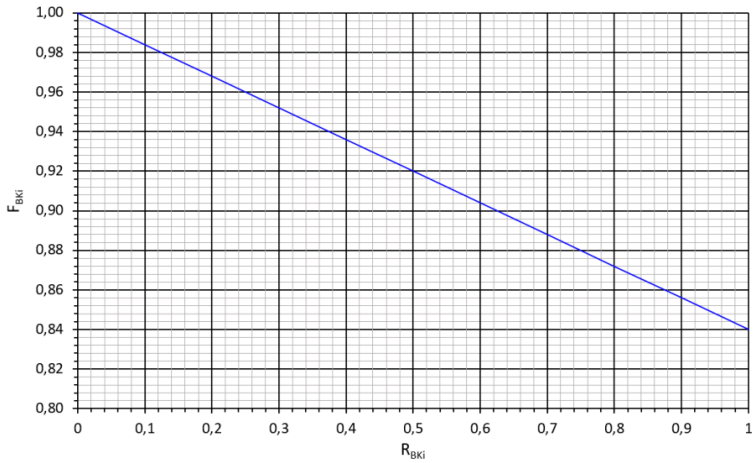
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

7. Faktor Koreksi Belok Kiri

   Faktor koreksi belok kiri (FBKi) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri RBKi. Perhitungan ini berlaku untuk pendekat tipe P tanpa BkiJT, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dan dapat dilihat dan dihitung menggunakan Persamaan 3.7, Persamaan 3.8 dan Gambar 3.15.

$$RBKi = \frac{qBKi}{qTotal} \quad (3.7)$$

$$FBKi = 1{,}0 + RBKi \times 0{,}26 \quad (3.8)$$



Gambar 3.15 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.3.5 Rasio Arus

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), analisis rasio antara arus lalu lintas aktual terhadap arus jenuh (Rq/J) perlu mempertimbangkan beberapa hal berikut:

1. Jika arus belok kiri jalan terus (BKiJT) perlu dikeluarkan dari analisis, maka hanya arus lurus dan arus belok kanan yang diperhitungkan sebagai nilai q.
2. Ketika Laju Ekuivalensi (LE) bernilai sama dengan Laju Kendaraan (LK), maka hanya arus lurus yang dimasukkan dalam perhitungan q.
3. Jika pendekat memiliki dua fase, yaitu fase pertama untuk arus tanpa perlindungan (O) dan fase kedua untuk arus yang dilindungi (P), maka perhitungan arus gabungan dilakukan dengan memberikan pembobotan sesuai dengan metode perhitungan arus jenuh.

Perhitungan rasio arus jenuh dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini pada Persamaan 3.9.

$$Rq/J = \frac{q}{J} \tag{3.9}$$

3.3.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), waktu siklus didefinisikan sebagai durasi satu rangkaian lengkap dari fase-fase sinyal lalu lintas, yang diukur

dalam satuan detik. Fase (*phase*) sendiri merupakan bagian dari siklus di mana satu atau beberapa arah pergerakan lalu lintas diberikan hak jalan dalam periode tertentu. Sementara itu, waktu siklus optimal (*optimum cycle time*, Co) adalah durasi siklus yang menghasilkan nilai paling rendah untuk indikator kinerja seperti waktu tundaan, panjang antrean, dan frekuensi kendaraan berhenti per detik. Adapun waktu hilang (*lost time*, l) merujuk pada periode waktu yang secara efektif tidak digunakan untuk pergerakan lalu lintas. Secara umum, waktu siklus dan waktu hijau dibagi menjadi dua bagian utama.

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

   Perhitungan waktu siklus sebelum penyesuaian bisa dihitung menggunakan rumus di bawah ini pada Persamaan 3.10.

$$S = \frac{(1{,}5 \times \text{WHH} + 5)}{(1 - \sum \text{Rq/Jkritis})} \tag{3.10}$$

   dengan:

   s = waktu siklus (detik),

   WHH = jumlah waktu hijau hilang per siklus (detik), dan

   Rq/J = rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh (q/J).

2. Waktu Hijau

   Perhitungan waktu hijau (WH) untuk masing-masing fase dapat dilihat pada Persamaan 3.11.

$$\text{WH} = (\text{s} - \text{WHH}) \times \frac{\frac{Rq}{Jkritis}}{\sum i \left(\frac{Rq}{Jkritis}\right) i} \tag{3.11}$$

   dengan:

   WHi = waktu hijau pada fase i (detik),

   i = indeks untuk fase i.

Waktu siklus yang layak dapat dilihat pada Tabel 3.6 untuk tiap pengaturan fase.

Tabel 3.6 Waktu Siklus yang Layak

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak
Pengaturan dua-fase	40-80
Pengaturan tiga-fase	50-100
Pengaturan empat-fase	80-130

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

3.3.7 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DJ) yaitu rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan bisa dihitung dengan Persamaan 3.12.

$$DJ = \frac{q}{C} \tag{3.12}$$

dengan:

DJ = derajat kejenuhan,

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

q = volume lalu lintas (smp/jam), yang dalam analisis kapasitas terdiri dari dua jenis, yaitu $q_{eksisting}$ hasil perhitungan lalu lintas dan q_{JP} hasil prediksi atau hasil perancangan.

3.3.8 Panjang Antrean

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), antrean didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang mengantre di suatu pendekat simpang, dinyatakan dalam satuan kendaraan atau satuan mobil penumpang (smp). Sementara itu, panjang antrean mengacu pada total panjang barisan kendaraan yang mengantre di pendekat tersebut, yang diukur dalam satuan meter. Ketika melakukan perhitungan, hasil dari perhitungan derajat kejenuhan digunakan untuk menghitung jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (Nq1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. Jumlah rata-rata antrean kendaraan (smp) pada awal isyarat lampu hijau (Nq) dapat dihitung dengan menambahkan jumlah kendaraan terhenti (smp)

yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (Nq1) dengan jumlah kendaraan (smp) yang datang dan terhenti dalam antrean selama fase merah (Nq2). Perhitungan analisisnya dijelaskan pada Persamaan 3.13, Persamaan 3.14, Persamaan 3.15, dan Persamaan 3.16.

$$Nq = Nq1 + Nq2 \tag{3.13}$$

untuk DJ < 0,5

$$Nq1 = 0 \tag{3.14}$$

untuk DJ > 0,5

$$Nq1 = 0{,}25 \times s \times \left\{(DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 \frac{8 \times (DJ - 0{,}5)}{s}}\right\} \tag{3.15}$$

$$Nq2 = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600} \tag{3.16}$$

Nilai dari Panjang Antrean (PA) dapat diperoleh dari mengalihkan jumlah rata-rata antrean kendaraan (Nq) menggunakan satuan smp, dengan luas rata-rata juga menggunakan satuan smp, yang diasumsikan memiliki nilai 20 m^2, kemudian nilai tersebut dibagi dengan lebar masuk (m). Perhitungannya dapat menggunakan Persamaan 3.17.

$$PA = Nq \times \frac{20}{LM} \tag{3.17}$$

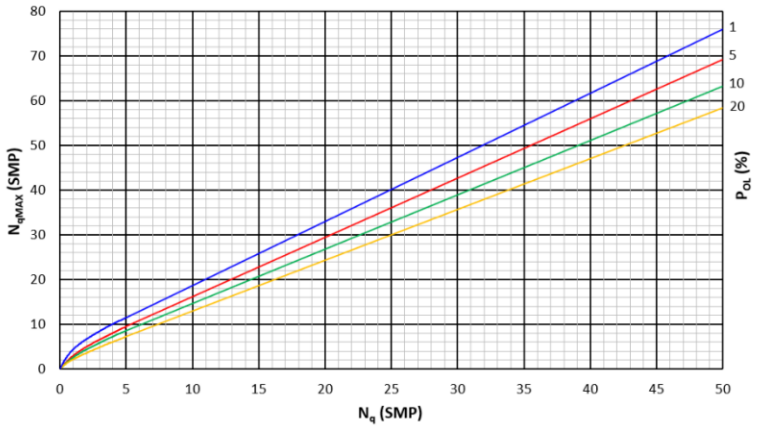
dengan:

Nq = jumlah rata-rata antrean kendaraan (smp) pada awal isyarat hijau,

Nq1 = jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dan

Nq2 = jumlah kendaraan datang dan terhenti dalam antrean selama fase merah.

Untuk nilai dari NQMAX diperoleh dengan cara menghubungkan nilai NQTotal dengan *probabilitas overloading* Pol (%). Disarankan Pol = 5-10%. Nilai dari NQMAX dapat dilihat dalam Gambar 3.15.



Gambar 3.16 Penentuan Jumlah Antrean Rata-rata

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.3.9 Rasio Kendaraan Henti

Rasio kendaraan henti (RKH) yaitu rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat isyarat merah sebelum melewati suatu simpang APILL terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut. Rasio kendaraan henti (RKH) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.18.

$$RKH = 0{,}9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600 \qquad (3.18)$$

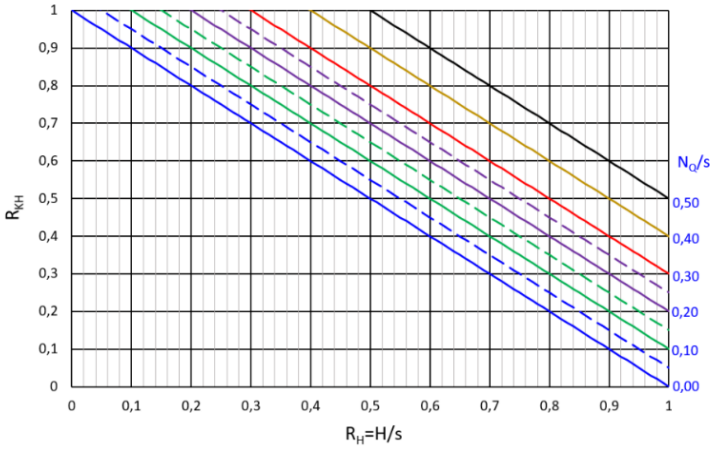
dengan:

Nq = jumlah rata-rata antrean kendaraan (smp) pada awal isyarat hijau,

s = waktu siklus (detik), dan

q = arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau (smp/jam).

Penentuan Rasio Kendaraan juga dapat dilakukan dengan menggunakan Gambar 3.16.



Gambar 3.17 Penentuan Rasio Kendaraan Henti

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.3.10 Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu simpang APILL apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa Simpang APILL. Tundaan ini terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Tundaan Lalu Lintas (TLL)

   Tundaan lalu lintas yaitu waktu menunggu yang disebabkan kondisi lalu lintas yang terjadi gerakan lalu lintas yang bertentangan. Perhitungan Tundaan lalu lintas rata-rata tiap pendekat bisa dilihat pada Persamaan 3.19.

$$TLL = S \times \frac{0{,}5 \times (1-RH)^2}{(1-RH \times DJ)} + \frac{Nq1 \times 3600}{C} \quad (3.19)$$

2. Tundaan Geometri (TG)

   Tundaan geometri terjadi ketika kendaraan mengalami perlambatan dan percepatan saat melintasi simpang atau saat terhenti oleh lampu merah. Tundaan geometri simpang masing-masing pendekat dihitung dengan Persamaan 3.20.

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4) \quad (3.20)$$

dengan:

PB = porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat.

3. Tundaan Rata-rata (Ti)

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat i dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.21.

$$Ti = TLLi + TGi \tag{3.21}$$

Tundaan rata-rata untuk seluruh lengan Simpang APILL dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.22.

$$Ti = \frac{\sum(q \times T)}{qTotal} \tag{3.22}$$

3.4 Tingkat Pelayanan Persimpangan (*Level Of Service*)

Tingkat pelayanan pada persimpangan dapat ditentukan berdasarkan hasil tundaan. Menurut Menteri Perhubungan (2015), klasifikasi tingkat pelayanan pada persimpangan dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Tingkat Pelayanan pada Persimpangan

Tingkat Pelayanan	Nilai Tundaan (det/kend)
A	≤5
B	5 – 15
C	15 – 25
D	25 – 40
E	40 – 60
F	≥60

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

3.5 Permodelan PTV VISSIM

Menurut PTV-AG, pengertian dari PTV VISSIM (Verkehr in Stadten Simulations Mode) merupakan perangkat lunak asal Jerman yang bisa melakukan simulasi dan mengevaluasi kinerja untuk lalu lintas mikroskopik, transportasi umum, transportasi pribadi maupun pejalan kaki dalam berbagai skenario, termasuk permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, dan sinyal lalu lintas. Pada VISSIM dilakukan kalibrasi untuk mengubah nilai parameter pada *driving behaviour*.

Driving behaviour adalah parameter dari VISSIM yang mempengaruhi kondisi antar kendaraan dan harus disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan agar simulasi pada software VISSIM dapat sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Pengaturan itu disebut dengan proses kalibrasi. Proses kalibrasi dilakukan secara trial dan eror, sehingga perilaku pada VISSIM dapat sesuai dengan perilaku yang ada di lapangan.

Kalibrasi dalam perangkat lunak PTV VISSIM adalah langkah untuk menyesuaikan parameter model agar mencerminkan kondisi lalu lintas yang sesungguhnya dengan akurat. Proses ini melibatkan penyesuaian berdasarkan observasi perilaku pengemudi di lokasi yang relevan. Sementara itu, validasi adalah perbandingan antara hasil observasi dengan hasil simulasi pada VISSIM. Salah satu cara yang digunakan untuk validasi adalah merubah nilai random seed. Metode validasi yang dipakai berupa uji GEH (Geoffrey E.Havers) dan uji MAPE (Mean Absolute Percentage Error) karena keduanya memberikan pendekatan komplementer dalam mengukur keakuratan antara hasil simulasi dan data aktual lapangan. Perhitungan GEH dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.23.

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{qsimulated} - \text{qobserved})^2}{(\text{qsimulated} + \text{qobserved})}} \tag{3.23}$$

dengan:

qsimulated = data volume arus lalu lintas hasil simulasi (kendaraan/jam), dan

qobserved = 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 3.9.

Tabel 3.8 Ketentuan Nilai Error Rumus Statistik GEH

Nilai GEH	Kondisi
<5	Diterima
5 – 10	Peringatan: Kemungkinan Model Error atau Buruk
>10	Ditolak

Sumber: Gustavsson (2007)

Selanjutnya, untuk melakukan validasi eksternal dapat dilakukan dengan menggunakan persyaratan pengujian Mean Avarage Percentage Error (MAPE). Validasi eksternal dilakukan untuk memverifikasi parameter kinerja pada ruas jalan dan simpang, seperti kecepatan kendaraan dan panjang antrean. Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.24.

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^{n} \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \times 100\% \qquad (3.24)$$

Kesimpulan dari hasil perhitungan MAPE dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.9 Kesimpulan dari Hasil Perhitungan MAPE

Nilai MAPE	Kondisi
<10%	Kemampuan pemodelan sangat baik
10% - 20%	Kemampuan pemodelan baik
20% - 50%	Kemampuan pemodelan layak
>50%	Kemampuan pemodelan buruk

Sumber: Gutavsson (2007)

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini akan diuraikan tahapan yang akan dilakukan untuk menganalisis kinerja Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang KM 5 dengan pemodelan PTV VISSIM. Proses analisis ini memerlukan data yang sesuai agar mendapatkan hasil rekayasa lalu lintas yang diinginkan. Sehingga pada akhirnya tidak menyebabkan kegagalan validasi pada pemodelan simulasi PTV VISSIM.

4.2 Jenis Penelitian

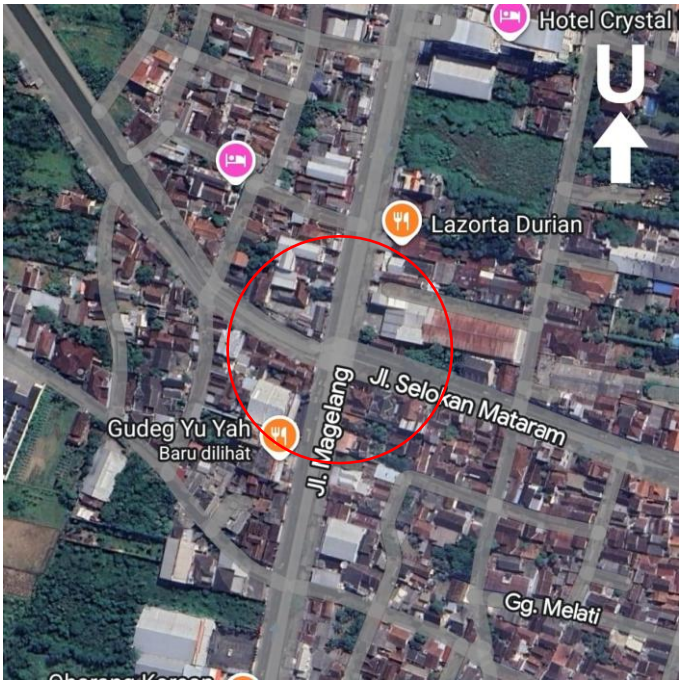
Metode utama yang digunakan peneliti untuk mencapai tujuan dan mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang ditentukan. Salah satu jenis dari metode penelitian adalah metode penelitian kuantitatif, (Arikunto, 2019). Metode kuantitatif sendiri terdiri dari beberapa metode seperti yang dinyatakan oleh Sanjaya (2013) sebagai berikut.

1. Eksperimen.
2. Survei.
3. Penelitian korelasi.
4. Studi perbandingan.
5. Studi perkembangan.

Penelitian kinerja Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 ini termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif karena penelitian ini menggunakan data-data yang berupa angka. Selain itu, metode yang dilakukan untuk mendapatkan data pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan survei yang selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

4.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Simpang Empat Selokan Mataram Jalan Magelang - Yogyakarta KM 5, Sinduadi, Mlati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kondisi simpang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Maps, 2025)

Simpang Empat Selokan Mataram Jalan Magelang - Yogyakarta KM 5 adalah simpang yang menghubungkan jalan:

Utara – Selatan : Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Timur – Barat : Jalan Selokan Mataram

4.4 Metode Pengumpulan Data

4.4.1 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu data primer dan sekunder. Dari kedua jenis data tersebut akan dilakukan analisis sehingga dapat diambil sebuah kesimpulan penelitian. Penjelasan mengenai kedua jenis data dan contoh dari kedua jenis data tersebut adalah sebagai berikut.

1. Data Primer

   Data yang diperoleh dengan cara survei langsung ke lapangan. Data primer penelitian ini antara lain.

   a. Data Volume Lalu Lintas

      Kendaraan lalu lintas yang diambil yaitu kendaraan yang melewati suatu titik pos pengamatan dimana kendaraan tersebut dibedakan dalam berbagai jenis, antara lain:

      1) Sepeda motor (SM)

         Terdiri dari kendaraan bermotor 2 atau 3 termasuk sepeda motor dan kendaraan roda 3 lainnya.

      2) Mobil penumpang (MP)

         Terdiri dari kendaraan bermotor beroda 4 termasuk mobil penumpang seperti sedan, jeep, oplet, mikrobus, pick up, mikro truck kecil.

      3) Kendaraan sedang (KS)

         Terdiri dari kendaraan bermotor yang mempunyai lebih dari 4 roda termasuk bus tanggung, bus metromini, truk sedang, dan kombinasi truk lainnya.

      4) Kendaraan tidak bermotor (KTB)

   b. Data Geometrik Simpang

      Data geometrik simpang dilakukan dengan mencatat keadaan yang ada pada lapangan seperti jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat dan tipe pendekat, ada dan tidaknya media jalan, mengukur lebar pendekat, lebar lajur, lebar bahu, lebar masuk dan keluarnya pendekat.

   c. Data Panjang Antrean pada Lapangan

      Data ini didapatkan dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran langsng pada saat berada di lokasi penelitian.

   d. Data *Driving Hehaviour*

      Driving behaviour merupakan parameter dari PTV VISSIM yang secara langsung mempengaruhi kondisi perilaku antar kendaraan. *Driving behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi saat ini di lapangan atau disebut dengan proses kalibrasi. Data *driving behaviour* didapatkan

dengan cara melakukan pengukuran jarak antar kendaraan di lokasi penelitian.

e. Data Kecepatan Kendaraan

Data ini didapatkan dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran langsung pada saat berada di lokasi penelitian.

2. Data Sekunder

Data yang didapatkan dari instasi terkait. Data sekunder meliputi denah lokasi (*maps*) tempat penelitian, dan data jumlah penduduk Kabupaten Sleman, yang diperoleh melalui Badan Pusat Statistik Daerah Iatimewa Yogyakarta.

4.4.2 Peralatan Penelitian

Beberapa peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kamera atau CCTV = digunakan untuk merekam volume lalu lintas.
2. Tripod kamera = digunakan untuk menopang kamera.
3. Formulir survei = digunakan untuk mencatat kecepatan kendaraan.
4. Alat tulis = digunakan untuk menulis.
5. *Roll meter* = digunakan untuk mengukur jarak pendekat.
6. *Stopwatch* = digunakan untuk menghitung driving behaviour.
7. *Walking Measure* = digunakan untuk mengukur panjang lajur jalan.
8. *Handy Talkie* = digunakan untuk mengukur panjang lajur jalan.
9. Lakban = digunakan untuk memperkuat tali pembatas jarak.
10. Tali rafia = digunakan untuk memberi batas jarak pengamatan.
11. Komputer = digunakan untuk mengolah data survei.

4.4.3 Waktu Pelaksanaan Penelitian

Waktu pelaksanaan survei dilakukan dengan dua waktu, yang pertama dilakukan pada akhir pekan yaitu Hari Minggu dan yang kedua dilakukan pada hari kerja yaitu Hari Senin. Penelitian ini dibagi menjadi 3 sesi selama 6 jam setiap harinya, dan dibagi menjadi beberapa interval waktu seperti setiap 15 menit yang digunakan untuk menentukan jam puncak pada saat melaksanakan pengamatan di lapangan. Waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan pengamatan sebagai berikut.

1. Pagi, pukul 06.00 – 08.00 WIB.
2. Siang, pukul 11.00 – 13.00 WIB.
3. Sore, pukul 15.00 – 17.00 WIB.

4.5 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023

   Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) digunakan untuk acuan dalam menganalisis kinerja simpang. Analisis kerja simpang meliputi derajat kejenuhan (DJ), tundaan (T), peluang antrean (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 antrean adalah kesempatan pada kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat.
   d. Penilaian kinerja menggunakan aturan Menteri Perhubungan 2015.

2. Pemodelan menggunakan *software* VISSIM

   Pemodelan menggunakan *software* VISSIM dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

   a. Pengaturan *Network Setting*

      VISSIM merupakan perangkat lunak asal Jerman, sehingga secara default perilaku lalu lintasnya menggunakan jalur kanan. Sementara itu, di Indonesia sistem lalu lintas menggunakan jalur kiri. Penyesuaian arah jalur kendaraan tersebut dapat dilakukan melalui pengaturan pada bagian *Network Setting*.

   b. Input Background Images

      Input backgroud images menggunakan peta lokasi penelitian dari *Google Earth*. *Background Images* digunakan untuk perbandingan skala lebar jalan asli dengan peta dari Google *Earth*.

c. Pengaturan *Set Scale*

Pengaturan skala antara *Google Earth* dan lebar jalan asli.

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

Setelah gambar lokasi selesai selanjutnya adalah pembuatan *link*. Lebar link disesuaikan dengan lebar asli lapangan pada setiap lajurnya.

e. Vehicle Inputs

Vehicle inputs digunakan untuk memasukkan volume arus lalu lintas. Memasukkan data volume lalu lintas ke dalam VISSIM membutuhkan data volume kendaraan selama jam puncak.

f. Vehicle Compositions

Vehicle composition digunakan untuk penggabungan dari setiap jenis kendaraan beserta kecepatannya pada jam puncak. Kecepatan kendaraan diperoleh dari hasil survei.

g. Speed Distribution

Sebelum memasukkan *speed distribution* harus mempunyai data kecepatan, kemudian dilakukan perhitungan jumlah kecepatan maksimal, kecepatan minimal, jumlah kelas serta lebar kelas untuk mengetahui interval kecepatannya.

h. Vehicle Routes

Vehicle routes adalah proses pengaturan rute. Rute digunakan untuk membuat pergerakan kendaraan.

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 tujuan yang diinginkan.

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.

k. *Reduced Speed Areas*

Reduced speed atau pengurangan kecepatan merupakan parameter kalibrasi yang dijadikan untuk menirukan kenyataan pengemudi dalam berkendara di jalan.

l. Pembuatan dan Pengaturan 3D *Models*

3D *Models* digunakan untuk mempercantik tampilan simulasi VISSIM dapat menambahkan objek bangunan, media jalan, marka jalan, trotoar, dan kendaraan 3D.

m. *Configuration and Running*

Configuration berfungsi untuk mengatur parameter yang digunakan dalam proses *running*.

n. Kalibrasi dan Validasi

Proses validasi dengan merubah nilai random seed sekurang-kurangnya 5× (lima kali perubahan) sehingga mendapatkan nilai rata-rata dari hasil running.

4.6 Analisis Data

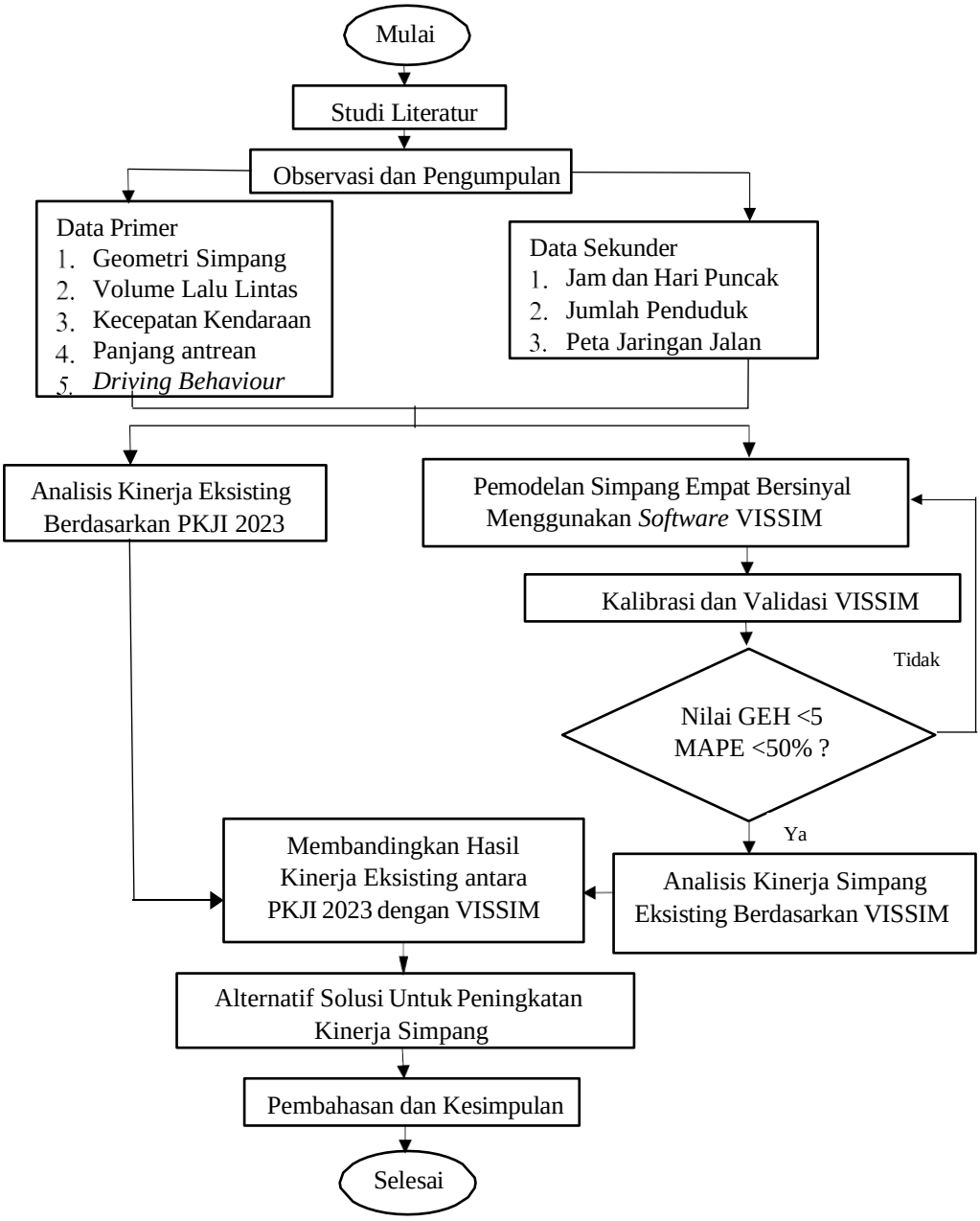
Tahap analisis data pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan *software* VISSIM. Data yang sudah didapatkan selanjutnya dianalisis sesuai acuan PKJI 2023 dan pemodelan *software* VISSIM untuk mengetahui kinerja simpang dan solusi alternatif perbaikan simpang. Langkah-langkah analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data primer yang sudah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan Microsoft Excel untuk mencari data volume jam puncak.
2. Setelah mendapatkan data volume jam puncak dan kecepatan tempuh kendaraan, selanjutnya adalah menganalisis untuk mendapatkan hasil kinerja dan tingkat pelayanan simpang pada kondisi eksisting dengan acuan PKJI 2023 dan pemodelan *software* VISSIM. Kinerja simpang dengan menghitung parameter kapasitas (C) hasil yang didapatkan meliputi derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrean dan penetapan tingkat pelayanan berdasarkan Menteri Perhubungan (2015).

3. Pemodelan *software* VISSIM meliputi pemodelan jaringan jalan, jumlah kendaraan, pengaturan rute, dan komposisi kendaraan disesuaikan dengan hasil survei.
4. Melakukan kalibrasi dan validasi data pada pemodelan *software* VISSIM. Kalibrasi dilakukan dengan cara mengubah nilai pada *parameter driving behaviour*. Selanjutnya proses validasi digunakan untuk menguji kebenaran proses kalibrasi dapat dikatakan valid jika hasil uji GEH dan uji MAPE mendekati kondisi *eksisting*.
5. Membandingkan hasil dari analisis metode PKJI 2023 dengan *software* VISSIM berdasarkan Tingkat Pelayanan. Jika hasil tidak memenuhi syarat maka diperlukan solusi alternatif perbaikan.
6. Mengusulkan alternatif solusi untuk peningkatan kinerja simpang berdasarkan Tingkat Pelayanan (*Level Of Service*) sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan 2015 tentang Penyelenggaraan Manajemen Lalu Lintas.
7. Membandingkan hasil setelah diberikan alternatif solusi antara PKJI 2023 dengan VISSIM.
8. Menetapkan alternatif solusi yang paling tepat.

4.7 Bagan Alir Penelitian

Dalam penelitian ini dibuat bagan alir atau *flowchart* yang menunjukkan urutan atau tahap-tahap pekerjaan yang akan dilakukan selama penelitian. Bagan alir dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Hasil Survei

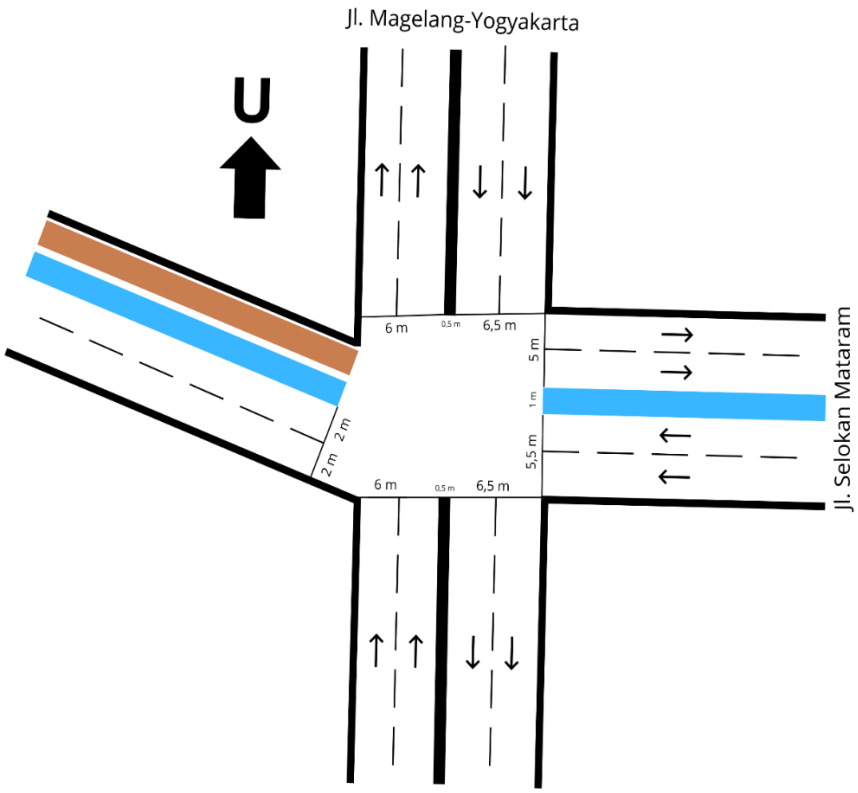
Data yang digunakan untuk analisis simpang ini terdiri dari dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat langsung dari pengamatan di lapangan, seperti bentuk dan ukuran simpang, jumlah kendaraan yang lewat, kecepatan kendaraan, panjang antrean, serta cara pengemudi berkendara. Sedangkan data sekunder adalah data yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya yang sudah dipublikasikan.

5.1.1 Data Geometri Simpang

Data Geometri Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 didapatkan langsung dari pengamatan di lapangan. Data yang didapatkan berupa jumlah lajur kendaraan, lebar pendekat, tipe simpang, dan terdapat median jalan atau tidak. Data geometri simpang dapat dilihat pada Tabel 5.1, dan gambar kondisi geometri simpang saat ini bisa dilihat pada Gambar 5.1.

Tabel 5.1 Data Geometri Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

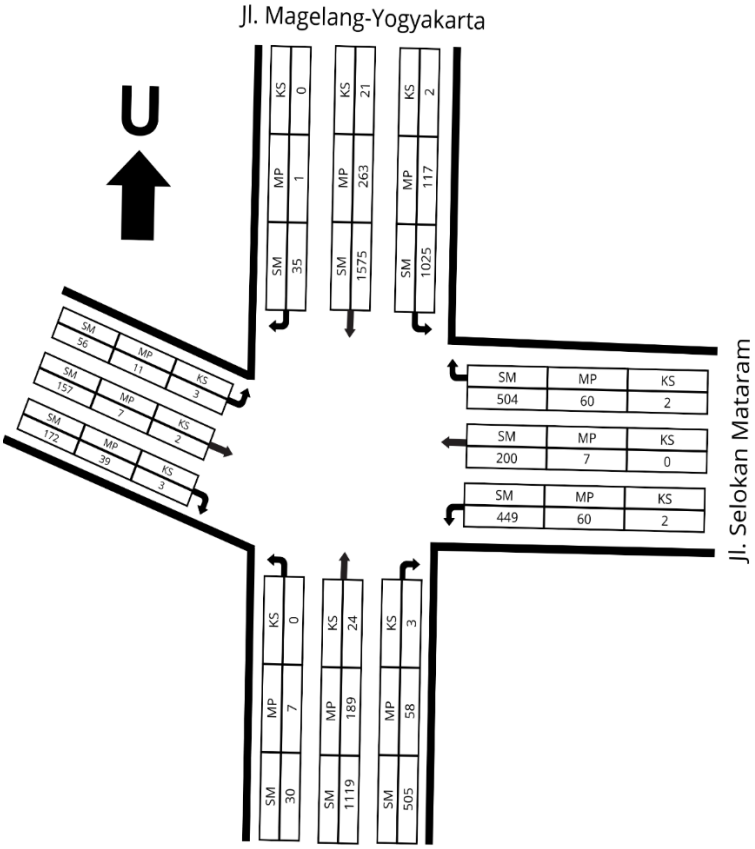
No	Lengan Simpang	Tipe Jalan	Lebar Pendekat (m)	Median
1	Utara	4/2-T	6,5	Ada
2	Selatan	4/2-T	6,5	Ada
3	Timur	4/2-T	5,5	Ada
4	Barat	2/2-TT	4	Tidak Ada



Gambar 5.1 Denah Geometri Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

5.1.2 Data Volume Lalu Lintas (*Eksisting*)

Data jumlah kendaraan yang melintas didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan kamera yang merekam lalu lintas untuk mengetahui volume kendaraan. Pengamatan ini dilakukan selama 6 jam per hari, masing-masing pada satu hari kerja (*weekday*) dan satu hari libur (*weekend*). Survei dilakukan pada Hari Minggu, 9 Januari 2025 dan Hari Senin, 10 Januari 2025. Waktu pengamatan dibagi menjadi tiga sesi, yaitu pagi pukul 06.00–08.00 WIB, siang pukul 11.00–13.00 WIB, dan sore pukul 15.00–17.00 WIB. Survei ini mencatat jumlah sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS). Hasil data dicatat dalam satuan kendaraan per jam. Rekapitulasi data volume lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Tabel 5.2.



Gambar 5.2 Distribusi Kendaraan Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Volume Lalu Lintas Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

Sesi	Waktu (WIB)	Volume Lalu Lintas (kend/jam)					
		Minggu			Senin		
		SM	MP	KS	SM	MP	KS
Pagi	06:00 – 07:00	4.100	687	36	5.656	809	63
	06:15 – 07:15	4.250	709	45	5.787	816	59
	06:30 – 07:30	4.676	788	51	6.185	869	69
	06:45 – 07:45	4.469	728	53	5.628	756	57
	07:00 – 08:00	4.442	730	58	5.397	734	55

Lanjutan Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Volume Lalu Lintas Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

Sesi	Waktu (WIB)	Volume Lalu Lintas (kend/jam)					
		Minggu			Senin		
		SM	MP	KS	SM	MP	KS
Siang	11:00 – 12:00	4.026	612	36	4.016	660	36
	11:15 – 12:15	4.203	666	39	4.419	718	44
	11:30 – 12:30	4.620	761	45	4.938	828	55
	11:45 – 12:45	4.350	729	43	4.855	786	51
	12:00 – 13:00	4.288	743	37	4.842	741	41
Sore	15:00 – 16:00	4.249	629	37	4.201	604	38
	15:15 – 16:15	4.390	649	43	4.299	675	42
	15:30 – 16:30	4.756	745	51	4.610	781	52
	15:45 – 16:45	4.609	742	53	4.442	770	51
	16:00 – 17:00	4.583	765	55	4.421	796	44

5.1.3 Data Panjang Antrean

Data panjang antrean dan nilai tundaan didapatkan dari pengamatan di lokasi penelitian. Hasil pengamatan data panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data Panjang Antrean

No	Lengan Simpang	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Magelang – Yogyakarta (Utara)	155
2	Jl. Magelang – Yogyakarta (Selatan)	135
3	Jl. Selokan Mataram (Timur)	45
4	Jl. Selokan Mataram (Barat)	40

5.1.4 Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan didapatkan dengan cara mengamati dan mencatat waktu tempuh oleh sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS) saat melintasi masing-masing lengan setiap arah jalan dengan panjang segmen yang diamati sejauh 20 meter. Tabel 5.4 menunjukkan rekapitulasi data rata-rata kecepatan kendaraan di Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Data Rata-rata Kecepatan Kendaraan

Lengan Simpang	SM (km/jam)	MP (km/jam)	KS (km/jam)
Jl. Magelang – Yogyakarta (Utara)	33,48	20,61	12,27
Jl. Magelang – Yogyakarta (Selatan)	29,48	18,84	12,32
Jl. Selokan Mataram (Timur)	24,56	19,99	16,16
Jl. Selokan Mataram (Barat)	27,23	15,28	14,15

5.1.5 Data *Driving Behaviour*

Data *driving behaviour* diperoleh dari dari hasil pengamatan dan pengukuran langsung di setiap ruas, penelitian ini berdasarkan parameter yang berlaku yaitu *distance standing* dan *distance driving*. Hasil nilai data *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Data *Driving Behaviour*

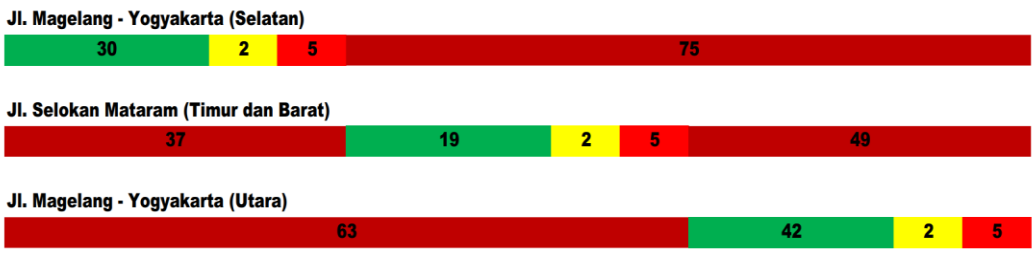
Lengan Simpang	Kendaraan Berjalan			
	Berhenti		Bergerak	
	Jarak Depan-Belakang (m)	Jarak Samping (m)	Jarak Depan-Belakang (m)	Jarak Samping (m)
Lengan Utara	0,4	0,4	0,6	0,7
	0,3	0,6	0,4	0,5
	0,3	0,3	0,3	0,4
	0,2	0,2	0,2	0,5
	0,3	0,5	0,9	0,7

Lanjutan Tabel 5.5 Data *Driving Behaviour*

Lengan Simpang	Kendaraan Berjalan			
	Berhenti		Bergerak	
	Jarak Depan-Belakang (m)	Jarak Samping (m)	Jarak Depan-Belakang (m)	Jarak Samping (m)
Lengan Timur	0,4	0,4	1	0,4
	0,5	0,3	0,5	0,5
	0,5	0,2	0,4	0,3
	0,6	0,2	0,5	0,4
	0,6	0,4	0,6	0,4
Lengan Selatan	0,4	0,4	0,4	0,6
	0,2	0,7	1,4	0,5
	0,3	0,5	0,6	0,7
	0,5	0,4	0,4	0,5
	0,6	0,5	0,3	0,4
Lengan Barat	0,3	0,4	0,9	0,3
	0,4	0,3	0,5	0,2
	0,5	0,2	0,4	0,4
	0,3	0,4	0,5	0,3
	0,2	0,3	0,3	0,2

5.1.6 Data Persinyalan Lalu Lintas

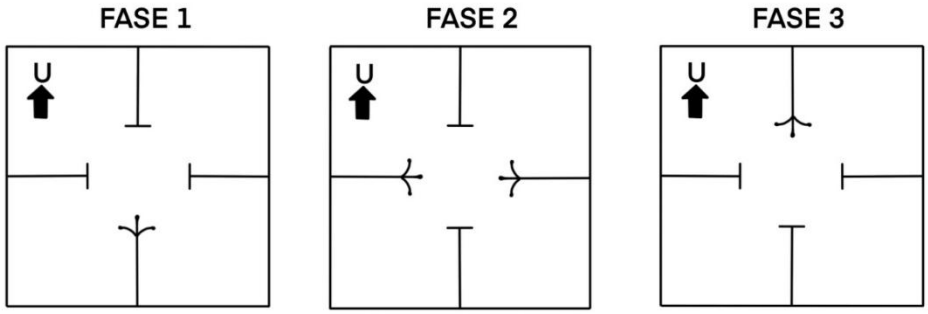
Simpang Empat Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 memiliki 3 fase lalu lintas, fase ini dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.3



Gambar 5.3 Diagram Fase Pagi, Siang dan Sore Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

Tabel 5.6 Data Sinyal Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

Pendekat	Fase	Data Sinyal Simpang 4 Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang - Yogyakarta			Waktu Siklus (detik)
		Pagi/Siang/Sore			
		WH	WK	WMS	
Utara	1	42	2	5	112
Selatan	2	30	2	5	112
Timur - Barat	3	19	2	5	112



Gambar 5.4 Arah Fase Simpang 4 Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang – Yogyakarta

5.2 Data Sekunder

Penelitian ini dilakukan di simpang 4 APILL Jl. Magelang - Yogyakarta yang menghubungkan Jl. Magelang – Yogyakarta lengan utara, Jl. Magelang – Yogyakarta lengan selatan, Jl.Selokan Jati Mataram lengan timur , dan Jl.Selokan Jati Mataram lengan barat. Data jumlah penduduk Kota Yogyakarta berdasarkan dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta 2025 adalah sebanyak 4.179.333 jiwa.

5.3 Analisis Simpang Eksisting Berdasarkan PKJI 2023

Analisis kinerja simpang eksisting berdasarkan PKJI 2023 bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas, derajat kejenuhan, serta karakteristik/perilaku lalu lintas, termasuk tundaan serta peluang antrean. Langkah-langkah perhitungan kinerja simpang dilakukan dengan sebagai berikut.

5.3.1 Perhitungan Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas pada Simpang Empat Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 pada satuan kendaraan/jam, dapat dilihat pada Tabel 5.2. Untuk mencari nilai jam puncak, perlu dikonversikan dari satuan kend/jam menjadi smp/jam. Perhitungan nilai ekuivalensi mobil penumbang (EMP) agar dapat menjadi smp/jam dapat menggunakan nilai dari Tabel 3.2. Berikut ini hasil perhitungan volume (smp/jam).

1. Jalan Magelang – Yogyakarta (Utara)
   a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,15
      Belok Kiri = 1025 x 0,15 = 153,75 smp/jam
      Belok Kanan = 35 x 0,15 = 5,25 smp/jam
      Lurus = 1575 x 0,15 = 236,25 smp/jam
   b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1
      Belok Kiri = 117 x 1 = 117 smp/jam
      Belok Kanan = 1 x 1 = 1 smp/jam
      Lurus = 263 = 263 smp/jam
   c. Kendaraan Sedang (KS), emp = 1,3
      Belok Kiri = 2 x 1,3 = 2,6 smp/jam
      Belok Kanan = 0 x 1,3 = 0 smp/jam
      Lurus = 21 x 1,3 = 27,3 smp/jam
2. Jalan Magelang – Yogyakarta (Selatan)
   a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,15
      Belok Kiri = 30 x 0,15 = 4,50 smp/jam
      Belok Kanan = 505 x 0,15 = 75,75 smp/jam
      Lurus = 1119 x 0,15 = 167,85 smp/jam
   b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1
      Belok Kiri = 7 x 1 = 7 smp/jam
      Belok Kanan = 58 x 1 = 58 smp/jam
      Lurus = 189 x 1 = 189 smp/jam
   c. Kendaraan Sedang (KS), emp = 1,3
      Belok Kiri = 0 x 1,3 = 0 smp/jam
      Belok Kanan = 3 x 1,3 = 3,9 smp/jam

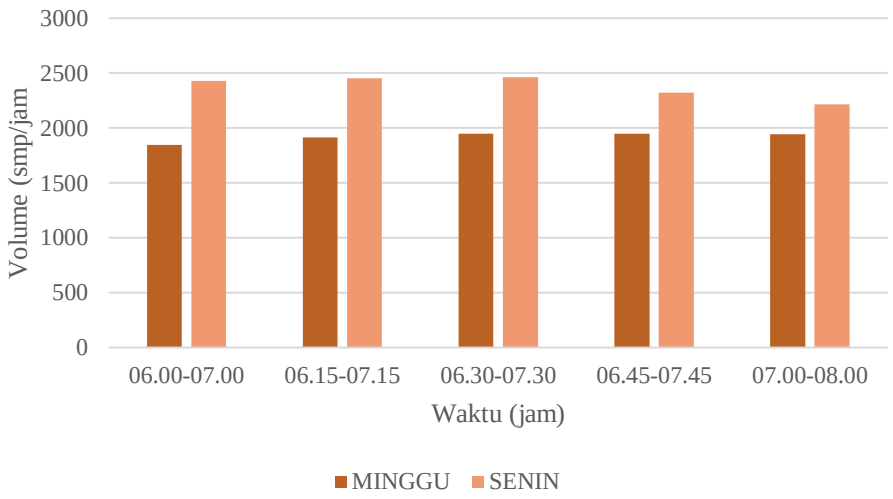
Lurus = 24 x 1,3 = 31,2 smp/jam

3. Jalan Selokan Mataram (Timur)
   a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,40
      Belok Kiri = 449 x 0,4 = 179,60 smp/jam
      Belok Kanan = 504 x 0,4 = 201,60 smp/jam3
      Lurus = 200 x 0,4 = 80 smp/jam
   b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1
      Belok Kiri = 49 x 1 = 49 smp/jam
      Belok Kanan = 60 x 1 = 60 smp/jam
      Lurus = 7 x 1 = 7 smp/jam
   c. Kendaraan Sedang (KS), emp = 1,3
      Belok Kiri = 6 x 1,3 = 7,8 smp/jam
      Belok Kanan = 2 x 1,3 = 2,6 smp/jam
      Lurus = 0 x 0 = 0 smp/jam
4. Jalan Selokan Mataram (Barat)
   a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,40
      Belok Kiri = 56 x 0,4 = 22,40 smp/jam
      Belok Kanan = 172 x 0,4 = 68,80 smp/jam
      Lurus = 157 x 0,4 = 62,80 smp/jam
   b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1
      Belok Kiri = 11 x 1 = 11 smp/jam
      Belok Kanan = 39 x 1 = 39 smp/jam
      Lurus = 7 x 1 = 7 smp/jam
   c. Kendaraan Sedang (KS), emp = 1,3
      Belok Kiri = 3 x 1,3 = 3,9 smp/jam
      Belok Kanan = 3 x 1,3 = 3,9 smp/jam
      Lurus = 2 x 1,3 = 2,6 smp/jam

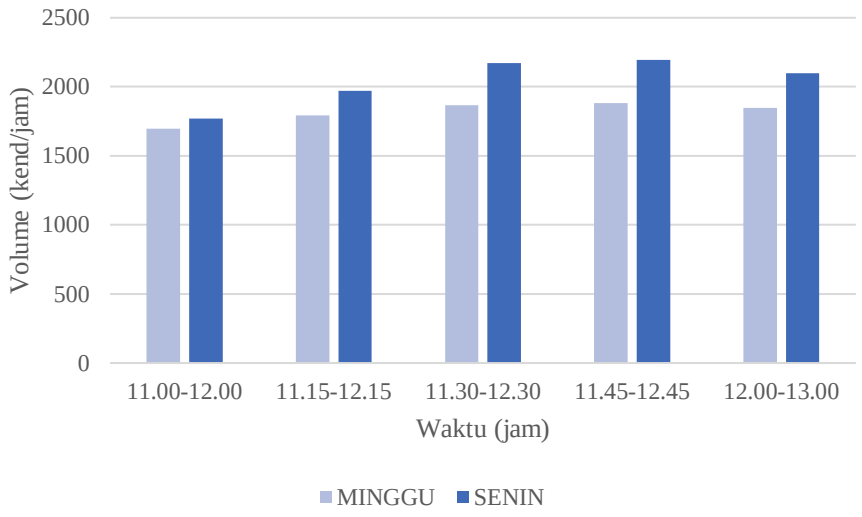
Total volume kendaraan = 2152,35 smp/jam

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang 4 APILL Selokan Mataram KM 5 Jalan Mgelang-Yogyakarta

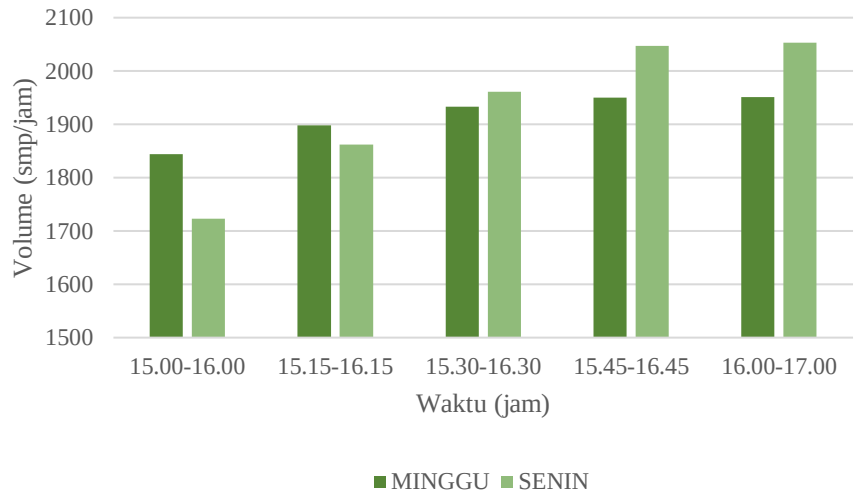
Waktu	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)	
	Minggu	Senin
06.00-07.00	1844	2429
06.15-07.15	1915	2451
06.30-07.30	1945	**2461**
06.45-07.45	1949	2320
07.00-08.00	1940	2215
11.00-12.00	1696	1771
11.15-12.15	1794	1970
11.30-12.30	1868	2173
11.45-12.45	1882	2194
12.00-13.00	1849	2099
15.00-16.00	1844	1723
15.15-16.15	1898	1862
15.30-16.30	1933	1962
15.45-16.45	1950	2047
16.00-17.00	1951	2053



Gambar 5. 5 Grafik Volume Simpang 4 Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang - Yogyakarta Sesi Pagi (smp/jam)



Gambar 5.6 Grafik Volume Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 Sesi Siang (smp/jam)



Gambar 5.7 Grafik Volume Simpang 4 Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 Sesi Sore (smp/jam)

Hasil rekapitulasi volume lalu lintas, menunjukkan bahwa jam puncak terjadi pada Hari Senin, dengan jam puncak berada pada waktu 06.30 – 07.30, di mana volume kendaraan mencapai 2.461 smp/jam.

5.3.2 Jumlah Arus Kendaraan

Berdasarkan data yang ada, berikut merupakan jumlah arus kendaraan setiap lengan pada Simpang Empat APILL Selokan Mataram Jalan Mgelang-Yogyakarta

KM 5 adalah sebagai berikut.

1. Lengan Utara = 806 smp/jam
2. Lengan Timur = 588 smp/jam
3. Lengan Selatan = 537 smp/jam
4. Lengan Barat = 221 smp/jam

5.3.3 Data Lebar Efektif Lengan

Berikut merupakan data lebar efektif pada setiap lengan pada simpang.

1. Lengan Utara = 6,50 m
2. Lengan Timur = 5,50 m
3. Lengan Selatan = 6,50 m
4. Lengan Barat = 4,00 m

5.3.4 Perhitungan Arus Jenuh

Berikut merupakan perhitungan arus jenuh dasar dengan menggunakan Persamaan 3. Adalah sebagai berikut.

1. Lengan Utara

   $J_0 = 600 \times Le$

   $J_0 = 600 \times 6,5$

   $J_0 = 3.900$

2. Lengan Timur

   $J_0 = 600 \times Le$

   $J_0 = 600 \times 5,5$

   $J_0 = 3.300$

3. Lengan Selatan

   $J_0 = 600 \times Le$

   $J_0 = 600 \times 6,5$

   $J_0 = 3.900$

4. Lengan Barat

   $J_0 = 600 \times Le$

   $J_0 = 600 \times 2,0$

   $J_0 = 1.200$

5.3.5 Penentuan Faktor Koreksi

Dalam perhitungan arus jenuh, perlu ditentukan beberapa faktor koreksi, yaitu faktor koreksi ukuran kota (FUK), faktor hambatan samping (FHS), faktor kemiringan jalan (FG), faktor parkir (FP), faktor belok kanan (FBKa), dan faktor belok kiri (FBKi). Berikut ini adalah proses perhitungan arus jenuh di Simpang 4 APILL Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang-Yogyakarta.

1. Faktor Hambatan Samping (FHS)
   a. Lengan Timur

      Berdasarkan observasi di lokasi penelitian, ditentukan bahwa Jalan Selokan Mataram (Lengan Timur) termasuk di kawasan lingkungan komersial yang direpresentasikan oleh adanya pertokoan dan jalan ini tergolong memiliki hambatan samping yang tinggi. Berdasarkan Tabel 3.4, dengan rasio kendaraan bermotor sebesar 0,00, nilai Faktor Hambatan Samping (FHS) untuk jalan ini adalah 0,93.

   b. Lengan Barat

      Data dari survei yang sama menunjukkan bahwa Jalan Selokan Mataram yang terdapat pada Lengan Barat ini juga berada di lingkungan komersial dengan banyak pertokoan dan permukiman. Jalan ini juga masuk dalam kategori hambatan samping tinggi. Berdasarkan Tabel 3.4 dan rasio kendaraan bermotor 0,00, diperoleh nilai FHS sebesar 0,93.

   c. Lengan Utara

      Berdasarkan data dari Survei Updating Kinerja Lalu Lintas 2024 oleh DISHUB DIY, Jalan Magelang-Yogyakarta lengan utara ini berada di area komersial dengan kondisi wilayah yang banyak pertokoan, permukiman, perkantoran, dan fasilitas pendidikan. Lingkungan ini termasuk dalam kategori hambatan samping tinggi. Dengan rasio kendaraan bermotor sebesar 0,00 dan mengacu pada Tabel 3.4, nilai FHS yang diperoleh adalah 0,93.

   d. Lengan Selatan

      Berdasarkan data dari Survei Updating Kinerja Lalu Lintas 2024 oleh DISHUB DIY, Jalan Magelang-Yogyakarta lengan selatan ini juga

berada di area komersial dengan kondisi wilayah yang terdapat banyak pertokoan, permukiman, perkantoran, dan fasilitas pendidikan. Lingkungan ini termasuk dalam kategori hambatan samping tinggi. Dengan rasio kendaraan bermotor sebesar 0,00 dan mengacu pada Tabel 3.4, nilai FHS yang diperoleh adalah 0,93.

2. Faktor Ukuran Kota (F_{UK})

   Berdasarkan data jumlah penduduk Kota Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang diperoleh dari badan pusat Statistik. Pada tahun 2025 didapatkan jumlah penduduk sebanyak 4.179.333 jiwa. Berdasarkan Tabel 3. Maka didapatkan nilai Faktor Koreksi Ukuran Kota sebesar 1,050 dan nilai berikut digunakan untuk analisis setiap lengan.

3. Faktor Kelandaian (F_G)

   Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan bantuan software Google Earth, didapatkan kemiringan atau slope sebesar 0% untuk semua jalan pada simpang, maka nilai faktor kelandaian adalah 1.

4. Faktor Parkir (F_P)

   Berdasarkan dari pengamatan secara langsung di lokasi penelitian, tidak terdapat kendaraan yang terparkir di sepanjang lengan, baik itu di lengan utara, timur, selatan, ataupun lengan barat. Oleh karena itu, didapatkan nilai faktor koreksi parkir Simpang 4 APILL Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang-Yogyakarta pada setiap lengan adalah 1.

5. Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{BKi})

   Untuk mengetahui nilai rasio arus belok kiri (R_{BKi}) dapat menggunakan Persamaan 3.5 dan untuk mengetahui nilai faktor koreksi belok kiri (F_{BKi}) dapat menggunakan Persamaan 3.6. Berikut merupakan perhitungan faktor koreksi belok kiri.

   a. Lengan Utara

      $R_{BKi} = \frac{qBKI}{qTotal}$

      $R_{BKi} = \frac{273}{806}$

      $R_{BKi} = 0{,}34$

$F_{BKi} = 1{,}0 - R_{BKi} \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 1{,}0 - 0{,}34 \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 0{,}946$

b. Lengan Timur

$R_{BKi} = \frac{qBKI}{qTotal}$

$R_{BKi} = \frac{236}{588}$

$R_{BKi} = 0{,}40$

$F_{BKi} = 1{,}0 - R_{BKi} \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 1{,}0 - 0{,}40 \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 0{,}936$

c. Lengan Selatan

$R_{BKi} = \frac{qBKI}{qTotal}$

$R_{BKi} = \frac{12}{537}$

$R_{BKi} = 0{,}02$

$F_{BKi} = 1{,}0 - R_{BKi} \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 1{,}0 - 0{,}02 \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 0{,}997$

d. Lengan Selatan

$R_{BKi} = \frac{qBKI}{qTotal}$

$R_{BKi} = \frac{37}{221}$

$R_{BKi} = 0{,}17$

$F_{BKi} = 1{,}0 - R_{BKi} \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 1{,}0 - 0{,}17 \times 0{,}16$

$F_{BKi} = 0{,}973$

6. Faktor Koreksi Belok Kanan

Untuk mengetahui nilai rasio arus belok kanan (R_{BKa}) dapat menggunakan Persamaan 3.5 dan untuk mengetahui nilai faktor koreksi belok kanan (F_{BKa}) dapat menggunakan Persamaan 3.6. Berikut merupakan perhitungan

faktor koreksi belok kanan.

a. Lengan Utara

   Dikarenakan terdapat median pada Lengan Utara, maka nilai FBKa Lengan Utara adalah 1.

b. Lengan Timur-Barat

   Dikarenakan Lengan Timur-Barat merupakan fase terlawan, maka nilai FBKa Lengan Timur-Barat adalah 1.

c. Lengan Selatan

   Dikarenakan terdapat median pada Lengan Selatan, maka nilai FBKa Lengan Selatan adalah 1.

5.3.6 Perhitungan Nilai Arus Jenuh

Berdasarkan nilai arus jenuh dasar serta faktor-faktor koreksi yang telah dianalisis di atas, maka untuk mencari nilai arus jenuh pada setiap lengan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3. Berikut merupakan perhitungan nilai arus jenuh.

1. Lengan Utara

   $J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKa}$

   $J = 3.900 \times 0{,}93 \times 1{,}050 \times 1 \times 1 \times 0{,}946 \times 1{,}0$

   $J = 3.602$ smp/jam

2. Lengan Timur

   $J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKa}$

   $J = 3.300 \times 0{,}93 \times 1{,}050 \times 1 \times 1 \times 0{,}936 \times 1{,}0$

   $J = 3.015$ smp/jam

3. Lengan Selatan

   $J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKa}$

   $J = 3.900 \times 0{,}93 \times 1{,}050 \times 1 \times 1 \times 0{,}997 \times 1{,}0$

   $J = 3.795$

4. Lengan Barat

   $J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKa}$

   $J = 1.200 \times 0{,}93 \times 1{,}050 \times 1 \times 1 \times 0{,}973 \times 1{,}0$

J = 1.140

5.3.7 Waktu Siklus Eksisting

Berdasarkan pengamatan secara langsung dilapangan didapatkan bahwa siklus Simpang Empat APILL Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5 adalah 112 detik, dengan waktu kuning (WK) adalah 2 detik, dan waktu merah semua (WMS) adalah 5 detik untuk setiap lengannya.

5.3.8 Waktu Hijau

Berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan, terdapat 3 fase pada Simpang Empat APILL Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5. Nilai waktu hijau (WH) yang didapatkan setiap fasenya dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Data Waktu Hijau Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang – Yogyakarta KM 5

Fase	Pendekat	Waktu Hijau (detik)
1	Utara	42
2	Timur - Barat	19
3	Selatan	30

5.3.9 Perhitungan Kapasitas

Perhitungan nilai dari kapasitas dapat dicari menggunakan Persamaan 3.12. Berikut merupakan perhitungan kapasitas Simpang Empat APILL Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang-Yogyakarta sebagai berikut.

1. Lengan Utara

   $C = J \times \frac{WH}{s}$

   $C = 3.602 \times \frac{42}{112}$

   C = 1.351 smp/jam

2. Lengan Timur

   $C = J \times \frac{WH}{s}$

C = 3.015 × $\frac{19}{112}$

C = 511 smp/jam

3. Lengan Selatan

C = J × $\frac{WH}{s}$

C = 3.795 × $\frac{30}{112}$

C = 1.017 smp/jam

4. Lengan Barat

C = J × $\frac{WH}{s}$

C = 1.140 × $\frac{19}{112}$

C = 193 smp/jam

5.3.10 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Untuk mencari nilai derajat kejenuhan (D_J) dapat menggunakan Persamaan 3.13. Berikut merupakan perhitungan nilai Derajat Kejenuhan Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 sebagai berikut.

1. Lengan Utara

D_J = $\frac{q}{C}$

D_J = $\frac{806}{1.351}$

D_J = 0,597

2. Lengan Timur

D_J = $\frac{q}{C}$

D_J = $\frac{588}{511}$

D_J = 1,149

3. Lengan Selatan

D_J = $\frac{q}{C}$

D_J = $\frac{537}{1.017}$

D_J = 0,528

4. Lengan Barat

$D_J = \frac{q}{C}$

$D_J = \frac{221}{193}$

$D_J = 1{,}145$

5.3.11 Perhitungan Panjang Antrean

Dalam mencari nilai panjang antrean, dapat dicari menggunakan Persamaan 3.14. Berikut merupakan perhitungan panjang antrean Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 sebagai berikut.

1. Lengan Utara

   Lengan ini memiliki nilai derajat kejenuhan $D_J > 0{,}5$ sehingga nilai Nq1 dapat dihitung sebagai berikut.

   $N_{q1} = 0{,}25 \times s \times \left\{(DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0{,}5)}{s}}\right\}$

   $N_{q1} = 0{,}25 \times 112 \times \left\{(0{,}597 - 1) + \sqrt{(0{,}597 - 1)^2 + \frac{8 \times (0{,}597 - 0{,}5)}{112}}\right\}$

   $N_{q1} = 0$ smp

   Untuk mencari nilai dari jumlah rata-rata antrean kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrean selama fase merah (Nq2) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.17. Nilai Nq2 dapat dihitung sebagai berikut.

   $N_{q2} = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$

   $N_{q2} = s \times \frac{\left(1 - \left(\frac{42}{112}\right)\right)}{\left(1 - \left(\frac{42}{112}\right) \times 0{,}597\right)} \times \frac{806}{3600}$

   $N_{q2} = 100$ smp

   Untuk mencari jumlah rata-rata antrean kendaraan (Nq) dapat menggunakan Persamaan 3.14. Nilai Nq dapat dihitung sebagai berikut.

   $Nq = Nq1 + Nq2$

   $Nq = 0 + 100$

   $Nq = 100$ smp

   Untuk mencari nilai dari panjang antrean (PA) dapat menggunakan Persamaan 3.18. Nilai PA dapat dihitung sebagai berikut.

   $PA = Nq \times \frac{20}{LM}$

   $PA = 100 \times \frac{20}{6{,}50}$

PA = 310,769 m

2. Lengan Timur

Lengan ini memiliki nilai derajat kejenuhan D_J > 0,5 sehingga nilai Nq1 dapat dihitung sebagai berikut.

$$N_{q1} = 0{,}25 \times s \times \left\{(DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0{,}5)}{s}}\right\}$$

$$N_{q1} = 0{,}25 \times 112 \times \left\{(1{,}149 - 1) + \sqrt{(1{,}149 - 1)^2 + \frac{8 \times (1{,}149 - 0{,}5)}{112}}\right\}$$

N_{q1} = 11 smp

Untuk mencari nilai dari jumlah rata-rata antrean kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrean selama fase merah (Nq2) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.17. Nilai Nq2 dapat dihitung sebagai berikut.

$$N_{q2} = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$$

$$N_{q2} = s \times \frac{\left(1 - \left(\frac{19}{112}\right)\right)}{\left(1 - \left(\frac{19}{112}\right) \times 1{,}149\right)} \times \frac{588}{3600}$$

N_{q2} = 108 smp

Untuk mencari jumlah rata-rata antrean kendaraan (Nq) dapat menggunakan Persamaan 3.14. Nilai Nq dapat dihitung sebagai berikut.

Nq = Nq1 + Nq2

Nq = 11 + 108

Nq = 119 smp

Untuk mencari nilai dari panjang antrean (PA) dapat menggunakan Persamaan 3.18. Nilai PA dapat dihitung sebagai berikut.

$$PA = Nq \times \frac{20}{LM}$$

$$PA = 119 \times \frac{20}{5{,}50}$$

PA = 436,364 m

3. Lengan Selatan

Lengan ini memiliki nilai derajat kejenuhan D_J > 0,5 sehingga nilai Nq1 dapat dihitung sebagai berikut.

N_{q1} $= 0{,}25 \times s \times \left\{(DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0{,}5)}{s}}\right\}$

N_{q1} $= 0{,}25 \times 112 \times \left\{(0{,}528 - 1) + \sqrt{(0{,}528 - 1)^2 + \frac{8 \times (0{,}528 - 0{,}5)}{112}}\right\}$

N_{q1} $= 0$ smp

Untuk mencari nilai dari jumlah rata-rata antrean kendaraan yang datang dan terhenti dalam antrean selama fase merah (Nq2) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.17. Nilai Nq2 dapat dihitung sebagai berikut.

N_{q2} $= s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$

N_{q2} $= s \times \frac{\left(1 - \left(\frac{30}{112}\right)\right)}{\left(1 - \left(\frac{30}{112}\right) \times 0{,}528\right)} \times \frac{537}{3600}$

N_{q2} $= 107$ smp

Untuk mencari jumlah rata-rata antrean kendaraan (Nq) dapat menggunakan Persamaan 3.14. Nilai Nq dapat dihitung sebagai berikut.

$Nq = Nq1 + Nq2$

$Nq = 0 + 107$

$Nq = 107$ smp

Untuk mencari nilai dari panjang antrean (PA) dapat menggunakan Persamaan 3.18. Nilai PA dapat dihitung sebagai berikut.

$PA = Nq \times \frac{20}{6{,}50}$

$PA = 107 \times \frac{20}{6{,}50}$

$PA = 329{,}231$ m

4. Lengan Barat

Lengan ini memiliki nilai derajat kejenuhan $D_J > 0{,}5$ sehingga nilai Nq1 dapat dihitung sebagai berikut.

N_{q1} $= 0{,}25 \times s \times \left\{(DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0{,}5)}{s}}\right\}$

N_{q1} $= 0{,}25 \times 112 \times \left\{(1{,}145 - 1) + \sqrt{(1{,}145 - 1)^2 + \frac{8 \times (1{,}145 - 0{,}5)}{112}}\right\}$

N_{q1} $= 11$ smp

Untuk mencari nilai dari jumlah rata-rata antrean kendaraan yang datang

dan terhenti dalam antrean selama fase merah (Nq2) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.17. Nilai Nq2 dapat dihitung sebagai berikut.

$N_{q2} = s \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$

$N_{q2} = s \times \frac{(1-\left(\frac{19}{112}\right))}{(1-\left(\frac{19}{112}\right) \times 1{,}145)} \times \frac{221}{3600}$

$N_{q2} = 111$ smp

Untuk mencari jumlah rata-rata antrean kendaraan (Nq) dapat menggunakan Persamaan 3.14. Nilai Nq dapat dihitung sebagai berikut.

$Nq = Nq1 + Nq2$

$Nq = 11 + 111$

$Nq = 122$ smp

Untuk mencari nilai dari panjang antrean (PA) dapat menggunakan Persamaan 3.18. Nilai PA dapat dihitung sebagai berikut.

$PA = Nq \times \frac{20}{2{,}0}$

$PA = 107 \times \frac{20}{2{,}0}$

$PA = 1.220$ m

5.3.12 Perhitungan Rasio Kendaraan Terhenti

Perhitungan nilai kendaraan terhenti adalah sebagai berikut.

1. Lengan Utara

Nilai rasio kendaraan henti (R_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus yang dinyatakan pada Persamaan 3.19. Perhitungan nilai RKH adalah sebagai berikut.

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600$

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{100}{806{,}15 \times 112} \times 3600$

$R_{KH} = 3.624$

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 3.20. Berikut merupakan perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}).

N_{KH} = q × R_{KH}

N_{KH} = 806,15 × 3,624

N_{KH} = 2.922 smp/jam

2. Lengan Timur

Nilai rasio kendaraan henti (R_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus yang dinyatakan pada Persamaan 3.19. Perhitungan nilai RKH adalah sebagai berikut.

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600$

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{120}{588 \times 112} \times 3600$

R_{KH} = 5.908

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 3.20. Berikut merupakan perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}).

N_{KH} = q × R_{KH}

N_{KH} = 588 × 5,908

N_{KH} = 3.471 smp/jam

3. Lengan Selatan

Nilai rasio kendaraan henti (R_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus yang dinyatakan pada Persamaan 3.19. Perhitungan nilai RKH adalah sebagai berikut.

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600$

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{107}{537{,}20 \times 112} \times 3600$

R_{KH} = 5,762

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 3.20. Berikut merupakan perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}).

N_{KH} = q × R_{KH}

N_{KH} = 537,20 × 5,762

N_{KH} = 3.095 smp/jam

4. Lengan Barat

Nilai rasio kendaraan henti (R_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus yang dinyatakan pada Persamaan 3.19. Perhitungan nilai RKH adalah sebagai berikut.

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600$

$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{122}{221 \times 112} \times 3600$

R_{KH} = 15.941

Jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 3.20. Berikut merupakan perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}).

$N_{KH} = q \times R_{KH}$

N_{KH} = 221 × 15.941

N_{KH} = 3.529 smp/jam

Rasio rata-rata kendaraan berhenti untuk seluruh simpang APILL, atau disebut sebagai angka henti seluruh simpang APILL ($R_{KH\ Total}$), dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.21. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut.

$R_{KHtotal} = \frac{\sum NKH}{qTotal}$

$R_{KHtotal} = \frac{2922 + 3471 + 3095 + 3529}{2152}$

R_{KH}total = 6.048 smp/jam

5.3.13 Tundaan

1. Lengan Utara

Perhitungan tundaan lalu lintas

$T_{LL} = s \times \frac{(0{,}5 \times (1-\mathrm{RH})\text{^}}{(1-RH \times DJ)} + \frac{Nq1 \times 3600}{C}$

$= 112 \times \frac{(0{,}5 \times (1-42)\text{^}}{(1-42 \times 0{,}597)} + \frac{0 \times 3600}{1351}$

= 62,636 detik/smp

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

T_G = (1 – R_{KH}) × P_B × 6 + (R_{KH} × 4)

= (1 – 3,624) × 0,50 × 6 + (3,624 × 4)

= 6,608 detik/smp

Tundaan rata-rata untuk setiap lengan dapat dihitung sebagai berikut.

Ti = T_{LL} + T_G

= 62,636 + 6,608

= 69,245 detik/smp

2. Lengan Timur

Perhitungan tundaan lalu lintas

T_{LL} = s × $\frac{(0{,}5 \times (1-\mathrm{RH})^{\wedge}}{(1-RH \times DJ)} + \frac{Nq1 \times 3600}{C}$

= 112 × $\frac{(0{,}5 \times (1-19)^{\wedge}}{(1-19 \times 1{,}149)} + \frac{11 \times 3600}{511}$

= 148.463 detik/smp

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

T_G = (1 – R_{KH}) × P_B × 6 + (R_{KH} × 4)

= (1 – 5,908) × 0,50 × 6 + (5,908 × 4)

= 8,408 detik/smp

Tundaan rata-rata untuk setiap lengan dapat dihitung sebagai berikut.

Ti = T_{LL} + T_G

= 148.463 + 8,408

= 157.341 detik/smp

3. Lengan Selatan

Perhitungan tundaan lalu lintas

T_{LL} = s × $\frac{(0{,}5 \times (1-\mathrm{RH})^{\wedge}}{(1-RH \times DJ)} + \frac{Nq1 \times 3600}{C}$

= 112 × $\frac{(0{,}5 \times (1-30)^{\wedge}}{(1-30 \times 0{,}528)} + \frac{0 \times 3600}{938}$

= 60,766 detik/smp

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

T_G = (1 – R_{KH}) × P_B × 6 + (R_{KH} × 4)

= (1 – 5,762) × 0,50 × 6 + (5,762 × 4)

= 8,733 detik/smp

Tundaan rata-rata untuk setiap lengan dapat dihitung sebagai berikut.

Ti = T_{LL} + T_G

= 60,766 + 8,733

= 69,499 detik/smp

4. Lengan Barat

Perhitungan tundaan lalu lintas

T_{LL} = s × $\frac{(0{,}5 \times (1-\mathrm{RH})\text{^}}{(1-RH \times DJ)} + \frac{Nq1 \times 3600}{C}$

= 112 × $\frac{(0{,}5 \times (1-19)\text{^}}{(1-19 \times 1{,}149)} + \frac{46 \times 3600}{193}$

= 277,694 detik/smp

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

T_G = (1 – R_{KH}) × P_B × 6 + (R_{KH} × 4)

= (1 – 15,941) × 0,50 × 6 + (15,941 × 4)

= 63,763 detik/smp

Tundaan rata-rata untuk setiap lengan dapat dihitung sebagai berikut.

Ti = T_{LL} + T_G

= 277,694 + 67,763

= 341,457 detik/smp

5.3.14 Penentuan Tingkat Pelayanan

Berikut ini merupakan tabel rekapitulasi tingkat pelayanan simpang pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Tingkat Pelayanan Simpang Empat APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5

Parameter		**Hasil PKJI 2023**
Tundaan Perlengan (detik/smp)	Utara	69,245
	Timur - Barat	157,341
	Selatan	69,499
Tundaan Simpang (detik/smp)		121,360
Tingkat Pelayanan Simpang		F

Berdasarkan hasil perhitungan kondisi eksisting di persimpangan, diperoleh nilai tundaan (Ti) untuk setiap masing-masing lengan adalah 69,245 detik/smp untuk lengan utara, 157,341 detik/smp untuk lengan timur dan lengan barat; 69,499 detik/smp untuk lengan selatan. Rata-rata nilai tundaan untuk seluruh lengan simpang adalah 121,360 detik/smp. Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan (Level of Service) di Simpang Empat APILL Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang-Yogyakarta termasuk kategori F, yang berarti pelayanan lalu lintas sangat buruk. Sementara itu, karena jalan di simpang empat ini merupakan jalan kolektor sekunder, seharusnya tingkat pelayanannya minimal berada pada kategori C. Artinya, kondisi saat ini belum memenuhi standar yang ditetapkan.

5.4 Pemodelan VISSIM Eksisting

Berdasarkan dari data primer yang sudah didapat, dan analisis sesuai denga metode PKJI 2023 Pada Simpang Empat APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5, maka selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan software PTV VISSIM. Pemodelan dilakukan dengan tujuan untuk mempresentasikan keadaan yang ada di lokasi penelitian. Hasil dari pemodelan yang didapat ini biasanya dapat berupa volume, panjang antrean, kecepatan, serta tundaan pada simpang. Hasil pemodelan ini nantinya dapat diuji validasinya dengan rumus GEH dan MAPE. Apabila hasil dari default tidak memenuhi syarat, maka perlu dilakukannya kalibrasi.

5.4.1 Hasil Pemodelan Sebelum Kalibrasi (Default)

Berikut merupakan perhitungan hasil pemodelan VISSIM sebelum dilakukannya kalibrasi (default).

1. Perhitungan Volume Kendaraan
   a. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{qsimulated} - \text{qobserved})^2}{(\text{qsimulated} + \text{qobserved})}}$$

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (3002 - 3039)^2}{(3002 + 3039)}}$$

GEH = 0,673

b. Lengan Timur (Jalan Selokan Mataram)

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \times (qsimulated - qobserved)^2}{(qsimulated + qobserved)}}$$

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \times (1243 - 1277)^2}{(1243 - 1277)}}$$

GEH = 0,958

c. Lengan Selatan (Jalan Magelang-Yogyakarta)

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \times (qsimulated - qobserved)^2}{(qsimulated + qobserved)}}$$

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \times (1984 - 1935)^2}{(1984 + 1935)}}$$

GEH = 1,107

d. Lengan Barat (Jalan Selokan Mataram)

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \times (qsimulated - qobserved)^2}{(qsimulated + qobserved)}}$$

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \times (462 - 450)^2}{(462 + 450)}}$$

GEH = 0,562

Nilai GEH untuk semua lengan jika nilainya lebih dari 5, maka dinyatakan tidak memenuhi syarat.

2. Perhitungan Panjang Antrean

a. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

$$MAPE = \left| \frac{155 - 146{,}93}{155} \right| \times 100\%$$

MAPE = 90%

b. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

MAPE $= \left|\frac{45-46,37}{45}\right| \times 100\%$

MAPE = 19%

c. MAPE = Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

MAPE $= \left|\frac{135-87,72}{135}\right| \times 100\%$

MAPE = 78%

d. MAPE = Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

MAPE $= \left|\frac{40-85,63}{40}\right| \times 100\%$

MAPE = 57%

Nilai MAPE untuk semua lengan jika lebih dari 50%, maka dinyatakan belum memenuhi syarat.

5.4.2 Hasil Pemodelan Setelah Dilakukan Kalibrasi

Untuk mendapatkan hasil kalibrasi yang sesuai dengan nilai GEH dan MAPE, maka diperlukan mengganti nilai-nilai komponen dari *driving behaviour*. Adapun perubahan yang dilakukan pada *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Nilai Perubahan *Driving Behaviour* Setelah Kalibrasi

Parameter Yang Diubah			**Nilai**	
			Sebelum	**Sesudah**
Car Following	*Avarage Standstill Distance (m)*		2	0,5
	Additive Part of Safety Distance		2	0,5
	Multiplicative Part of Safety Distance		3	0,8
	Look ahed distance (m)	*Minimum*	0	0
		Maximum	250	150
		Observed vehicles	4	3
	Look back distance (m)	*Minimum*	0	0
		Maximum	150	150

Lanjutan Tabel 5.10 Nilai Perubahan *Driving Behaviour* Setelah Kalibrasi

Lane Change	*Waiting time before diffusion (s)*	60	40
	Minimum headway (front/rear) (m)	0,5	0,5
	Safety distance reduction factor	0,6	0,6
Lateral	*Desired position at free flow*	*Middle Of Lane*	*Any*
	Minimum distance standing (m)	0,2	0,2
	Minimum distance driving (m)	1	1
	Overtake on same lane	*None*	*On Left On Right*
Signal Controller	*Behaviour at Red/Amber Signal*	*Go*	*Go*

Berikut merupakan perhitungan uji GEH dan MAPE pemodelan VISSIM pasca dilkukannya kalibrasi.

1. Perhitungan Volume Kendaraan
   a. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{qsimulated} - \text{qobserved})^2}{(\text{qsimulated} + \text{qobserved})}}$$

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (3033 - 3039)^2}{(3033 + 3039)}}$$

GEH = 0,109

   b. Lengan Timur (Jalan Selokan Mataram)

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{qsimulated} - \text{qobserved})^2}{(\text{qsimulated} + \text{qobserved})}}$$

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (1243 - 1277)^2}{(1243 + 1277)}}$$

GEH = 0,958

c. Lengan Selatan (Jalan Magelang-Yogyakarta)

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{qsimulated}-\text{qobserved})^2}{(\text{qsimulated}+\text{qobserved})}}$$

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (1985-1935)^2}{(1985+1935)}}$$

GEH = 1,129

d. Lengan Barat (Jalan Selokan Mataram)

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (\text{qsimulated}-\text{qobserved})^2}{(\text{qsimulated}+\text{qobserved})}}$$

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{2 \times (462-450)^2}{(462+450)}}$$

GEH = 0,562

Nilai GEH untuk semua lengan jika nilainya lebih dari 5, maka dinyatakan tidak memenuhi syarat.

2. Perhitungan Panjang Antrean

a. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

$$\text{MAPE} = \left|\frac{155-141{,}63}{155}\right| \times 100\%$$

MAPE = 9%

b. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

$$\text{MAPE} = \left|\frac{45-43{,}92}{45}\right| \times 100\%$$

MAPE = 2%

c. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

$$\text{MAPE} = \left|\frac{135-95{,}75}{135}\right| \times 100\%$$

MAPE = 29%

d. Lengan Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta)

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

$$\text{MAPE} = \left| \frac{40 - 59{,}11}{40} \right| \times 100\%$$

MAPE = 48%

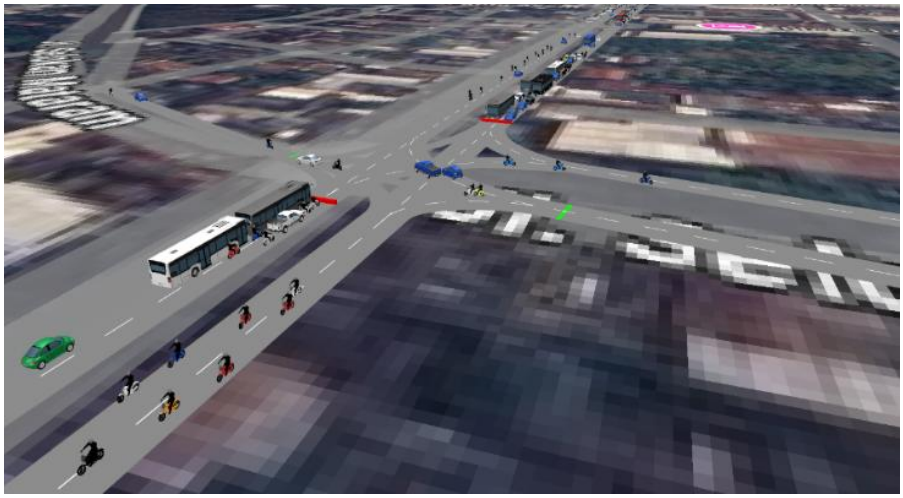
Nilai MAPE untuk semua lengan jika lebih dari 50%, maka dinyatakan belum memenuhi syarat.

5.4.3 Perbandingan Antara Sebelum dan Sesudah Dilakukannya Kalibrasi

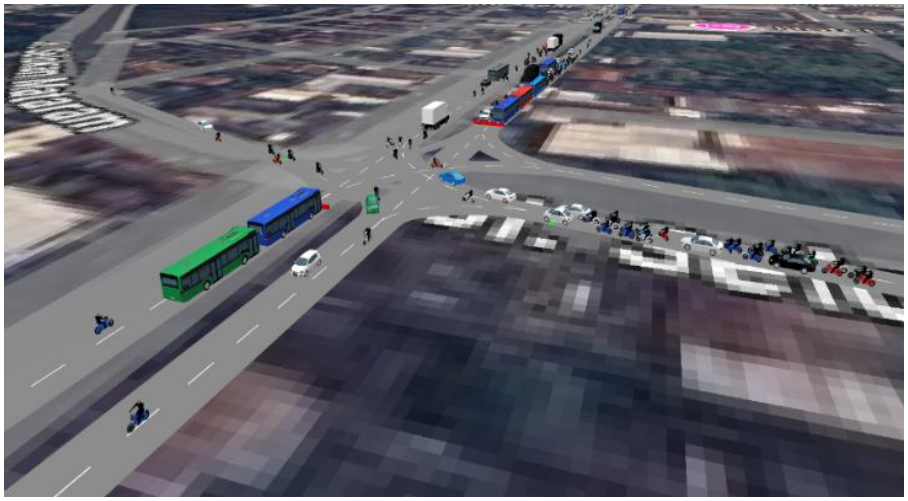
Berikut merupakan hasil perbandingan antara sebelum serta sesudah kalibrasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Perbandingan VISSIM Sebelum dan Sesudah Kalibrasi

Parameter	**Kondisi**	**Pendekat Lengan**			
		Utara	**Timur**	**Selatan**	**Barat**
Volume (Kend/jam)	Eksisting	3039	1277	1935	450
	Sebelum	3002 Aman	1243 Aman	1984 Aman	462 Aman
	Sesudah	3033 Aman	1243 Aman	1985 Aman	462 Aman
	Nilai GEH	0,109	0,958	1,129	0,562
Panjang Antrean (m)	Eksisting	155	45	135	40
	Sebelum	146,93 Tidak Aman	46,37 Aman	87,72 Tidak Aman	85,63 Tidak Aman
	Sesudah	141,63 Aman	43,92 Aman	95,75 Aman	59,11 Aman
	Nilai MAPE	9%	2%	29%	48%



Gambar 5.8 Pemodelan VISSIM Kondisi Eksisting Sebelum Kalibrasi



Gambar 5.9 Pemodelan VISSIM Kondisi Eksisting Setelah Kalibrasi

Berdasarkan Gambar 5.8 dan Gambar 5.9, terlihat perbedaan secara visual sebelum dilakukan kalibrasi dengan setelah dilakukan kalibrasi. Jarak antar kendaraan setelah dilakukan kalibrasi menjadi lebih rapat dan teratur sehingga dapat mempresentasikan kondisi di lapangan.

5.5 Perbandingan Analisis Eksisting PKJI 2023 dengan PTV VISSIM

Hasil analisis eksisting PKJI 2023 dengan PTV VISSIM memiliki beberapa perbedaan. Perbedaan hasil analisis PKJI 2023 dan VISSIM dapat dilihat di Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Perbandingan Kinerja Eksistig Antara PKJI 2023 dan PTV VISSIM

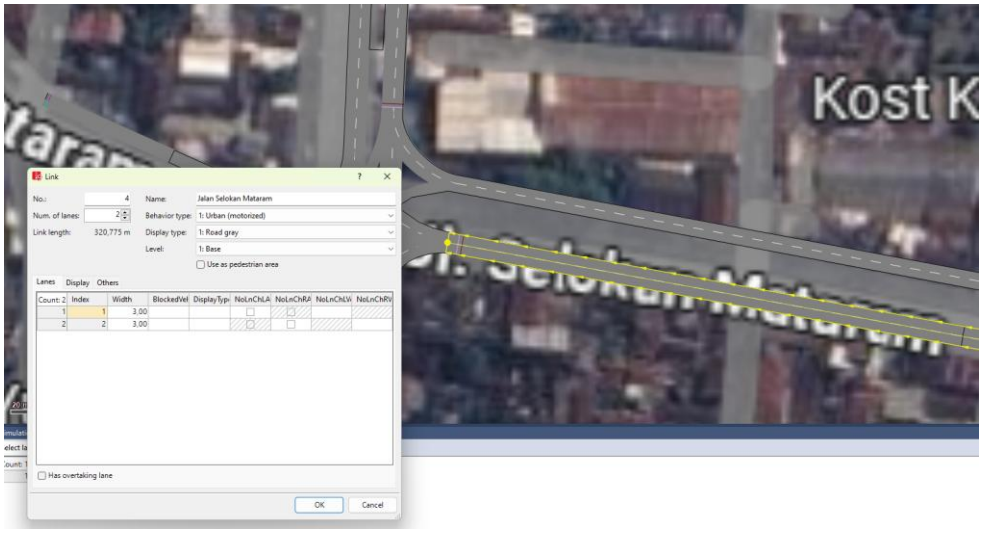
No	Parameter	PKJI 2023				VISSIM			
		U	T	S	B	U	T	S	B
1	Derajat Kejenuhan	0,597	1,149	0,528	1,145	0,725	1,095	0,633	1,236
2	Panjang Antrean (m)	301	280	326	270	142	44	96	59
3	Tundaan (det/smp)	69,245	157,341	69,499	341,457	67,98	45,98	50,21	49,17
4	Tundaan Simpang (det/smp)	121,360				57,373			
5	Tingkat Pelayanan	F				E			

Berdasarkan Tabel 5.12 tersebut, terdapat beberapa perbedaan parameter yang mencakup derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan, dan tundaan simpang. Pada parameter panjang antrean dan nilai tundaan, hasil dari PKJI 2023 pada semua lengan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode PTV VISSIM. Perbedaan ini dimungkinkan karena PKJI 2023 menggunakan pendekatan perhitungan matematis dengan standar nasional Indonesia, sementara VISSIM menggunakan simulasi lalu lintas yang lebih kompleks, yang mempertimbangkan analisis visual serta perilaku berkendara di lapangan.

5.6 Skema Alternatif Solusi

5.6.1 Alternatif Solusi 1

Alternatif solusi 1 adalah penambahan lebar lajur sebesar 0,5 m pada lengan timur, dari lebar yang sebelumnya 5,5 m menjadi 6 m. Nilai hasil rekapitulasi dari PKJI 2023 dan Metode VISSIM dengan menerapkan alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.10, Tabel 5.13, Tabel 5.14, dan Tabel 5.15.



Gambar 5.10 Penambahan Lebar Lajur pada Lengan Timur

Tabel 5.13 Rekapitulasi Hasil VISSIM Alternatif Solusi 1

Parameter	**Lengan Simpang**			
	Utara	**Timur**	**Selatan**	**Barat**
Panjang Antrean (m)	147,54	45,13	86,9	51,75
Derajat Kejenuhan	0,725	1,007	0,636	1,236
Tundaan (det/kend)	61,19	41,04	51,13	51,75
Tundaan Rata-rata Simpang (det/kend)	53,846			
Tingkat Pelayanan	E			

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Perhitungan PKJI Alternatif Solusi 1

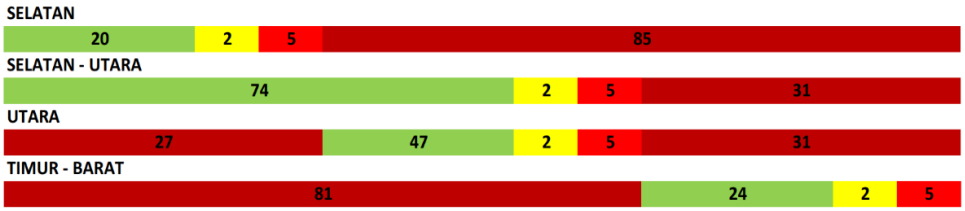
Parameter	**Lengan Simpang**			
	Utara	**Timur**	**Selatan**	**Barat**
Panjang Antrean (m)	301,528	380,100	326,154	1270,01
Derajat Kejenuhan	0,725	1,007	0,633	1,236
Tundaan (det/kend)	55,822	321,375	37,335	321,375
Tundaan Rata-rata Simpang (det/kend)	116,311			
Tingkat Pelayanan	F			

Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Perhitungan PKJI dari Sebelum dan Sesudah dilakukan Pelebaran Lajur pada Lengan Timur

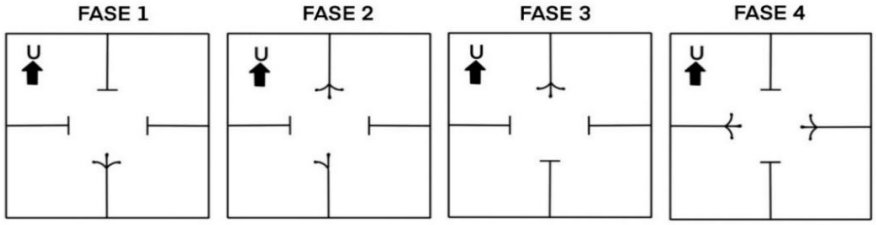
Lengan Pendekat	Kondisi	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (det/smp)
Utara	Sebelum	0,597	310,769	69,245
	Sesudah	0,725	301,538	74,046
Timur	Sebelum	1,149	436,364	157,341
	Sesudah	1,007	380,000	110,149
Selatan	Sebelum	0,528	329,231	69,499
	Sesudah	0,633	326,154	71,612
Barat	Sebelum	1,145	1220,00	341,457
	Sesudah	1,236	1270,00	424,370

5.6.2 Alternatif Solusi 2

Alternatif solusi 2 adalah melakukan perubahan penerapan fase terlawan pada Lengan Utara dan Lengan Selatan, dari fase yang sebelumnya Lengan Utara dan Lengan Selatan adalah fase terlindung, kemudian berubah menjadi fase terlawan. Perubahan/penyesuaian waktu siklus karena perubahan fase pada Lengan Utara dan Lengan Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.11, Gambar 5.12, Tabel 5.16, Tabel 5.17, Tabel 5.18, dan Tabel 5.19.



Gambar 5.11 Diagram Fase Alternatif Solusi 2



Gambar 5.12 Skema Fase Terlawan Alternatif Solusi 2

Tabel 5.16 Rekapitulasi Fase APILL Alternatif Solusi 2 Sebelum dan Sesudah

Pendekat	Fase	Sebelum			Sesudah			Waktu Siklus
		WH	WK	WMS	WH	WK	WMS	
Utara	1	42	2	5	47	2	5	112
Timur-Barat	2	19	2	5	24	2	5	112
Selatan	3	30	2	5	20	2	5	112
Selatan - Utara	4				74	2	5	112

Tabel 5.17 Rekapitulasi Hasil VISSIM Alternatif Solusi 2

Parameter	Lengan Simpang			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
Derajat Kejenuhan	1,049	0,871	0,396	0,982
Panjang Antrean (m)	164	46	60	59
Tundaan (det/kend)	52,86	41,03	53,72	48,21
Tundaan Simpang (det/kend)	52,058			
Tingkat Pelayanan	E			

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil PKJI Alternatif Solusi 2

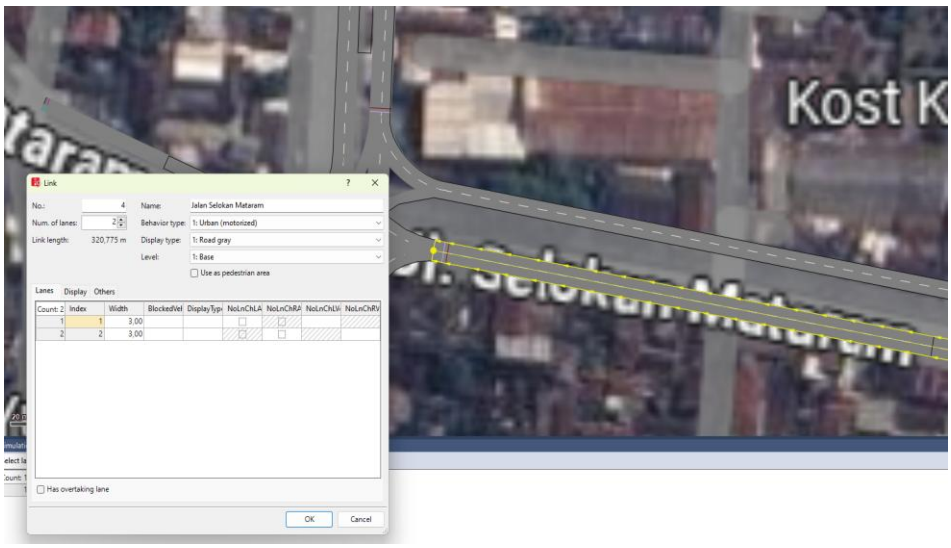
Parameter	Lengan Simpang			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
Derajat Kejenuhan	0,973	0,909	0,357	0,906
Panjang Antrean (m)	261	403	280	1130
Tundaan (det/kend)	95,309	92,018	54,003	166,87
Tundaan Simpang (det/kend)	89,016			
Tingkat Pelayanan	F			

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil dari Alternatif Solusi 2 Sebelum dan Sesudah dilakukan Perubahan Fase Terlawan pada Lengan Utara dan Selatan

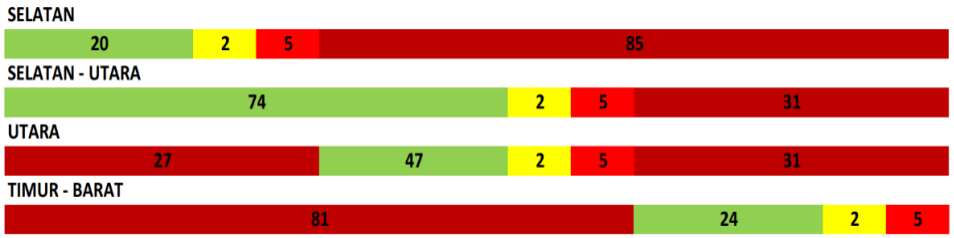
Lengan Pendekat	Kondisi	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (det/smp)
Utara	Sebelum	0,597	310,769	69,245
	Sesudah	0,973	261,538	95,309
Timur	Sebelum	1,149	436,364	157,341
	Sesudah	0,909	403,636	92,018
Selatan	Sebelum	0,528	329,231	69,499
	Sesudah	0,357	280,000	54,003
Barat	Sebelum	1,145	1220,00	341,457
	Sesudah	0,906	1130,00	166,872

5.6.3 Alternatif Solusi 3

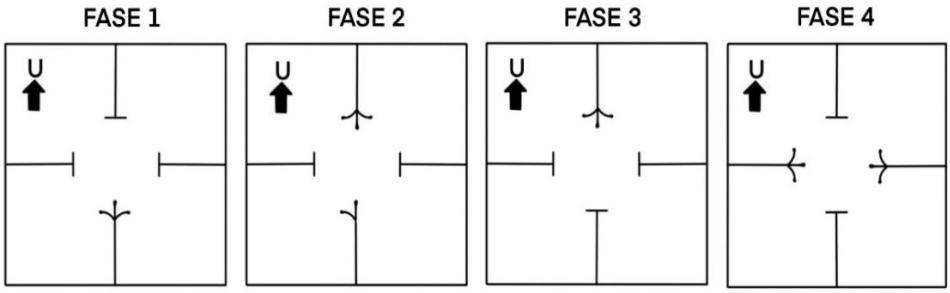
Alternatif solusi 3 adalah mengkombinasikan antara alternatif solusi 1 dan alternatif solusi 2, yaitu melakukan pelebaran lajur pada lengan bagian timur sebesar 0,5 m dan menerapkan fase terlawan pada Lengan Utara dan Lengan Selatan. Hasil rekapitulasi dari sebelum dan sesudah pelebaran lajur pada Lengan Timur dan juga perubahan/penyesuaian waktu siklus karena perubahan fase pada Lengan Utara dan Lengan Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.13, Gambar 5.14, Gambar 5.15, Tabel 5.20 dan Tabel 5.17 sebagai berikut.



Gambar 5.13 Penambahan Lebar Lajur pada Lengan Timur



Gambar 5.14 Diagram Fase Alternatif Solusi 3



Gambar 5.15 Skema Fase Terlawan Alternatif Solusi 3

Tabel 5.20 Rekapitulasi Fase APILL Alternatif Solusi 3 Sebelum dan Sesudah

Pendekat	Fase	Sebelum			Sesudah			Waktu Siklus
		WH	WK	WMS	WH	WK	WMS	
Utara	1	42	2	5	47	2	5	112
Timur-Barat	2	19	2	5	24	2	5	112
Selatan	3	30	2	5	20	2	5	112
Selatan - Utara	4				74	2	5	112

Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil VISSIM Alternatif Solusi 3

Parameter	Lengan Simpang			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
Derajat Kejenuhan	1,047	0,795	0,396	0,986
Panjang Antrean (m)	145	45	95	59
Tundaan (det/kend)	56,35	38,62	55,16	46,78
Tundaan Simpang (det/kend)	50,607			
Tingkat Pelayanan	E			

Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil PKJI Alternatif Solusi 3

Parameter	Lengan Simpang			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
Derajat Kejenuhan	0,973	0,834	0,357	0,906
Panjang Antrean (m)	261	363	280	1130
Tundaan (det/kend)	95,309	83,184	54,003	166,872
Tundaan Simpang (det/kend)	87,331			
Tingkat Pelayanan	F			

Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil dari Sebelum dan Sesudah dilakukan Alternatif Solusi 3

Lengan Pendekat	Kondisi	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrean (m)	Tundaan (det/smp)
Utara	Sebelum	0,597	310,769	69,245
	Sesudah	0,973	261,538	95,309
Timur	Sebelum	1,149	436,364	157,341
	Sesudah	0,834	363,333	83,184
Selatan	Sebelum	0,528	329,231	69,499
	Sesudah	0,357	280,000	54,003
Barat	Sebelum	1,145	1220,00	341,457
	Sesudah	0,906	1130,00	166,872

5.7 Pembahasan Kinerja Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang - Yogyakarta KM 5

Berdasarkan Analisis menggunakan PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM menunjukkan adanya perbedaan hasil. Evaluasi kinerja berdasarkan PKJI 2023 mencakup derajat kejenuhan, panjang antrean, serta tundaan pada simpang. Sementara itu, hasil dari pemodelan VISSIM meliputi panjang antrean dan tundaan. Analisis menggunakan PKJI 2023 dan simulasi dengan VISSIM dilakukan sebanyak empat kali dengan kondisi yang berbeda-beda, yaitu kondisi eksisting, alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3. Perbandingan hasil dari masing-masing kondisi adalah sebagai berikut.

5.7.1 Perbandingan Antar Nilai Derajat Kejenuhan

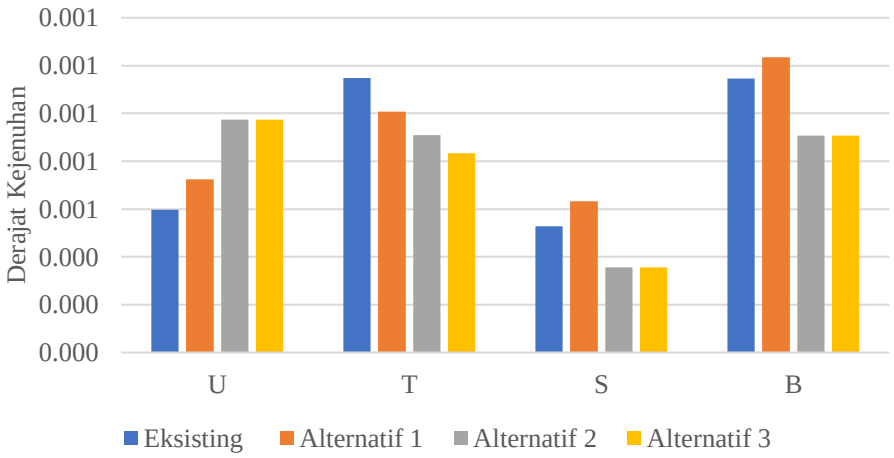
Terdapat perbedaan nilai derajat kejenuhan dari kondisi eksisting, alternatif solusi 1, alternatif solusi 2, dan alternatif solusi 3. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.24, Tabel 5.25, dan Gambar Diagram 5.15 dan 5.16.

Tabel 5.24 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan dengan PKJI 2023

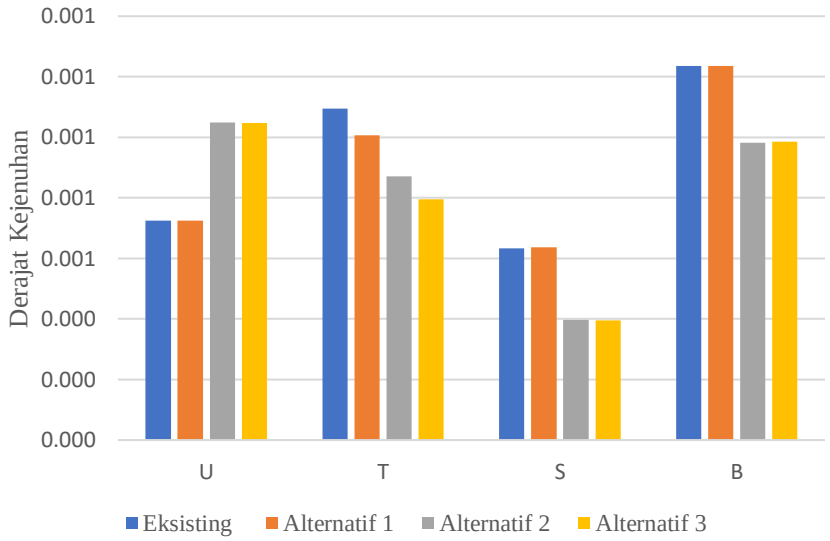
Pendekat	Derajat Kejenuhan			
	Eksisting	Alternatif Solusi 1	Alternatif Solusi 2	Alternatif Solusi 3
Utara	0,597	0,725	0,973	0,973
Timur	1,149	1,007	0,909	0,834
Selatan	0,528	0,633	0,357	0,357
Barat	1,145	1,236	0,906	0,906

Tabel 5.25 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan dengan VISSIM

Pendekat	Derajat Kejenuhan			
	Eksisting	Alternatif Solusi 1	Alternatif Solusi 2	Alternatif Solusi 3
Utara	0,725	0,725	1,049	1,047
Timur	1,095	1,007	0,871	0,795
Selatan	0,633	0,636	0,396	0,396
Barat	1,236	1,236	0,982	0,986



Gambar 5.15 Diagram Perbandingan Antar Nilai Derajat Kejenuhan dengan PKJI 2023

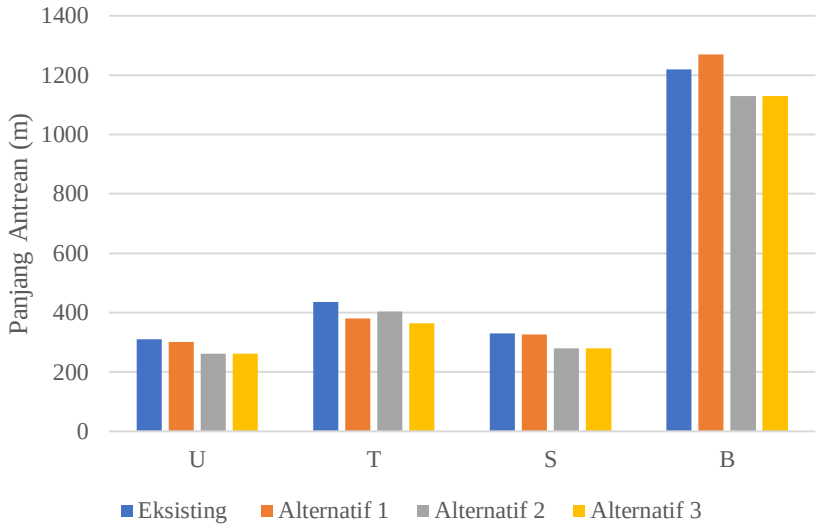


Gambar 5.16 Diagram Perbandingan Antar Nilai Derajat Kejenuhan dengan VISSIM

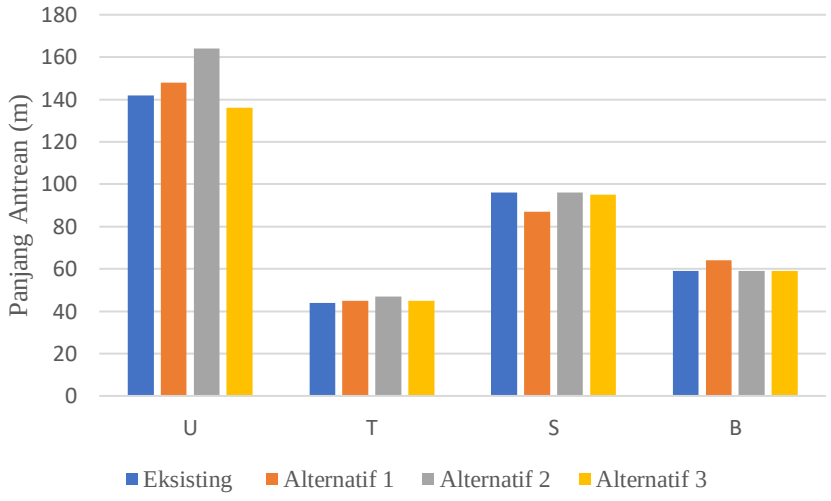
Berdasarkan Tabel 5.24 dan Gambar 5.15, alternatif solusi 3 mengalami penurunan nilai derajat kejenuhan paling besar terutama pada Lengan Timur. Hal tersebut disebabkan oleh waktu siklus yang mengalami perubahan fase dari 3 fase menjadi 4 fase. Berdasarkan hasil di atas, diperoleh alternatif solusi terbaik berdasarkan derajat kejenuhan yaitu pada alternatif solusi 3.

5.7.2 Perbandingan Antar Nilai Panjang Antrean

Terdapat beberapa perbedaan panjang antrean antara pemodelan VISSIM pada kondisi eksisting, alternatif solusi 1, alternatif solusi 2, dan alternatif solusi 3. Berikut merupakan perbedaan panjang antrean dari masing-masing kondisi dapat dilihat pada Gambar 5.16, Gambar 5.17, Tabel 5.26, dan Tabel 5.27.



Gambar 5.16 Diagram Perbandingan Panjang Antrean dengan PKJI 2023



Gambar 5.17 Diagram Perbandingan Panjang Antrean dengan VISSIM

Tabel 5.26 Perbandingan Panjang Antrean

Pendekat	Panjang Antrean (m)			
	Eksisting	Alternatif Solusi 1	Alternatif Solusi 2	Alternatif Solusi 3
Utara	311	302	262	262
Timur	436	380	404	363
Selatan	329	326	280	280
Barat	1.220	1.270	1.130	1.130

Tabel 5.27 Perbandingan Panjang Antrean

Pendekat	Panjang Antrean (m)			
	Eksisting	Alternatif Solusi 1	Alternatif Solusi 2	Alternatif Solusi 3
Utara	142	148	144	136
Timur	44	45	47	45
Selatan	96	87	96	95
Barat	59	54	59	59

Berdasarkan Tabel 5.25 dan Gambar 5.16, diperoleh nilai panjang antrean untuk tiap kondisi alternatif solusi mengalami penurunan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Pada alternatif solusi 1 mengalami penurunan sebesar 2%, alternatif solusi 2 mengalami penurunan 11%, dan pada alternatif solusi 3 mengalami penurunan sebesar 14%. Berdasarkan hasil tersebut, nilai waktu siklus berpengaruh terhadap penurunan atau kenaikan panjang antrean. Berdasarkan hasil di atas, diperoleh alternatif solusi terbaik berdasarkan panjang antrean yaitu pada alternatif solusi 3. Hal tersebut dikarenakan panjang antrean pada alternatif tersebut mengalami penurunan persentase terbesar dari alternatif yang lainnya.

5.7.3 Perbandingan Nilai Tundaan

Terdapat beberapa perbedaan tundaan Pemodelan VISSIM pada kondisi eksisting, alternatif solusi 1, alternatif solusi 2, dan alternatif solusi 3. Berikut merupakan perbedaan nilai tundaan dari masing-masing kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.30, Tabel 5.31, dan Gambar 5.19

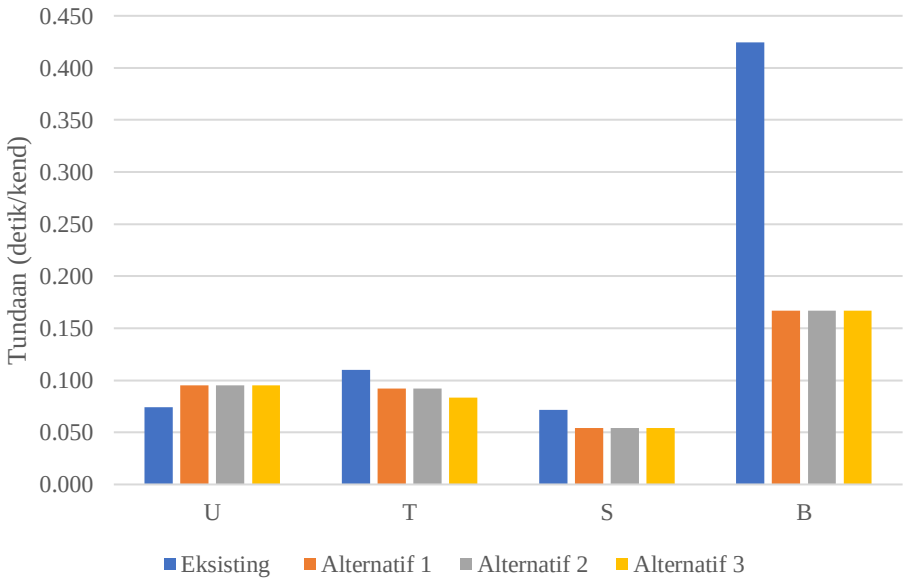
Tabel 5.30 Perbandingan Nilai Tundaan Simpang

Kondisi	Tundaan Simpang (detik/kendaraan) PKJI 2023	Tundaan Simpang (detik/kendaraan) VISSIM
Eksisting	121,360	57,373
Alternatif 1	116,311	53,846
Alternatif 2	89,016	52,058
Alternatif 3	87,331	50,607

Adapun persentase selisih antara kondisi eksisting dengan tiap alternatif solusi dapat dilihat pada Tabel 5.27.

Tabel 5.31 Perbandingan Nilai Tundaan Simpang

Kondisi	Tundaan Simpang (detik/kendaraan) (%)
Eksisting	-
Alternatif 1	-4
Alternatif 2	-36
Alternatif 3	-39



Gambar 5.19 Perbandingan Nilai Tundaan Simpang

Berdasarkan Tabel 5.27 dan Gambar 5.17, diperoleh niali tundaan simpang pada tiap alternatif solusi mengalami penurunan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Pada alternatif solusi 1 mengalami penurunan nilai tundaan sebesar 4%, alternatif solusi 2 sebesar 36%, dan alternatif solusi 3 sebesar 39%. Alternatif solusi 3 memiliki nilai tundaan simpang paling kecil yaitu sebesar 87,33 detik/kendaraan. Hal tersebut disebabkan karena penerapan fase terlawan pada Lengan Selatan dan Utara sehingga merubah penggunaan fase simpang menjadi empat fase dan pelebaran lebar lajur 0,5 meter pada Lengan Timur. Tundaan yang lebih kecil juga dipengaruhi oleh panjang antrean. Panjang antrean yang lebih kecil mengakibatkan waktu tundaan simpang menjadi berkurang.

5.7.4 Perbandingan Kinerja Simpang

Berdasarkan perbandingan antara alternatif solusi 1,2, dan 3, dapat dikatakan bahwa alternatif solusi 3 merupakan alternatif solusi terbaik karena mengalami perbaikan paling optimal pada kinerja pelayanan simpang. Hal tersebut berdasarkan nilai derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan simpang, dan tingkat pelayanan. Nilai-nilai tersebut mengalami penurunan paling efektif dibandingkan dengan alternatif solusi lainnya. Solusi ini menurunkan nilai derajat kejenuhan yang sebelumnya berada di angka 0,855 menjadi 0,747. Nilai panjang antrean juga mengalami penurunan yang sebelumnya 574 meter turun menjadi 508 meter. Kemudian nilai tundaan simpang juga mengalami penurunan dari yang sebelumnya 121,360 detik/kendaraan menjadi 87,331 detik/kendaraan. Turun sebesar 34,129 detik/smp atau sebesar 39%.

Berikut merupakan nilai perbandingan antara kondisi eksisting, alternatif solusi 1, alternatif solusi 2, dan alternatif solusi 3 berdasarkan dari metode PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM yang dapat dilihat pada Tabel 5.28.

Tabel 5.8 Perbandingan Kinerja Simpang Empat APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5

Parameter	Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM
Derajat Kejenuhan	U	0,597	0,725	0,725	0,725	0,973	1,049	0,973	1,047
	T	1,149	1,095	1,007	1,007	0,909	0,871	0,834	0,795
	S	0,528	0,633	0,633	0,636	0,357	0,396	0,357	0,396
	B	1,145	1,236	1,236	1,236	0,906	0,982	0,906	0,986
Panjang Antrean (m)	U	311	142	302	148	262	164	26542	146
	T	436	44	380	45	404	47	363	45
	S	329	96	326	87	280	96	280	95
	B	1220	59	1270	64	1130	59	1130	59
Tundaan Perlengan (det/smp)	U	69	67	74	61	95	53	95	56
	T	157	46	110	41	92	41	83	38
	S	69	50	71	51	54	54	54	55
	B	341	49	424	52	166	48	166	46
Tundaan Simpang (det/smp)		121	57	116	53	89	52	87	50
Tingkat Pelayanan		F	E	F	E	F	E	F	E

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis PKJI 2023 menunjukkan derajat kejenuhan 0,85 dengan tundaan rata-rata 121 detik/smp (tingkat pelayanan F), sedangkan pemodelan dengan VISSIM menghasilkan tundaan lebih rendah yaitu 57 detik/kendaraan (tingkat pelayanan E). Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode sama-sama menilai kinerja simpang dalam kondisi eksisting belum baik dan berpotensi menimbulkan kemacetan panjang.
2. Hasil dari kedua metode (PKJI dan VISSIM) menunjukkan adanya perbedaan nilai, terutama pada tundaan dan panjang antrean. PKJI cenderung memberikan hasil tundaan yang lebih tinggi dibanding VISSIM. Namun, keduanya sama-sama menunjukkan bahwa kinerja simpang dalam kondisi eksisting belum memenuhi standar pelayanan lalu lintas.
3. Dari tiga alternatif yang diuji, solusi 3 (pelebaran lajur pada lengan timur ditambah perubahan fase sinyal terlawan di lengan utara–selatan) terbukti paling efektif. Hasil simulasi menunjukkan penurunan derajat kejenuhan dari 0,85 menjadi 0,76, tundaan rata-rata menurun hingga 50,607detik/kendaraan, dan panjang antrean berkurang cukup signifikan. Tingkat pelayanan meningkat dari F menjadi E.

6.2 Saran

Sesuai hasil analisis PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM terdapat beberapa saran dan masukan penulis untuk menjadi bahan pertimbangan perbaikan kinerja simpang, saran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Solusi alternatif dari penulis yaitu pelebaran lajur pada Lengan Timur dan penerapan fase terlawan yang dilakukan pada Lengan Selatan dan Utara diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk pihak Dinas

Perhubungan Kabupaten Sleman dalam usaha peningkatan pelayanan lalu lintas.

2. Perlu adanya penelitian yang mengintegrasikan antara hasil analisis dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) dan hasil pemodelan dengan PTV Vissim. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan yang cukup signifikan mengenai nilai tundaan dan panjang antrean antara hasil analisis dengan menggunakan PKJI dengan hasil pemodelan menggunakan PTV Vissim.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempertimbangkan nilai koefisien luas untuk 1 satuan mobil penumpang (20 m^2) pada perhitungan panjang antrean. Hal ini dikarenakan nilai luas untuk 1 satuan mobil penumpang dapat beragam atau bermacam-macam.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan alternatif berupa penerapan *Traffic Demand Management* pada Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5.
5. Melakukan pengamatan kuantitatif dalam survei hambatan samping dengan menghitung frekuensi setiap jenis hambatan sesuai pedoman PKJI 2023 untuk kapasitas jalan perkotaan, sehingga nilai hambatan samping yang diperoleh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, M. I., Lefrandt, L. I., & Rompis, S. Y. 2023. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI Dan Metode PTV VISSIM (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi–Jl. Babe Palar, Kota Manado). *Tekno*, *21*(83), 67-77.

Andika, R.A. 2022. Analisis kinerja simpang bersinyal untuk meningkatkan keselamatan dengan pengaturan ulang waktu siklus Apill di Simpang Empat Maya Kota Tegal. *Jurnal Universal Technic*, *1*(2), 84-95.

Andryani, F., Hamduwibawa, R. B., & Gunasti, A. 2022. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Dan Solusi Alternatif Menggunakan Vissim Pada Simpang Tiga Pakem, Kabupaten Jember. *Jurnal Smart Teknologi*, *4*(1), 126-138.

Anonim. 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Penerbit Direktorat Jenderal Bina Marga Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.

Badan Pusat Statistik. 2024. Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. Yogyakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Penerbit Bina Marga. Jakarta.

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1991. *Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat*. SK DJ Hub Dar No. AJ 401/1/7. Jakarta.

Fatmawati. 2021. Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal dengan Metode MKJI dan Sidra Intersection. *Jurnal Teknik Sipil*. Volume 05, Nomor 01. Balikpapan.

Google Inc. 2024. *Google Maps: Peta Lokasi Simpang Empat Selokan Mataram KM 5 Jalan Magelang-Yogyakarta* dalam *http://maps.google.com/*

Gustavsson, F. N. 2007. New Transportaion Research Progress. New York: Nova Science Publishers, Inc.

Hidayat, D. W., Atmajaya, A. B., Suartawan, P. E. S., & Bawa, K. A. 2023. Evaluasi Efektifitas Pengaturan Sinyal Pada Simpang 5 Balapan Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Dengan Pendekatan PKJI 2023 dan VISSIM. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, *10*(2), 91-101.

Hobbs, F.D. diterbitkan: Ir. Suprapto TM.Msc Dan Ir.Waldijono. 1979. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Juwita, F., Pratama, R. R., & Sujatmiko, C. 2024. Studi Evaluasi Kineja Simpang Bersinyal pada Ruas Jalan Sultan Agung - Jalan Ki Maja dengan Metode PKJI 2023. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, *9*(2), 222-229.

Kennyzyra, M., Fauziah, M., & Jannah, A. N. 2024. Kinerja Ruas Jalan Bhayangkara Setelah Penerapan Sistem Satu Arah di Kawasan Malioboro Kota Yogyakarta. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, *3*(4), 49-58.

Maulana dan Nugraha. 2019. Mikrosimulasi Penilaian Kinerja Persimpangan Bersinyal. *Jurnal Teknik Sipil ITB.* Volume 26, Nomor 02. Bandung.

Mamu, I., Kadir, Y., & Patuti, I. M. 2021. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Tondano - Jalan Madura Dengan Metode PKJI. *Composite Journal*, *1*(1), 9-16.

Menteri Perhubungan. 2015. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Menteri Perhubungan. Jakarta.

Morlok, Edward K. 1998. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.

Natsir, R. 2016. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Palopo. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, *1*(1), 95-100

Nindita. 2020. Penggunaan Software VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). *Tugas Akhir tidak dipublishkan UGM.* Yogyakarta.

Prananda. 2023. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Tidak Bersinyal Simpang Cebongan Berdasarkan MKJI 1997 Dan PKJI 2023. *Tugas Akhir tidak dipublishkan DSpace UII*. Yogyakarta.

Romadhona, P.J., Ikhsan, T.N., Prasetyo, D. 2019. *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas: PTV VISSIM 9.0.* Yogyakarta.

Syaifullah, M., Kadir, Y., & Desei, F. L. 2024. Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2023 dan Software VISSIM. *Konstruksia*, *15*(2), 147-163.

Utomo. 2016. Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di Ring Road Utara Monumen Jogja Kembali Yogyakarta. *Tugas Akhir tidak dipublishkan UMY*. Yogyakarta.

Zulfikar, A. M., & Fauziah, M. 2022. Kinerja Ruas Area Pasar Kembang Setelah Sistem Satu Arah di Kawasan Malioboro. *Semesta Teknika*, *25*(2), 118-132.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 6,5 m

Lengan Simpang : Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta) Lebar Lengan : 12,5 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00) Median : Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	06.15-06.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	06.30-06.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	06.45-07.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	07.00-07.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	07.15-07.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	07.30-07.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	07.45-08.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Timur (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00)

Lebar Lajur : 5,5 m
Lebar Lengan : 10,5 m
Median : Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	06.15-06.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	06.30-06.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	06.45-07.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	07.00-07.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	07.15-07.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	07.30-07.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	07.45-08.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 6,5 m

Lengan Simpang : Selatan (Jalan Magelang-Yogyakarta) Lebar Lengan : 12,5 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00) Median : Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	62	32	67	9	0	9	0	0	0
2	06.15-06.30	57	34	72	13	4	13	1	0	1
3	06.30-06.45	53	31	67	12	2	12	0	0	1
4	06.45-07.00	43	33	56	19	1	11	0	0	0
5	07.00-07.15	57	35	62	11	3	14	0	0	2
6	07.15-07.30	68	29	59	9	4	18	0	0	1
7	07.30-07.45	71	25	67	7	1	11	1	0	1
8	07.45-08.00	66	37	89	15	0	9	0	1	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	06.15-06.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	06.30-06.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	06.45-07.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	07.00-07.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	07.15-07.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	07.30-07.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	07.45-08.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 6,5 m

Lengan Simpang : Utara (Jalan Magelang-Yogyakarta) Lebar Lengan : 12,5 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00) Median : Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	06.15-06.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	06.30-06.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	06.45-07.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	07.00-07.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	07.15-07.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	07.30-07.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	07.45-08.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 5,5 m

Lengan Simpang : Timur (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 10,5 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00) Median : Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	06.15-06.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	06.30-06.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	06.45-07.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	07.00-07.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	07.15-07.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	07.30-07.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	07.45-08.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Selatan (Jalan Magelang-Yogyakarta)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00)

Lebar Lajur : 6,5 m
Lebar Lengan : 12,5 m
Median : Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	62	32	67	9	0	9	0	0	0
2	06.15-06.30	57	34	72	13	4	13	1	0	1
3	06.30-06.45	53	31	67	12	2	12	0	0	1
4	06.45-07.00	43	33	56	19	1	11	0	0	0
5	07.00-07.15	57	35	62	11	3	14	0	0	2
6	07.15-07.30	68	29	59	9	4	18	0	0	1
7	07.30-07.45	71	25	67	7	1	11	1	0	1
8	07.45-08.00	66	37	89	15	0	9	0	1	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 1 06.00-08.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	06.00-06.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	06.15-06.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	06.30-06.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	06.45-07.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	07.00-07.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	07.15-07.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	07.30-07.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	07.45-08.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 2 11.00-13.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5
Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram)
Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00)

Lebar Lajur : 2 m
Lebar Lengan : 4 m
Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedang

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang 4 APILL Selokan Mataram Jalan Magelang-Yogyakarta KM 5 Lebar Lajur : 2 m

Lengan Simpang : Barat (Jalan Selokan Mataram) Lebar Lengan : 4 m

Tanggal : 9 Januari 2025 (Minggu sesi 3 15.00-17.00) Median : Tidak Ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka	Bki	Lurus	Bka
1	11.00-11.15	167	256	6	19	60	0	0	3	1
2	11.15-11.30	246	263	2	22	66	1	0	4	0
3	11.30-11.45	251	276	4	25	62	0	0	5	0
4	11.45-12.00	247	333	2	27	55	0	3	4	0
5	12.00-12.15	265	295	7	24	48	0	2	5	0
6	12.15-12.30	243	353	9	26	64	0	0	3	0
7	12.30-12.45	233	264	2	29	62	1	0	7	1
8	12.45-13.00	249	221	2	23	65	0	1	3	0

Keterangan :

SM : Sepeda Motor MP : Mobil Penumpang KS : Kendaraan Sedan

Lampiran 2 Tabel Data Panjang Antrean

Hari Minggu					
Sesi	**Waktu**	**Panjang Antrean**			
		Lengan Utara	**Lengan Timur**	**Lengan Selatan**	**Lengan Barat**
Pagi	06.00-06.15	65	20	45	10
	06.15-06.30	70	15	40	7
	06.30-06.45	85	10	40	4
	06.45-07.00	80	25	50	10
	07.00-07.15	70	20	60	12
	07.15-07.30	75	20	50	20
	07.30-07.45	50	15	45	15
	07.45-08.00	60	10	60	20
Siang	11.00-11.15	70	22	70	20
	11.15-11.30	90	15	90	35
	11.30-11.45	85	10	85	40
	11.45-12.00	75	20	75	40
	12.00-12.15	85	15	85	30
	12.15-12.30	80	12	80	35
	12.30-12.45	85	15	70	25
	12.45-13.00	95	22	95	20
Sore	15.00-15.15	75	30	75	30
	15.15-15.30	80	20	55	20
	15.30-15.45	90	15	90	15
	15.45-16.00	105	30	105	30
	16.00-16.15	80	12	70	20
	16.15-16.30	85	27	75	30
	16.30-16.45	65	25	55	25
	16.45-17.00	60	18	60	18

Hari Senin					
Sesi	**Waktu**	**Panjang Antrean**			
		Lengan Utara	**Lengan Timur**	**Lengan Selatan**	**Lengan Barat**
Pagi	06.00-06.15	65	20	45	10
	06.15-06.30	70	15	40	7
	06.30-06.45	85	10	40	4
	06.45-07.00	80	25	50	10
	07.00-07.15	70	20	60	12
	07.15-07.30	75	20	50	20
	07.30-07.45	50	15	45	15
	07.45-08.00	60	10	60	20
Siang	11.00-11.15	70	22	70	20
	11.15-11.30	90	15	90	35
	11.30-11.45	85	10	85	40
	11.45-12.00	75	20	75	40
	12.00-12.15	85	15	85	30
	12.15-12.30	80	12	80	35
	12.30-12.45	85	15	70	25
	12.45-13.00	95	22	95	20
Sore	15.00-15.15	75	30	75	30
	15.15-15.30	80	20	55	20
	15.30-15.45	90	15	90	15
	15.45-16.00	105	30	105	30
	16.00-16.15	80	12	70	20
	16.15-16.30	85	27	75	30
	16.30-16.45	65	25	55	25
	16.45-17.00	60	18	60	18

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Utara	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Timur	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Selatan	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Barat	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Utara	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Timur	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Selatan	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang			Kendaraan Sedang		
		Waktu (detik)	Waktu (detik)		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu (detik)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Barat	2.11	9.48	34.12	2.56	7.81	28.13	6.84	2.92	10.53
2		1.80	11.11	40.00	3.69	5.42	19.51	6.25	3.20	11.52
3		2.30	8.70	31.30	4.00	5.00	18.00	6.12	3.27	11.76
4		3.00	6.67	24.00	3.57	5.60	20.17	5.49	3.64	13.11
5		2.18	9.17	33.03	4.51	4.43	15.96	5.22	3.83	13.79
6		1.78	11.24	40.45	3.45	5.80	20.87	5.64	3.55	12.77
7		2.32	8.62	31.03	3.51	5.70	20.51	6.33	3.16	11.37
8		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.15	3.88	13.98
9		2.25	8.89	32.00	4.20	4.76	17.14	5.15	3.88	13.98
10		2.18	9.17	33.03	2.90	6.90	24.83	6.15	3.25	11.71
11		1.80	11.11	40.00	2.65	7.55	27.17	6.29	3.18	11.45
12		2.00	10.00	36.00	4.15	4.82	17.35	5.04	3.97	14.29
13		2.38	8.40	30.25	4.11	4.87	17.52	6.14	3.26	11.73
14		1.55	12.90	46.45	3.95	5.06	18.23	7.21	2.77	9.99
15		2.87	6.97	25.09	4.35	4.60	16.55	6.29	3.18	11.45
16		2.13	9.39	33.80	3.78	5.29	19.05	5.04	3.97	14.29
17		2.44	8.20	29.51	4.20	4.76	17.14	6.14	3.26	11.73
18		2.70	7.41	26.67	2.90	6.90	24.83	7.21	2.77	9.99
19		2.50	8.00	28.80	2.65	7.55	27.17	5.84	3.42	12.33
20		1.79	11.17	40.22	3.12	6.41	23.08	5.25	3.81	13.71

Lampiran 4 Data *Driving Behaviour*

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Utara	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Timur	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Selatan	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal : Minggu, 9 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Barat	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal : Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Utara	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal :Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Timur	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal : Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Magelang-Yogyakarta

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Selatan	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOUR*

Hari/Tanggal :Senin, 10 Januari 2025
Waktu : 06.00-08.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Lengan	Berhenti		Bergerak	
		Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)	Depan Belakang (cm)	Bersampingan (cm)
1	Barat	0.4	0.5	0.5	0.5
2		0.3	0.5	1	1
3		0.9	0.4	1.5	1.1
4		0.6	0.6	0.7	0.4
5		0.8	0.3	0.4	0.3
6		0.3	0.2	0.6	0.6
7		0.3	0.5	0.8	0.7
8		0.4	0.5	0.6	0.5
9		0.3	0.8	0.8	0.6
10		1	0.6	0.4	0.7
11		0.6	0.5	0.5	0.8
12		0.8	0.3	0.5	1.2
13		0.4	0.4	0.4	0.6
14		0.2	0.7	1.4	0.5
15		0.3	0.5	0.6	0.7
16		0.5	0.4	0.4	0.5
17		0.6	0.5	0.3	0.4
18		0.3	0.3	0.2	0.5
19		0.2	0.2	0.9	0.7
20		0.7	0.4	1.3	0.4

Lampiran 5 Gambar Dokumentasi Survei



Gambar L-5.1 Survei Volume Lalu Lintas



Gambar L-5.2 Rekap Data Volume Lalu Lintas



Gambar L-5.3 Survei Waktu Siklus Lampu Lalu Lintas



Gambar L-5.4 Surveyor Survei