TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG PERUMNAS DENGAN METODE PKJI 2023 DAN PEMODELAN *VISSIM* *(INTERSECTION PERFORMANACE EVALUATION USING PKJI 2023 AND VISSIM MODELING)*

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

Nuriyatuzzahrok
20511434

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

2024

ii

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG PERUMNAS DENGAN METODE PKJI 2023 DAN PEMODELAN *VISSIM* *(INTERSECTION PERFORMANACE EVALUATION USING PKJI 2023 AND VISSIM MODELING)*

Disusun Oleh

Nuriyatuzzahrok
20511434

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

Diuji pada tanggal 29 Oktober 2024
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing I	Penguji I	Penguji II
Dr. Eng. Faizul Chasanah, M.Sc.	**Muhammad Abdul Hadi, M.T.**	**Prayogo Afang Prayitno, M.Sc.**
NIK : 145110101	NIK : 215111307	NIK : 205111303

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

18/11/2024

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM.
NIK : 005110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya 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 atas 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 sanndang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 29 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Nuriyatuzzahrok

(20511434)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Evaluasi Kinerja Simpang Perumnas dengan Metode PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam menempuh gelar sarjana di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Sholawat serta salam kita haturkan pada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umat muslim yang mengikkuti ajaran hingga akhir zaman.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengalami berbagai hambatan dan rintangan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Faizul Chasanah, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Muhammad Abdul Hadi, S.T., M.T. dan Bapak Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.T., selaku dosen penguji. Terimakasih atas masukan yang sudah diberikan oleh penulis.
3. Ibu Ir. Yunalina Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.(Eng)., IPM. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan segala dukungan, semangat, perhatian, doa serta yang telah mendidik dan membesarkan Penulis dalam limpahan kasih sayang. Terima kasih atas apa yang telah diberikan kepada Penulis yang tidak bisa digantikan dengan apapun selamanya.
5. Kakak, adik dan nenek yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Amalia Rizkya Putri, Amariris Pramesti Putri, Fryansky Tryatnowo, Laziqoh Zahatul Tolab yang telah menjadi teman dan sahabat selama masa kuliah. Terima kasih atas segala bantuan selama masa perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman surveyor Tyastari Daniya Adhelin, Jihan Khairunnisa, Nur Eka Lamusu, dan Luthfia Rahma Dhanti yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
8. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat terus bersenmangat dan pantang menyerah sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 29 Oktober 2024

Penulis,

Nuriyatuzzahrok

(20511434)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal	5
2.2 Pemodelan Simpang dengan *software* VISSIM	6
2.3 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Penilitian	7
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Persimpangan Jalan	10
3.1.1 Jenis Persimpangan	10
3.1.2 Tipe Persimpangan	13
3.2 Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)	13
3.2.1 Kondisi Simpang	13
3.2.2 Kapasitas Simpang	15

3.2.3 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) 23
3.2.4 Derajat Kejenuhan 24
3.2.5 Tundaan (T) 24
3.2.6 Peluang Antrian 26
3.3 Tingkat Pelayanan Persimpangan 27
3.4 Perencanaan Simpang APILL 28
3.4.1 Tipe Pendekat 28
3.4.2 Satuan Mobil Penumpang 30
3.4.3 Lebar Pendekat Efektif 31
3.4.4 Arus Jenuh 32
3.4.5 Waktu Merah Semua dan Waktu Hijau Hilang Total 39
3.4.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau 40
3.4.7 Kapasitas Simpang APILL 41
3.4.8 Derajat Kejenuhan 41
3.4.9 Panjang Antrean 42
3.4.10 Rasio Kendaraan Henti 43
3.4.11 Tundaan 44
3.4.12 Tingkat Pelayanan 45
3.5 Pemodelan VISSIM 45
3.5.1 Validasi dan Kalibrasi 46
BAB IV METODE PENELITIAN 48
4.1 Lokasi Penelitian 48
4.2 Pengumpulan Data 48
4.3 Alat yang Digunakan 50
4.4 Metode Pengolahan Data 51
4.5 Analisis Data 60
4.6 Bagan Alir Penelitian 62
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 63

5.1 Data Hasil Survei 63
5.1.1 Data Geometri Simpang 63
5.1.2 Data Volume Lalu Lintas 64
5.1.3 Data Kecepatan Kendaraan 65
5.1.4 Data Panjang Antrean 66
5.1.5 Data *Driving Behaviour* 66
5.2 Data Sekunder 67
5.3 Analisis Simpang Berdasarkan PKJI 2023 68
5.3.1 Perhitungan Volume Lalu Lintas 68
5.3.2 Perhitungan Kapasitas 73
5.3.3 Perhitungan Derajat Kejenuhan 74
5.3.4 Perhitungan Perilaku Lalu Lintas 75
5.3.5 Penentuan Tingkat Pelayanan Simpang 76
5.3.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Simpang 77
5.4 Pemodelan VISSIM 77
5.4.1 Hasil Pemodelan VISSIM Sebelum Kalibrasi 78
5.4.2 Hasil Pemodelan VISSIM Setelah Kalibrasi 80
5.4.3 Perbandingan Hasil Pemodelan Sebelum dan Setelah Kalibrasi 82
5.5 Perbandingan Analisis Eksisting PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM 83
5.6 Alternatif Solusi Peningkatan Kinerja Simpang 84
5.6.1 Alternatif Solusi 1 Penambahan Sinyal 4 Fase dengan Waktu Siklus 80 Detik 84
5.6.2 Alternatif Solusi 2 Penambahan APILL dean Arus *One Way* jalur Barat ke Timur 102
5.6.3 Alternatif Solusi 3 Simpang dengan Arus *One Way* Jalur Barat ke Timur 106
5.7 Pembahasan Kinerja Simpang 107
5.7.1 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan 107
5.7.2 Perbandingan Nilai Panjang Antrean 108

5.7.3 Perbandingan Nilai Tundaan 109
5.7.4 Perbandingan Kinerja Simpang 109
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 113
6.1 Kesimpulan 113
6.2 Saran 113
DAFTAR PUSTAKA 115

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Sebelumnya 8
Tabel 3.1 Kode Tipe Simpang 13
Tabel 3.2 Klasifikasi Kendaraan 14
Tabel 3.3 Kapasitas dasar simpang 3 dan simpang 4 16
Tabel 3.4 Penentuan Jumlah Lajur 17
Tabel 3.5 Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor (F_M) 18
Tabel 3.6 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK}) 19
Tabel 3.7 Tipe Lingkungan Jalan 19
Tabel 3.8 Kriteria Kelas Hambatan Samping 20
Tabel 3.9 Nilai F_{HS} 21
Tabel 3.10 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{mi}) 22
Tabel 3.11 Nilai EMP untuk KS dan SM 24
Tabel 3.12 Tingkat Pelayanan pada Persimpangan 27
Tabel 3.13 Penetapan Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan 28
Tabel 3.14 Penentuan Tipe Pendekat Simpang APILL 29
Tabel 3.15 Angka Ekuivalen Mobil Penumpang pada Simpang Bersinyal 30
Tabel 3.16 Faktor Koreksi tipe lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan takbermotor (F_{HS}) 34
Tabel 3.17 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK) 35
Tabel 3.18 Waktu Siklus (s) yang layak 41
Tabel 3.19 Standar Tingkat Pengukuran GEH 46
Tabel 3.20 Standar Nilai MAPE 47
Tabel 5.1 Data Geometri Simpang 63
Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Volume Lalu Lintas Simpang Perumnas 65
Tabel 5.3 Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Sepeda Motor 66

Tabel 5.4 Data Panjang Antrean 66
Tabel 5.5 Data *Driving Behaviour* 66
Tabel 5.6 Volume Lalu Lintas Simpang Perumnas PKJI 2023 70
Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Simpang 77
Tabel 5.8 Perubahan Komponen Driving Behaviour Setelah Kalibrasi 80
Tabel 5.9 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Kalibrasi 82
Tabel 5.10 Perbandingan Hasil Analisis PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM 84
Tabel 5.11 Volume Lalu Lintas APILL 85
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Arus Jenuh Alternatif 1 100
Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus 100
Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Alternatif 1 101
Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Pemodelan VISSIM Solusi Alternatif 1 102
Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Arus Jenuh Alternatif 2 103
Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Alternatif 2 104
Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Alternatif 2 105
Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pemodelan VISSIM Solusi Alternatif 2 106
Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Kinerja Solusi Alternatif 3 106
Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Pemodelan VISSIM Solusi Alternatif 3 107
Tabel 5.22 Perbandingan Kinerja Simpang Perumnas 110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi Lalu Lintas 2
Gambar 3.1 Titik Konflik Simpang Empat 10
Gambar 3.2 Grafik BSH Pemilihan Jenis Persimpangan 11
Gambar 3.3 Jenis Persimpangan Sebidang 12
Gambar 3.4 Jenis Persimpangan Tak Sebidang 12
Gambar 3.5 Tipikal Kendaraan Sepeda Motor 14
Gambar 3.6 Tipikal Kendaraan Mobil Penumpang 15
Gambar 3.7 Tipikal Kendaraan Sedang 15
Gambar 3.8 Penentuan Jumlah Lajur 17
Gambar 3.9 Faktor Koreksi Lebar Pendekat 18
Gambar 3.10 Faktor Rasio Arus Belok Kiri 22
Gambar 3.11 Faktor Arus Rasio Jalan Minor 23
Gambar 3.12 Tundaan Simpang 25
Gambar 3.13 Peluang Antrian 27
Gambar 3.14 Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas 31
Gambar 3.15 Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (tipe P) 33
Gambar 3.16 Arus Jenuh Dasar (J_0) untuk Pendekat Tak Terlindung (tipe o) 33
Gambar 3.17 Arus Jenuh Dasar (J_0) untuk Pendekat Tak Terlindung (tipe o) tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah 34
Gambar 3.18 Faktor Koreksi Untuk Kelandaian (F_G) 36
Gambar 3.19 Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir (F_P) 36
Gambar 3.20 Koreksi Belok Kanan (F_{BKa}) untuk pendekat tipe P 37
Gambar 3.21 Koreksi Belok Kiri (F_{BKi}) untuk pendekat tipe P tanpa B_{KiJT} 38
Gambar 3.22 Titik Konflik Kritis dan Jarak Keberangkatan dan Kedatangan 39
Gambar 3.23 Penentuan Rasio Kendaraan Henti 44

Gambar 4.1 Lokasi Penelitian 48
Gambar 4.2 Titik Perletakan Kamera 49
Gambar 4.3 Pengaturan *Network Setting* 52
Gambar 4.4 Pengaturan *Units* pada *Network Setting* 52
Gambar 4.5 *Input Background Image* 53
Gambar 4.6 Pengaturan Skala 54
Gambar 4.7 Pengaturan *Link* 54
Gambar 4.8 Pengaturan *Link* Data 55
Gambar 4.9 *Connectors* 55
Gambar 4.10 Setelan *Connectors* 56
Gambar 4.11 Pengaturan *Vehicle Inputs* 57
Gambar 4.12 *Vehicle Compositions* 58
Gambar 4.13 Bagan Alir Penelitian 62
Gambar 5.1 Denah Geometri Eksisting 64
Gambar 5.2 Grafik Volume Lalu Lintas Sesi Pagi (smp/jam) 71
Gambar 5.3 Grafik Volume Lalu Lintas Sesi Siang (smp/jam) 72
Gambar 5.4 Grafik Volume Lalu Lintas Sesi Sore (smp/jam) 72
Gambar 5.5 Pemodelan VISSIM Eksisiting Sebelum Kalibrasi 83
Gambar 5.6 Pemodelan VISSIM Eksisiting Sesudah Kalibrasi 83
Gambar 5.7 Simpang Bersinyal 4 Fase 84
Gambar 5.8 Diagram Sinyal APILL 4 Fase 101
Gambar 5.9 Skema Arus Lalu Lintas 103
Gambar 5.10 Diagram Sinyal APILL Alternatif 2 104
Gambar 5.11 Diagram Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan 108
Gambar 5.12 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrean 108
Gambar 5.13 Diagram Nilai Tundaan 109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Survei Lalu Lintas 117
Lampiran 2 Tabel Data Panjang Antrean 129
Lampiran 3 Data Survei Kecepatan 132
Lampiran 4 Data Driving Behaviour 141
Lampiran 5 Gambar Dokumentasi Survei 144

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

APILL = Alat pemberi lampu isyarat

At = Data observasi

BKiJT = Belok kiri jalan terus

C = Kapasitas simpang

C_o = Kapasitas dasar simpang

Dj = Derajat Kejenuhan

EMP = Ekuivalensi mobil penumpang

F_G = Faktor kelandaian

Ft = data model simulasi

F_{LP} = Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat

F_M = Faktor koreksi tipe median

F_P = Faktor parkir

F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota

F_{HS} = Faktor koreksi hambatan samping

F_{BKi} = Faktor koreksi rasio arus belok kiri

F_{BKa} = Faktor koreksi rasio arus belok kanan

FR_{mi} = Faktor koreksi rasio arus jalan minor

GEH = *Geoffrey E.Havers*

J = Arus jenuh

J_0 = Arus jenuh dasar

KS = Kendaraan Sedang

L_{BKiJT} = Lajur belok kiri jalan terus

L_E = Lebar efektif

L_M = Lebar masuk

L_K = Lebar keluar

L_P = Lebar parkir

L_{RP} = Lebar rata-rata pendekat

MAPE = *Mean Absolute Percentage Error*

MKJI 1997 = Manual Kapsitas Jalan Indonesia 1997

MP = Mobil Penumpang

N = Jumlah data

Nq = Jumlah rata-rata antrian kendaraan

Pa = Peluang Antrian atau Panjang antrian

PKJI 2023 = Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023

q = Arus lalu lintas

q_{LRS} = Arus lalu lintas lurus

q_{Bka} = Arus lalu lintas belok kanan

q_{BKi} = Arus lalu lintas belok kiri

R_{BKiJT} = Rasio belok kiri jalan terus

RKH = Rasio kendaraan henti

R_{KTB} = Rasio kendaraan tidak bermotor

Rmi = Rasio arus jalan minor

S = Waktu siklus

SM = Sepeda Motor

SMP = Satuan mobil penumpang

T = Tundaan

T_{LL} = Tundaan lalu lintas

T_{LLma} = Tundaan lalu lintas jalan mayor

T_{LLmi} = Tundaan lalu lintas jalan minor

T_G = Tundaan geometri

W_{MS} = Waktu merah semua

W_{HH} = Waktu hijau hilang

W_K = Waktu kuning

ABSTRAK

Salah satu persimpangan di Sleman yang sering terjadi konflik adalah simpang Perumnas. Simpang Perumnas memiliki empat lengan yaitu lengan sebelah barat dan timur adalah jalan Selokan Mataram dan lengan sebelah selatan dan utara adalah jalan Perumnas. Kondisi lingkungan pada simpang Perumnas merupakan daerah komersial yang terdapat banyak universitas, apartement, pusat perbelanjaan, pusat kuliner, dan jenis lainnya. Berdasarkan kondisi lingkungan tersebut menyebabkan terjadinya arus lalu lintas pada persimpang tersebut sangat padat. Pada jam-jam tertentu sering terjadi antrian kendaraan dan tundaan pada area simpang akibat pergerakan lalu lintas tidak beraturan, kendaraan yang melintas memotong arus dan banyak kendaraan yang tidak saling mengalah untuk menyeberang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja kondisi eksisting dan usulan alternatif solusi penanganan pada simpang.

Penelitian ini terdapat dua data yang diperoleh yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data volume lalu lintas, data kecepatan, data panjang antrean, data tundaan, dan data *driving behaviour*. Data sekunder meliputi data jumlah penduduk. Setelah didapatkan kedua data tersebut kemudian dianalisis menggunakan Microsoft Excel yang kemudian dimodelkan dengan *software* VISSIM. Setelah pemodelan VISSIM valid maka dilakukan analisis kinerja simpang sehingga didapatkan nilai derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan. Kemudian setelah dilakukan perbandingan hasil perhitungan PKJI 2023 dengan pemodelan VISSIM dilakukan usulan alternatif solusi yang tepat guna untuk meningkatkan kinerja simpang.

Berdasarkan PKJI 2023 hasil nilai derajat kejenuhan kondisi eksisiting sebesar 0,79. Hasil arus tersebut belum jenuh tetapi mendekati arus jenuh sehingga perlu dilakukan alternatif solusi. Hasil panjang antrean berdasarkan pemodelan VISSIM lengan barat sebesar 236 m, lengan timur sebesar 139 m, lengan selatan sebesar 157 m dan lengan utara sebesar 253 m. Tundaan simpang berdasarkan perhitungan PKJI 2023 sebesar 16,6 det/smp. Tundaan pada pemodelan VISSIM sebesar 20 detik pada lengan barat, 9 detik pada lengan timur, 37 detik pada lengan selatan, dan 33 detik pada lengan utara. dengan tingkat pelayanan simpang C. Terdapat 3 usulan alternatif solusi yaitu penambahan APILL 4 fase dengan waktu siklus 80 detik, penambahan APILL 3 fase waktu siklus 80 detik dan arus *one way* jalur barat ke timur, dan simpang dengan arus *one way* jalur barat ke timur. Alternatif solusi terbaik yang dapat direkomendasikan yaitu alternatif 3 simpang dengan arus *one way* jalur barat ke timur. Hasil derajat kejenuhan pada alternatif solusi tersebut adalah 0,46. Hasil panjang antrean berdasarkan pemodelan VISSIM lengan barat sebesar 43 m, lengan selatan sebesar 86 m dan lengan utara sebesar 24 m. Tundaan simpang berdasarkan perhitungan PKJI 2023 sebesar 10,3 det/smp. Tundaan pada pemodelan VISSIM sebesar 11 detik pada lengan barat, 16 detik pada lengan selatan, dan 9 detik pada lengan utara. Tundaan rata-rata pada pemodelan VISSIM sebesar 11,85 detik dan tingkat pelayanan B.

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

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Yogyakarta dikenal sebagai kota wisata, kota budaya, dan kota pelajar. Faktor tersebut memberikan dampak peningkatan jumlah penduduk di Yogyakarta. Peningkatan jumlah penduduk selalu diiringi dengan peningkatan jumlah volume kendaraan. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), jumlah kendaraan yang terdaftar di DIY pada tahun 2020 sebesar 3.497.948 dan pada tahun 2021 sebesar 3.622.220 dari data tersebut disimpulkan bahwa setiap tahun mengalami peningkatan jumlah volume kendaraan. Bertambahnya volume lalu lintas yang tidak disertai penambahan kapasitas jalan mengakibatkan kemacetan lalu lintas. Menurut Pedoman Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), apabila volume lalu lintas mendekati kapasitas dengan niali $D_j > 0,85$ atau kepadatan lalu lintas melampaui kapasitas maka kondisi lalu lintas tersebut menjadi tidak stabil.

Persimpangan merupakan tempat bertemunya arus lalu lintas berbagai arah dan terdapat bermacam pergerakan arus lalu lintas. Pergerakan tersebut berasal dari pertemuan dua ruas jalan atau lebih. Persimpangan dapat dibedakan menjadi persimpangan sebidang dan persimpangan tidak sebidang. Persimpangan sebidang sering terjadi konflik terutama pada persimpangan yang tidak terdapat pengatur lalu lintas. Tidak adanya pengatur lalu lintas menyebabkan banyak kendaraan yang melintas memotong arus dan menyeberang saling bertabrakan. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya berbagai konflik lalu lintas.

Salah satu persimpangan yang sering terjadi konflik adalah simpang Perumnas. Simpang ini terletak di Sleman Yogyakarta. Simpang Perumnas memiliki empat lengan. Lengan sebelah barat dan timur adalah jalan Selokan Mataram dan lengan sebelah selatan dan utara adalah jalan Perumnas. Kondisi lingkungan pada simpang

Perumnas merupakan daerah komersial yang terdapat banyak universitas, apartement, pusat perbelanjaan, pusat kuliner, dan jenis lainnya. Berdasarkan kondisi lingkungan tersebut menyebabkan terjadinya arus lalu lintas pada persimpang tersebut sangat padat. Pada jam-jam tertentu sering terjadi antrian kendaraan dan tundaan pada area simpang akibat pergerakan lalu lintas tidak beraturan, kendaraan yang melintas memotong arus dan banyak kendaraan yang tidak saling mengalah untuk menyeberang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan evaluasi kinerja simpang untuk peningkatkan pelayanan simpang Perumnas. Simpang ini akan dianalisis menggunakan metode PKJI 2023 dan pemodelan menggunakan *software* VISSIM. Romadhona, dkk. (2019) menyatakan VISSIM adalah *software* yang digunakan untuk simulasi lalu lintas dengan lingkup *mikroskopik*, transportasi umum dan pejalan kaki. *Software* ini dapat memodelkan berbagai elemen seperti jaringan jalan, jenis kendaraan, bangunan, rambu lalu lintas yang dijadikan ke dalam animasi 3D. Apabila hasil kinerja simpang tidak memenuhi standar maka akan dilakukan pemberian solusi alternatif untuk peningkatan pelayanan simpang. Kondisi lalu lintas simpang dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Kondisi Lalu Lintas

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja dan tingkat pelayanan simpang Perumnas pada kondisi eksisting menggunakan PKJI 2023 dan *software VISSIM*?
2. Bagaimana perbandingan hasil kinerja simpang dan tingkat pelayanan dari hasil analisis PKJI 2023 dan *software* VISSIM?
3. Bagaimana alternatif solusi yang tepat untuk meningkatkan kinerja lalu lintas dan tingkat pelayanan pada simpang?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kinerja dan tingkat pelayanan simpang Perumnas menggunakan metode PKJI 2023 dan pemodelan *software* VISSIM.
2. Membandingkan hasil kinerja simpang antara metode PKJI 2023 dengan *software* VISSIM.
3. Memberikan alternatif solusi yang dapat digunakan untuk peningkat kinerja dan tingkat pelayanan pada simpang Perumnas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat memberikan alternatif solusi untuk mengatasi kemacetan pada persimpangan Perumnas.
2. Dapat meningkatkan kinerja simpang dan perbaikan simpang pada persimpangan Perumnas.
3. Dapat memberikan alternatif solusi bagi Dinas Perhubungan Kabupaten Sleman Yogyakarta.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada simpang empat tak bersinyal Perumnas. Jalan Selokan Mataram (lengan sisi Barat dan Timur) dan Jalan Perumnas (lengan sisi Selatan dan Utara).
2. Data primer dilakukan penelitian langsung di lapangan meliputi volume lalu lintas, kondisi geometrik, *driving behavior*, 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 pada hari Selasa dan hari Sabtu. Satu hari dibagi menjadi tiga sesi, yaitu jam 06:00 – 08:00, 12:00 – 14:00, dan 16:00 – 18:00.
6. Analisis kinerja simpang mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 meliputi derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tundaan.
7. Tingkat pelayanan sesuai dengan pedoman Menteri Perhubungan 2015.
8. Pemodelan menggunakan *software* VISSIM.
9. Tidak mempertimbangkan dampak secara makro akibat penerapan arus one way.
10. Tidak memperhitungkan volume kendaraan pada jaringan-jaringan jalan lain akibat arus one way.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Adha, dkk. (2023) melakukan penelitian tentang evaluasi kinerja lalu lintas simpang tak bersinyal Jalan Pulo Wonokromo Kota Surabaya menggunakan metode pedoman kapasitas jalan Indonesia 2023. Hasil analisis kinerja lalu lintas simpang tiga Jalan Pulo Wonokromo – Jalan Karang Rejo X pada tahun 2023 didapatkan nilai derajat kejenuhan = 0,694, nilai tundaan = 13,606 det/smp dan tingkat pelayanan = C dengan arus lalu lintas stabil, pergerakan dibatasi, volume lalu-lintas cukup tinggi. Pada 5 tahun kedepan tahun 2028 mendaptkan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,71, nilai tundaan = 22,056 det.smp dan tingkat pelayanan D (kurang) dengan arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan terganggu arus jalan.

Prananda (2023) melakukan penelitian tentang analisis kinerja simpang bersinyal dan tidak bersinyal simpang Cebongan berdasarkan MKJI 1997 dan PKJI 2023. Penelititan ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan tingkat pelayanan lalu lintas simpang Cebongan pada kondisi eksisting, memberikan alternatif solusi penangan dengan *software* VISSIM, serta membandingkan kinerja tingkat pelayanan eksisting, kinerja alternatif dan mengusulkan solusi alternatif yang terbaik. Metode yang digunakan dengan mengumpulkan data primer seperti volume kendaraan, geometrik simpang, *driving behaviour*, kecepatan kendaraan, panjang antrean. dan data sekunder seperti jumlah penduduk dan peta lokasi penelitian. Pengolahan data menggunakan acuan PKJI 2023 dan MKJI 1997 serta menginput data-data ke dalam VISSIM. Pemodelan VISSIM dapat memudahkan dalam pembuatan solusi alternatif.

Godinho, dkk. (2023) melakukan evaluasi mengenai simpang tak bersinyal di Simpang 4 Tak Bersinyal Jl. Mertujoyo, Jl.Joyo Utomo, Jl.Joyo Tambaksari, Jl.Mertojoyo Selatan Kota Malang, Jawa Timur dengan tujuan untuk menilai tingkat

pelayanan dengan menganalisis kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) dan Vissim 11. Pengumpulan data dengan melakukan survei di lapangan untuk mendapatkan data primer dan sekunder. Hasil analisis didapatkan nilai derajat kejenuhan (Dj) = 1,283, panjang antrian peluang atas dan peluang atas 221,10%, nilai tundaan 90,61 det/skr didapatkan tingkat pelayanan F pada hari Sabtu siang. Solusi tersebut dilakukan perencanaan pemberlakukan aturan larangan belok kanan, dengan hasil derajat kejenuhan tertinggi 1,076 didapatkan tingkat pelayanan adalah C yang sudah memeneuhi aturan tingkat pelayanan jalan sekunder.

2.2 Pemodelan Simpang dengan *software* VISSIM

Sarwanta (2022) dengan judul pemodelan kinerja simpang tidak bersinyal menggunakan perangkat lunak VISSIM dengan tujuan penelitian analisis kinerja persimpangan dengan menggunakan perangkat lunak VISSIM. Data yang dibutuhkan untuk memodelkan meliputi data arus lalu lintas pada jam puncak, data geometri simpang. Hasil dari pemodelan berupa derajat kejenuhan pada kondisi eksisting sebesar 1,70 dan kondisi 5 tahun yang akan datang 2,2. Nilai panjang antrian dan waktu tundaan pada kondisi eksisting sebesar 1,70 dan kondisi pada 5 tahun yang akan datang sebesar 33 m dan 3,65 det/smp dan untuk proyeksi 5 tahun yang akan datang sebesar 87 m dan waktu tundaan sebesar 189 det/smp.

Sulaeman, dkk. (2023) dengan judul penggunaan *software* VISSIM untuk analisis simpang tak bersinyal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui proporsi pengguna jalan, tundaan serta peluang antrian dari kondisi eksisting di persimpangan Jl.Perintis Kemerdekaan km 16 – Jl.Batara Bira – Jl.Dg.Ramang. Hasil penelitian ini yaitu pada jam puncak pagi proporsi pengguna jalan, LV 42 %, HV 0,54%, MC 57,47%. Tundaan simpang 488,48 det/smp, peluang antrian 73-153%, kinerja simpang jam puncak pagi pukul 08.00 – 09.00 dengan nilai tundaan 328,7 det/jam, dan anjang antrian 112,83 m.

Indryady (2023) melakukan evaluasi simpang tidak bersinyal dengan penggunaan software VISSIM di simpang Tiga Monumen Emmy Saelan kota Makassar. Hasil perhitungan pada kondisi eksisting memiliki nilai derajat kejenuhan 0,85 dihitung secara bantuan *software* vissim, nilai derajat kejenuhan tersebut cukup tinggi yang mengakibatkan sering terjadinya konflik lalu lintas. Alternatif penaganan simpang meliputi penerapan 2 fase dan 3 fase. Pada penerapan 2 fase dengan simulasi vissim didapatkan nilai tingkat pelayanan menjadi E parameter tersebut turun dari kondisi eksisting dikarenakan faktor waktu tundaan dan antrian yang terjadi akibat fase APILL tetapi dapat mengurangi jumlah konflik yang terjadi pada simpang. Penerapan 3 fase dengan simulasi vissim didapatkan tingkat pelayanan menjadi F. Dari dua alternatif tersebut penanganan paling rekomendasi adalah dengan pengaturan 2 fase dikarenakan potensi konflik lalu lintas dapat diminimalisir dan tingkat pelayanan menjadi lebih baik.

2.3 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Penilitian

Perbandingam penelitian ini dengan penelitian terdahuluan dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Persamaan	Perbedaan
Afni, D.N., Juwita, F. Prikurnia, A.K., Putri, I.Y (2023)	Analisis Simpang Tak Bersinyal di Jalan Ahmad Yani – Jalan Raden Intan Gadingrejo Menggunakan PKJI 2023	Simpang Jalan Ahmad Yani – Jalan Raden Intan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu	PKJI 2023	1. Metode penelitian PKJI 2023	1. Lokasi penelitian 2. Pemodelan menggunakan software VISSIM 3. Tidak terdapat alternatif perbaikan simpang
Nurfaturohman, A. dan Widodo W (2019)	Analisis Kinerja Simpang Tak bersinyal	Simpang Jalan Selokan Mataram – Jalan Tantular	MKJI 1997	1. Lokasi penelitian 2. Terdapat alternatif perbaikan simpang	1. Metode penelitian MKJI 1997 2. Pemodelan software VISSIM
Godinho, G. S., Sebayang, N., Ma'aruf, A (2023)	Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PKJI 2014 dan Software VISSIM 11	Simpang Merjosari Kota Malang Jawa Timur	PKJI 2014 dan Software VISSIM	1. Pemodelan software VISSIM 2. Terdapat alternatif perbaikan simpang	1. Lokasi penelitian 2. Metode penelitian PKJI 2014
Nurlitasari (2023)	Evaluasi Kinerja Simpang Dengan Menggunakan MKJI 1997 dan Software VISSIM	Simpang Sisingamangraja Yogyakarta	MKJI 1997 dan Pemodelan Software VISSIM	1. Pemodelan software VISSIM 2. Terdapat alternatif perbaikan simpang	1. Lokasi penelitian 2. Metode penelitian MKJI 1997
Prananda (2023)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Tidak Bersinyal Simpang Cebongan Berdasarkan MKJI 1997 dan PKJI 2023	Simpang Cebongan Yogyakarta	MKJI 1997, PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM	1. Metode penelitian PKJI 2023 2. Pemodelan software VISSIM 3. Terdapat alternatif perbaikan simpang	1. Lokasi penelitian 2. Metode penelitian MKJI 1997

Sumber : Afni dkk (2023), Nurfaturohman dan Widodo (2019), Godinho dkk(2023), Nurlitasari (2023), Prananda (2023), Adha dkk (2023), Sulaeman dkk (2023), Hermawan (2020), Sarwanta (2022), Nuriyatuzzahrok (2024)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Sebelumnya

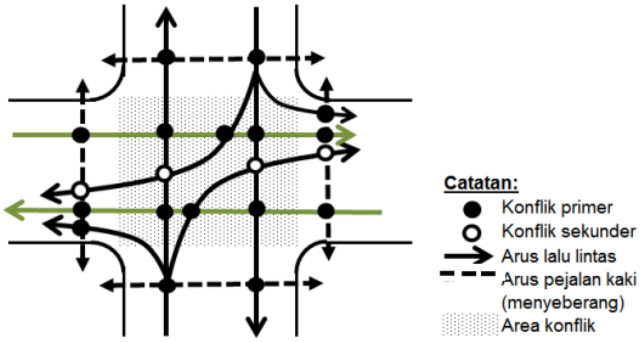
Nama Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Persamaan	Perbedaan
Adha, S.A., Wibisono, R.E., Sabrina, M.A (2023)	Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Jalan Pulo Wonokromo Kota Surabaya Menggunakan MKJI 2023	Simpang Pulo Wonokromo kota Surabaya	PKJI 2023	1. Metode pendekatan PKJI 2023	1. Lokasi penelitian 2. Pemodelan menggunakan software VISSIM 3. Tidak terdapat alternatif perbaikan simpang
Sulaeman, M.N., Thalib, A.A.A.D., Annisa, H (2023)	Penggunaan Software VISSIM Untuk Analisis Simpang Tak Bersinyal	Simpang Jl.Perintis Kemerdekaan KM.16 – Jl.Batara Bira – Jl.Dg.Ramang	Pemodelan menggunakan software VISSIM	1. Pemodelan software VISSIM	1. Lokasi penelitian 2. Metode PKJI 2023 3. Tidak terdapat alternatif perbaikan simpang
Hermawan, F (2020)	Analisis dan Simulasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 dan VISSIM di Kabupaten Lombok Barat	Simpang Tak Bersinyal Gunung Sari Lombok Barat	PKJI 2014 dan Pemodelan Software VISSIM	1. Pemodelan menggunakan software VISSIM 2. Terdapat alternatif perbaikan simpang	1. Lokasi penelitian 2. Metode penelitian PKJI 2014
Sarwanta dan Abdulgani, H (2022)	Pemodelan kinerja Simpang Tidak Bersinyal Menggunakan Perangkat Lunak VISSIM	Simpang Pasar Butun Kota Balikpapan	Pemodelan VISSIM	1. Pemodelan software VISSIM	1. Lokasi Penelitian 2. Metode pendekatan PKJI 2023 3. Tidak terdapat alternatif perbaikan simpang
Nuriyatuzzahrok (2024)	Evaluasi Kinerja Simpang Perumnas Dengan Metode PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM	Simpang Perumnas Sleman Yogyakarta	PKJI 2023 dan VISSIM	-	-

Sumber : Fajar (2021), Afni dkk (2023), Nurfaturohman dan Widodo (2019), Godinho dkk(2023), Nurlitasari (2023), Prananda (2023), Adha dkk (2023), Sulaeman dkk (2023), Hermawan (2020), Sarwanta (2022), Nuriyatuzzahrok (2024)

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Persimpangan Jalan

Menurut Pedoman Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), Persimpangan adalah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, dapat berupa simpang atau simpang APILL atau bunderan atau simpang tak sebidang. Simpang tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya atau dengan pejalan kaki. Menurut Hobbs (1979), gerakan konflik lalu lintas pada persimpangan terdapat 4 (empat) jenis gerakan konflik yaitu gerakan pemisahan *(diverging)*, gerakan penggabungan *(merging)*, gerakan penyilangan *(crossing)* dan gerakan menyalip-nyalip berpindah-pindah jalur *(weaving)*. Gerakan konflik lalu lintas pada simpang dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Titik Konflik Simpang Empat

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.1.1 Jenis Persimpangan

Menurut Bina Marga (2023), pemilihan jenis persimpangan baru (simpang, simpang APILL, bunderan, atau simpang tak sebidang) didasarkan pada analisis biaya siklus hidup. Grafik biaya siklus hidup pemilihan jenis simpang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Grafik BSH Pemilihan Jenis Persimpangan

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

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

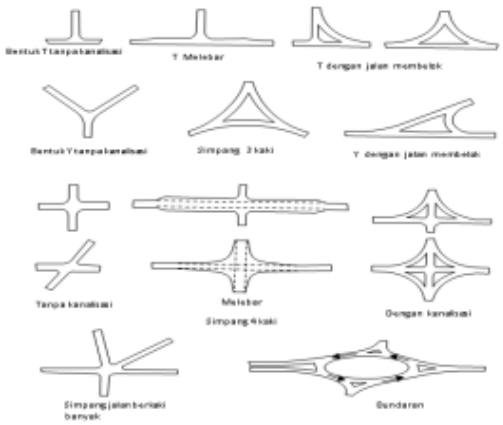
1. Persimpangan Sebidang

   Menurut (Morlok, 1988), persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk ke persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalur yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya.

   Morlok (1998), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dibagi menjadi 2 (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 antrian panjang antar kendaraan karena banyak kendaraan yang tidak mau mengalah.
   b. Simpang bersinyal yaitu simpang yang terdapat lampu sinyal lalu lintas. Jadi pengendara harus behenti ketika lampu sinyal berwarna merah dan boleh lewat pada saat warna lampu hijau.

Jenis persimpangan sebidang dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.

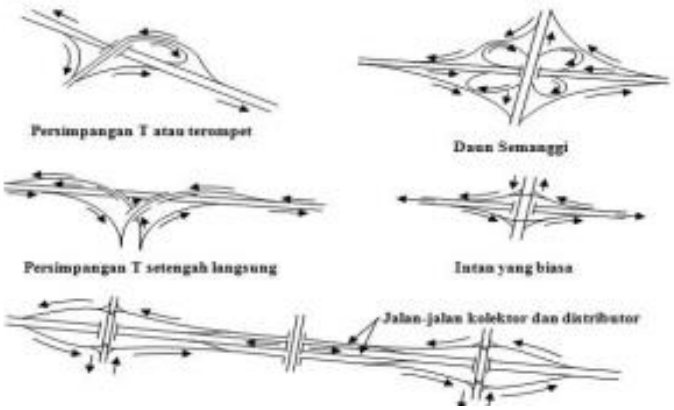


Gambar 3.3 Jenis Persimpangan Sebidang

(Sumber : Morlok, 1988)

2. Persimpangan Tak Sebidang

   Simpang tak sebidang biasanya menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka diperlukan tikungan yang besar dan sulit serta biaya yang mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. (Hobbs, 1979). Jenis persimpangan tak sebidang dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3.4 Jenis Persimpangan Tak Sebidang

(Sumber : Morlok, 1988)

3.1.2 Tipe Persimpangan

Menurut Bina Marga (2023),dalam pemilihan 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 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 untuk menganalisa kapasitas jalan dan kinerja lalu lintas pada ruas jalan dan persimpangan,

3.2.1 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 memlalui suatu lengan jalan per jam, dengan satuan (kendaraan/jam) atau satuan mobil penumpang per jam (SMP/jam). Perhitungan yang mengikuti jaringan jalan perkotaan yaitu kapasitas jalan perkotaan, kapasitas simpang APILL, kapasitas simpang, dan kapasitas bagian jalan. Menurut Bina Marga (2023), klasifikasi kendaraan di perkotaan menjadi tiga jenis yaitu SM, MP, dan KS. Klasifikasi kendaraan di perkotaan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi Kendaraan

Jenis Kendaraan		Tipikal Kendaraan
SM	Kendaraan roda 2 (dua) dan 3 (tiga)	Sepeda motor, kendaraan roda 3 (tiga)
MP	Mobil penumpang 4 (empat)	Sedan, Jeep, Minibus, Mikrobus, Pickup, Truk Kecil
KS	Bus sedang dan angkutan	Bus tanggung, bus metromini

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

Gambaran klasifikasi kendaraan dapat dilihat pada Gambar 3.5, Gambar 3.6, Gambar 3.7.



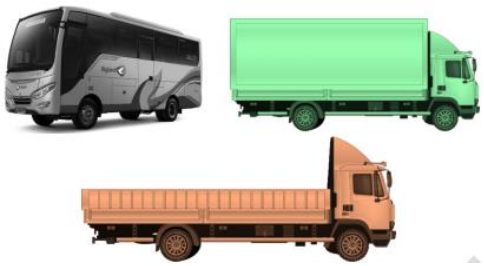
Gambar 3.5 Tipikal Kendaraan Sepeda Motor

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)



Gambar 3.6 Tipikal Kendaraan Mobil Penumpang

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)



Gambar 3.7 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 tak bermotor.

3.2.2 Kapasitas Simpang

Menurut Hobbs (1979), kapasitas merupakan ukuran kinerja pada kondisi yang bervariasi yang dapat diterpkan pada suatu lokasi tertentu atau pada suatu jaringan jalan. Kapasitas sangat bervariasi sesuai dengan kondisi lingkungannya.

Kapasitas simpang adalah perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dengan faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Kapasitas simpang dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

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

Dengan :

C = Kapasitas simpang, SMP/jam

C_0 = Kapasitas dasar impang, SMP/jam

F_{LP} = Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat

F_M = Faktor koreksi tipe median

F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota

F_{HS} = Faktor koreksi hambatan samping

F_{BKi} = Faktor koreksi rasio arus belok kiri

F_{BKa} = Faktor koreksi rasio arus belok kanan

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

1. Kapasitas Dasar (C_O)

   Nilai C_0 didapatkan berdasarkan penetapan tipe simpang, berikut ini merupakan table 3.3 kapasitas dasar.

Tabel 3.3 Kapasitas Dasar Simpang 3 dan Simpang 4

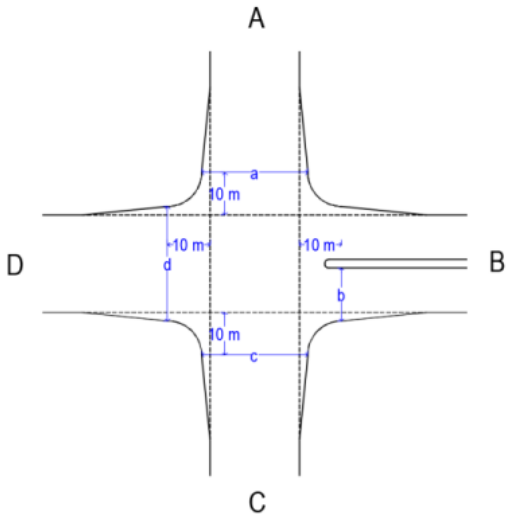
Tipe Simpang	C_0, SMP/jam
322	2700
324	3200
344	3200
422	2900
424	3400

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

2. Faktor Lebar Rata-Rata Pendekat (FL_{RP})

   Penentuan lebar rata-rata pendekat berdasarkan jumlah lajur dengan menghitung lebar rata-rata pendekat jalan mayor dan lebar rata-rata pendekat jalan minor.

Berikut ini merupakan Gambar 3.8 simpang penentuan jumlah lajur dan Tabel 3.4 penentuan jumlah lajur.



Gambar 3.8 Simpang Penentuan Jumlah Lajur

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tabel 3.4 Penentuan Jumlah Lajur

Lebar rata-rata pendekat mayor (B-D) dan minor (A-C)	Jumlah lajur (untuk kedua arah)
$L_{RP\ BD}=\frac{b+\left(\frac{d}{2}\right)}{2}$ <5,5 m	2
$L_{RP\ BD}\geq$5,5 m (ada median pada lengan B)	4
$L_{RP\ AC}=\frac{\left(\frac{a}{2}\right)+\left(\frac{c}{2}\right)}{2}$ <5,5 m	2
$L_{RP\ AC}\geq$5,5 m	4

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

L_{RP} adalah lebar lengan simpang dibagi dua. Jika pendekat tersebut sering digunakan untuk parkir, maka L_P dikurangi 2,0 m atau sesuai dengan lebar area parkir yang ada di lapangan.

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

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

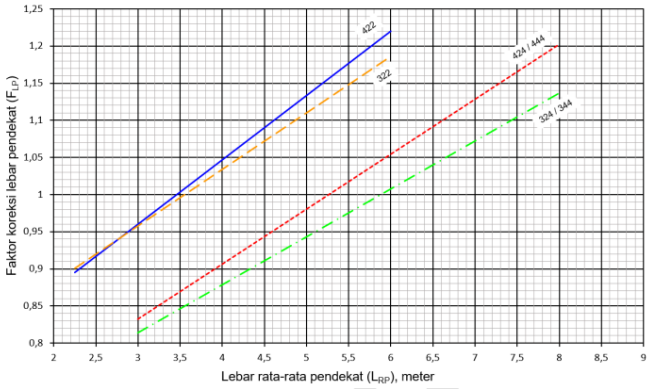
Tipe Simpang 422 : $F_{LP} = 0{,}70 + 0{,}0866\ L_{RP}$ (3.2)

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

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

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

dan dapat dihitung menggunakan grafik. Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.9 sebagai berikut.



Gambar 3.9 Faktor Koreksi Lebar pendekat

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

4. Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor

Koreksi median hanya digunakan untuk jalan mayor 4 lajur. Faktor koreksi median pada jalan mayor dapat dilihat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor (F_M)

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

5. Faktor Koreksi Ukuran Kota

   F_{UK} dapat diperoleh pada Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

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

   Pengkatagorian tipe lingkungan jalan dibagi menjadi tiga tipe yaitu, komersil, permukiman, dan akses terbatas. Pengkatagorian berdasarkan fungsi tata guna lahan dan aksesebilitas jalan dari aktivitas di sekitar simpang. Kriteria tipe dapat dilihat pada Tabel 3.7 sebagai berikut.

Tabel 3.7 Tipe Lingkungan Jalan

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

Lanjutan Tabel 3.7 Tipe Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan Jalan	Kriteria
Permukiman	Lahan digunakan untuk tempat tinggal dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan
Akses terbatas	Lahan tanpa jalan masuk langsung atau sangat terbatas, misalnya karena adanya penghalang fisik; akses harus melalui jalan samping

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

Pengkategorian hambatan samping dibagi menjadi tiga yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Setiap katageri menunjukkan pengaruh aktivitas samping di daerah simpang terhadap arus lalu lintas. Ketiga kategori dapat dilihat pada Tabel 3.8 sebagai berikut.

Tabel 3.8 Kriteria Kelas Hambatan Samping

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

Nilai F_{HS} dapat diperoleh berdasarkan tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan R_{KTB}. F_{HS} dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Nilai F_{HS}

Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	F_{HS} untuk nilai R_{KTB}					
		0,00	**0,05**	**0,10**	**0,15**	**0,20**	**≥0,25**
Komesial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0.89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

Rumus F_{HS} dapat dilihat pada Persamaan 3.6 sebagai berikut.

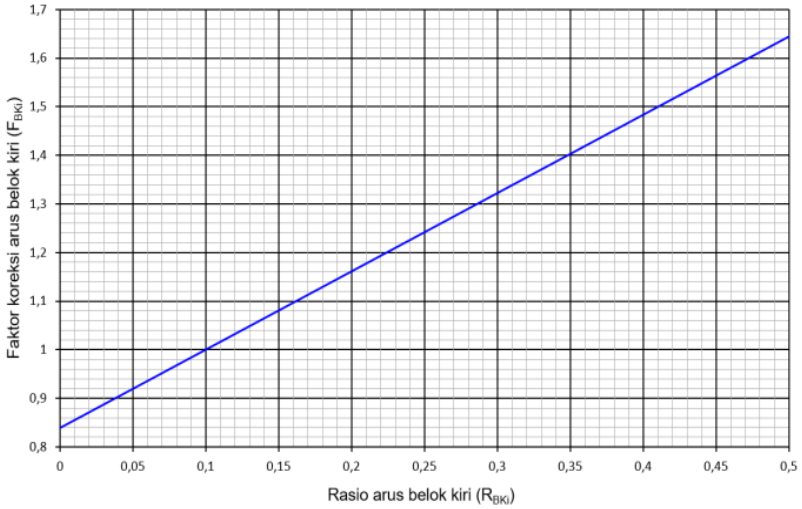
$$F_{HS}(R_{KTB\ sesungguhnya}) = F_{HS}\ (R_{KTB} = 0)\ x\ (1 - R_{KTB}\ x\ EMP_{KTB}) \quad (3.6)$$

7. Faktor Rasio Arus Belok Kiri (F_{BKi})

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

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

   Dapat dihitung menggunakan grafik pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Faktor Rasio Arus Belok Kiri

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

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

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

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

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

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

   F_{mi} dapat diperoleh dari persamaan-persamaan pada tabel 3.10 sebagai berikut.

Tabel 3.10 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{mi})

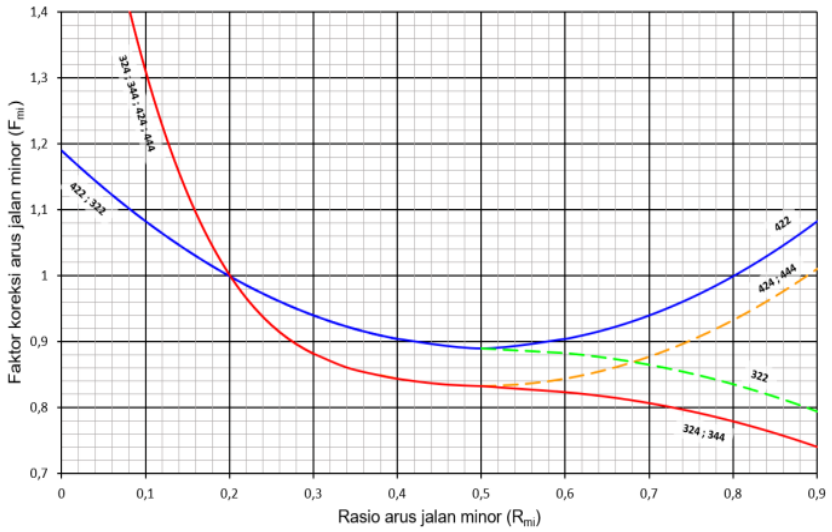
Tipe Simpang	F_{mi}	R_{mi}
422	$1{,}19 \times R_{mi}^2 - R_{mi} + 1{,}19$	0,1 – 0,9
424 dan 444	$16{,}6 \times R_{mi}^4 - 33{,}3 \times R_{mi}^3 + 25{,}3 \times R_{mi}^2 - 8{,}6 \times R_{mi} + 1{,}95$	0,1 – 0,3
	$1{,}11 \times R_{mi}^2 - 1{,}11 \times R_{mi} + 1{,}11$	0,3 – 0,9

Lanjutan Tabel 3.10 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{mi})

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

dan dapat diperoleh dari grafik yang didapatkan dari Gambar 3.11 sebagai berikut



Gambar 3.11 Faktor Arus Rasio Jalan Minor

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga 2023)

3.2.3 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)

Nilai arus lalu lintas dinyatakan dalam kend/jam dilakukan konvesi menjadi SMP/jam dengan menggunakan nilai EMP pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Nilai EMP untuk KS dan SM

Jenis Kendaraan	EMP	
	Qtotal ≥ 1000 kend/jam	Qtotal <1000 kend/jam
MP	1,0	1,0
KS	1,8	1,3
SM	0,2	0,5

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

3.2.4 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan digunakan untuk penilaian kinerja lalu lintas. Jika nilai D_j ≥0,85 perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan pelayanan simpang. Nilai tundaan dan peluang antrian tergantung dari nilai derajat kejenuhan.

Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.10 sebagai berikut.

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (3.10)$$

dengan :

D_J = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas Simpang (SMP/jam)

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

3.2.5 Tundaan (T)

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), nilai tundaan dapat digunakan untuk analisis biaya manfaat akibat kehilangan nilai waktu. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometri (T_G). T_{LL} adalah tundaan lalu lintas rata-rata yang semua kendaraan masuk ke simpang dari semua arah. T_G adalah tundaan yang terjadi dari perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan

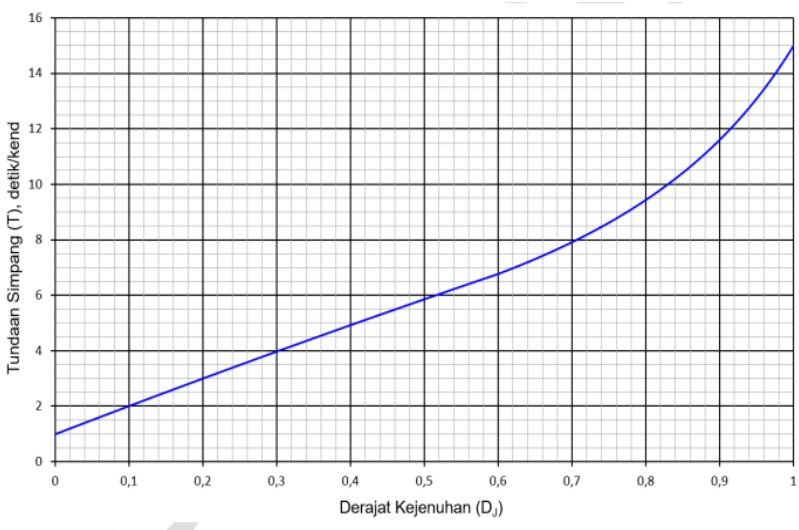
yang membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti. T dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.11 sebagai berikut.

$$T = T_{LL} + T_G \quad (3.11)$$

T_{LL} dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.12 dan 3.13 atau Gambar 3.12 berikut.

$$D_J \leq 0{,}60 : T_{LL} = 2 + 8{,}2078\ D_J - (1 - D_J)^2 \quad (3.12)$$

$$D_J > 0{,}60 : T_{LL} = \frac{1{,}0504}{0{,}2742 - 0{,}2042\ DJ} - (1\text{-}DJ)^2 \quad (3.13)$$



Gambar 3.12 Tundaan Simpang

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Tundaan lalu lintas jalan mayor (T_{LLma}) adalah tundaan rata-rata kendaraan yang masuk ke simpang jalan mayor, dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.14 dan 3.15 sebagai berikut.

$$D_J \leq 0{,}60 : T_{LLma} = 1{,}8000 + 5{,}8234\ D_J - (1 - D_J)^{1{,}8} \quad (3.14)$$

$$D_J > 0{,}60 : T_{LLma} = \frac{1{,}0503}{0{,}3460 - 0{,}2460\ DJ} - (1 - DJ)^{1{,}8} \quad (3.15)$$

Tundaan lalu lintas jalan minor (TLL_{mi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata kendaraan yang masuk ke simpang jalan minor. Nilai TLL_{mi} dapat dihitung menggunakan persamaan 3.16.

$$T_{LLMi} = \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \quad (3.16)$$

Tundaan geometri (T_G) adalah tundaan geometri rata-rata seluruh simpang. Nilai T_G dapat dihitung menggunakan persamaan 3.17.

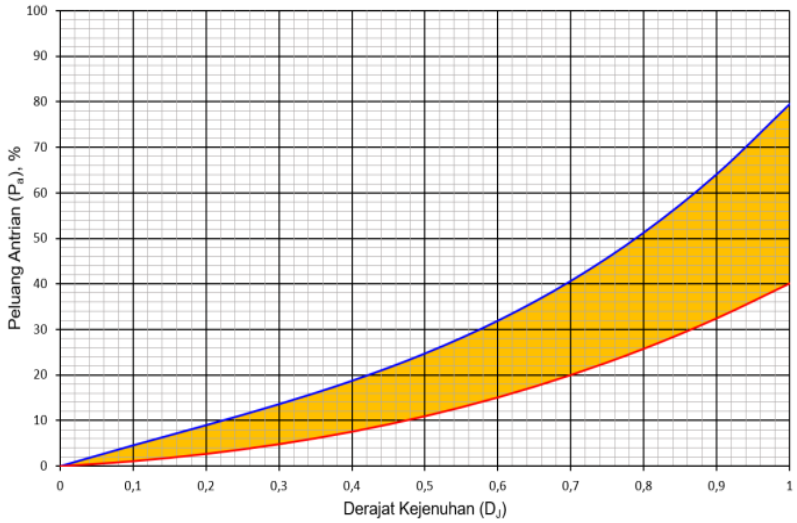
$$D_J < 1\ T_G = (1 - D_J) \times (6R_B - 3\ (1 - R_B\ )\ ) + 4D_J \quad \text{detik/smp} \quad (3.17)$$
$$D_J \geq 1\ T_G = 4 \text{ detik/smp}$$

3.2.6 Peluang Antrian

Pa diperoleh dari Persamaan 3.18 dan 3.19 atau menggunakan Gambar 3.13 sebagai berikut.

Batas atas peluang : $P_a = 47{,}71\ D_J - 24{,}68\ D_J^2 + 56{,}47\ D_J^3$ (3.18)

Batas bawah peluang : $P_a = 9{,}02\ D_J + 20{,}66\ D_J^2 + 10{,}49\ D_J^3$ (3.19)



Gambar 3.13 Peluang Antrian

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.3 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tingkat pelayanan pada persimpangan dapat ditentukan berdasarkan hasil tundaan. Menurut Menteri Perhubungan (2015), klasifikasi tingkat pelayanan pada persimpangan dapat dilihat pada Tabel 3.12 dan Tabel 3.13.

3.12 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 : Menteri Perhubungan (2015)

Tabel 3.13 Penetapan Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan

Fungsi Jalan		Nilai Tundaan (det/kend)
Arteri	Primer	Sekurang-kurangnya B
	Sekunder	Sekurang-kurangnya C
Kolektor	Primer	Sekurang-kurangnya B
	Sekunder	Sekurang-kurangnya C
Lokal	Primer	Sekurang-kurangnya C
	Sekunder	Sekurang-kurangnya D
Tol		Sekurang-kurangnya B
Lingkungan		Sekurang-kurangnya D

Sumber : Menteri Perhubungan (2015)

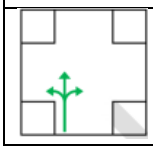
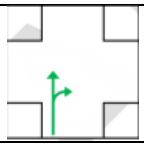
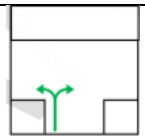
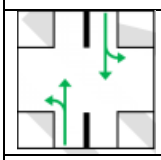
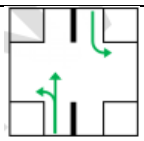
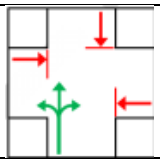
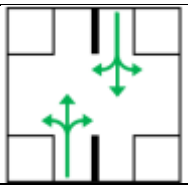
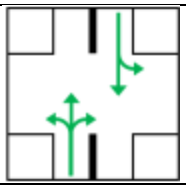
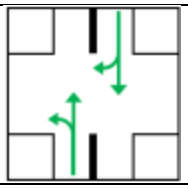
3.4 Perencanaan Simpang APILL

Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) menyatakan bahwa simpang APILL adalah pertemuan dua atau lebih ruas jalan yang dilengkapi dengan lampu APILL yang digunakan untuk pengaturan lalu lintas dengan cara meminimalkan konflik dengan memisahkan waktu berjalannya arus. Penggunaan APILL bertujuan untuk mempertahankan kapasitas persimpangan dan memberikan kenyamanan antar pengendara sehingga dapat mengurangi kecelakaan akibat tabrakan antar kendaraan arah berlawanan.

3.4.1 Tipe Pendekat

Tipe pendekat terdari dari dua yaitu tipe pendekat terlindung dan tipe pendekat terlawan. Penentuan tipe pendekat dapat dilihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Penentuan Tipe Pendekat Simpang APILL

<table>
<tr><th>Tipe Pendekat</th><th>Keterangan</th><th colspan="3">Contoh 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></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Jalan dua arah, fase untuk masing-masing arah terpisah</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></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 colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

3.4.2 Satuan Mobil Penumpang

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) satuan mobil penumpang (SMP) adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana arus kendaraan yang memiliki perbedaan jenis kendaraan diubah menjadi arus mobil penumpang dengan menggunakan nilai

ekuivalen mobil penumpang. Angka ekuivalen kendaraan dapat dilihat pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Angka Ekuivalen Mobil Penumpang pada Simpang Bersinyal

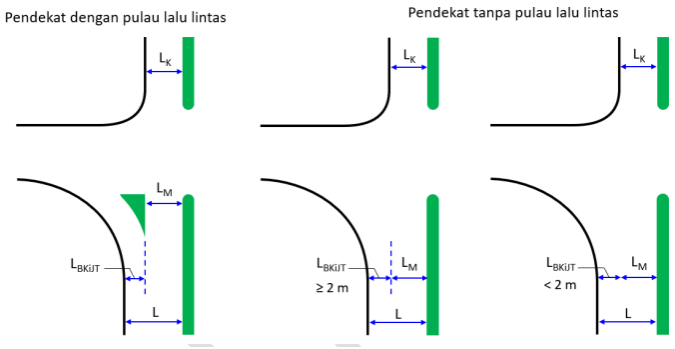
Jenis Kendaraan	EMP Untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Mobil Penumpang (MP)	1,0	1,0
Kendaraan Sedang (KS)	1,3	1,3
Sepeda Motor (SM)	0,15	0,4

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

3.4.3 Lebar Pendekat Efektif

Lebar pendekat efektif didapatkan berdasarkan parameter lebar ruas pendekat awal (L), lebar masuk (L_M), dan lebar keluar (L_K). Berdasarkan PKJI 2023 cara menentukan L_K sebagai berikut.

1. Pendekat dengan pulau lalu lintas, arus belok kiri memiliki lebar lajur tersendiri sehingga lebar masuk (L_M) merupakan lebar antara tepi pulau lalu lintas dengan median.
2. Pendekat tanpa pulau lalu lintas, arus belok kiri jalan terus bias membentuk lajur tersendiri atau bergabung dengan arus yang lurus. Apabila L_{BKiJT} lebih dari 2 meter maka arus belok kiri dapat membentuk lajur sendiri. Sedangkan apabila L_{BKiJT} kurang dari 2 meter maka arus belok kiri dapat menyatu dengan arus lalu lintas yang lurus.



Gambar 3.14 Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga 2023 lebar efektif (L_E) dapat dihitung dengan menggunakan cara sebagai berikut.

1. Jika $L_{BKiJT} \geq 2$ m atau L_{BKiJT} merupakan lajur eksklusif maka arus kendaraan BKiJT dapat jalan terus tanpa antrian kendaraan yang lurus dan belok kanan selama lampu APILL isyarat merah. L_E dapat menggunakan langkah sebagai berikut.
   a. Keluarkan arus B_{KiJT} (q_{BKiJT}) dari perhitungan dan selanjutnya arus yang dihitung dengan Persamaan 3.20 dan 3.21.

      $$q = q_{LRS} + q_{BKa} \quad (3.20)$$

      Lebar efektif sebagai berikut

      $$L_E = \text{Min } (L - L_{BKiJT}) \text{ dengan } L_M. \quad (3.21)$$

   b. Periksa L_K (khusus pendekat tipe P), jika $L_K < L_M \times (1 - R_{BKa})$, maka $L_E = L_K$, dan analisis penentuan waktu isyarat, pendekat ini hanya bagian lalu lintas yang lurus saja yaitu q_{LRS}.
2. Jika L_{BKiJT} <2 m, maka kendaraan B_{KiJT} tidak dapat jalan mendahului antrian kendaraan lainnya selama lampu merah. L_E dapat menggunakan langkah dan Persamaan 3.22.

   a. $$L_E = \text{Min} \begin{Bmatrix} L \\ L_M + L_{BKiJT} \\ L \times (1 + R_{BKiJT}) - L_{BKiJT} \end{Bmatrix} \quad (3.22)$$

b. Periksa L_K (untuk pendekat tipe P), jika $L_K<L_M\times(1-R_{BKa} - R_{BKiJT})$, maka $L_E=L_K$, analisis penentuan waktu sinyal pada pendekat ini dilakukan hanya pada arus lalu lintas lurus.

3.4.4 Arus Jenuh

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) arus jenuh (J) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor-faktor koreksi untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. Perhitungan dapat menggunakan Persamaan 3.23.

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKa} \quad (3.23)$$

dengan :

J = Arus jenuh

F_P = Faktor koreksi parkir

F_G = Faktor koreksi kelandaian memanjang pendekat

F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota

F_{HS} = Faktor koreksi hambatan samping

F_{BKi} = Faktor koreksi rasio arus belok kiri

F_{BKa} = Faktor koreksi rasio arus belok kanan

Dalam menentukan arus jenuh diperlukan beberapa faktor koreksi. Faktor koreksi arus jenuh sebagai berikut :

1. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (P) dapat menggunakan Persamaan 3.24.

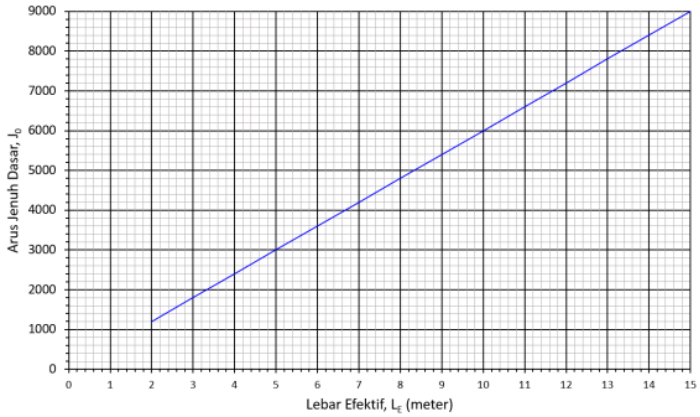
$$J_0 = 600 \times L_E \quad (3.24)$$

dengan :

J_0 = arus jenuh dasar (smp/jam)

L_E = lebar efektif pendekat (meter)

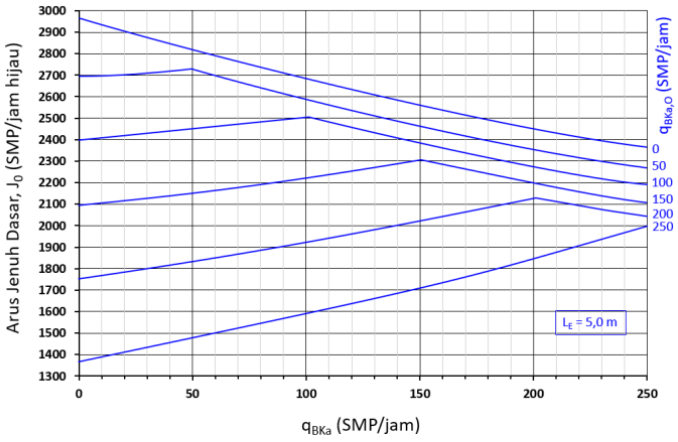
Penentapan nilai J_0 tipe pendekat terlindung dapat menggunakan Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (tipe P)

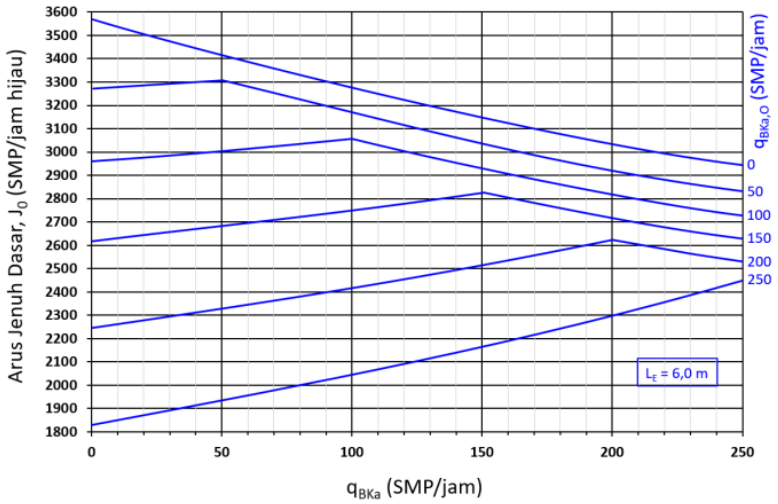
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Penetapan nilai J_0 tipe pendekat terlawan tanpa lajur belok kanan terpisah dapat menggunakan Gambar 3.16 dan Gambar 3.17.



Gambar 3.16 Arus Jenuh Dasar (J_0) untuk Pendekat Tak Terlindung (tipe o) tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)



Gambar 3.17 Arus Jenuh Dasar (J_0) 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 F_{HS} dapat dilihat pada Tabel 3.16.

Tabel 3.16 Faktor Koreksi tipe lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{HS})

Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	F_{HS} untuk nilai R_{KTB}					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komesial	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	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
Permukiman	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,82	0,78	0,72

Lanjutan Tabel 3.16 Faktor Koreksi tipe lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{HS})

Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	F_{HS} untuk nilai R_{KTB}					
			0,00	**0,05**	**0,10**	**0,15**	**0,20**	**≥0,25**
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	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	Tinggi/ Sedang/ Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	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 (F_{UK}) ditetapkan menjadi lima berdasarkan kriteria popolasi penduduk. Nilai factor koreksi ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.17.

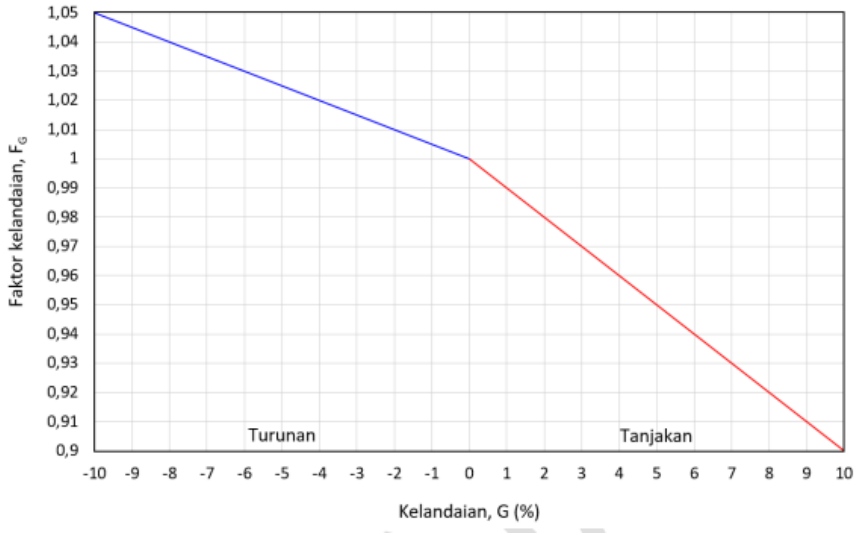
Tabel 3.17 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

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
0,1 – 0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

4. Faktor Koreksi Kelandaian

Nilai faktor koreksi kelandaiang (F_G) dapat ditentukan dari Gambar 3.18.

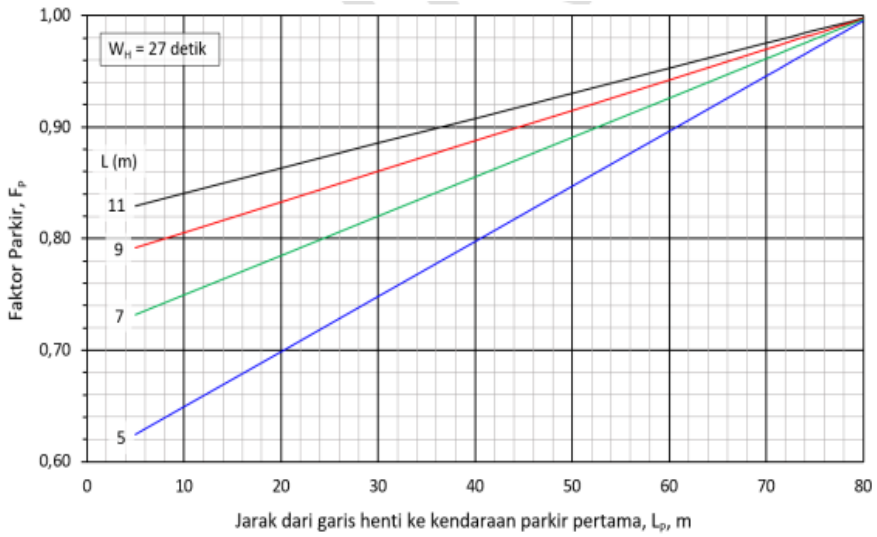


Gambar 3.18 Faktor Koreksi untuk Kelandaian (F_G)

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

5. Faktor Koreksi Pengaruh Parkir

Nilai faktor koreksi pengaruh parkir (F_P) dapat ditentukan dari Gambar 3.19.



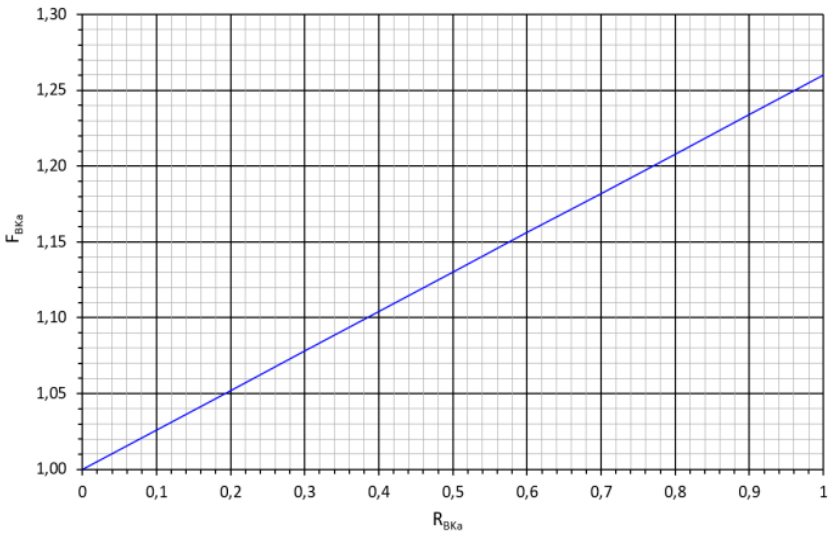
Gambar 3.19 Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir (F_P)

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

6. Faktor Koreksi Belok Kanan

Perhitungan nilai faktor koreksi belok kanan (F_{BKa}) hanya berlaku untuk pendekat tipe P, tanpa median, tipe jalan dua arah, dan lebar efektif ditentukan lebar masuk. Faktor koreksi belok kanan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.25 dan dapat ditentukan dari Gambar 3.20.

$$F_{BKa} = 1{,}0 - R_{BKa} \times 0{,}26 \quad (3.25)$$



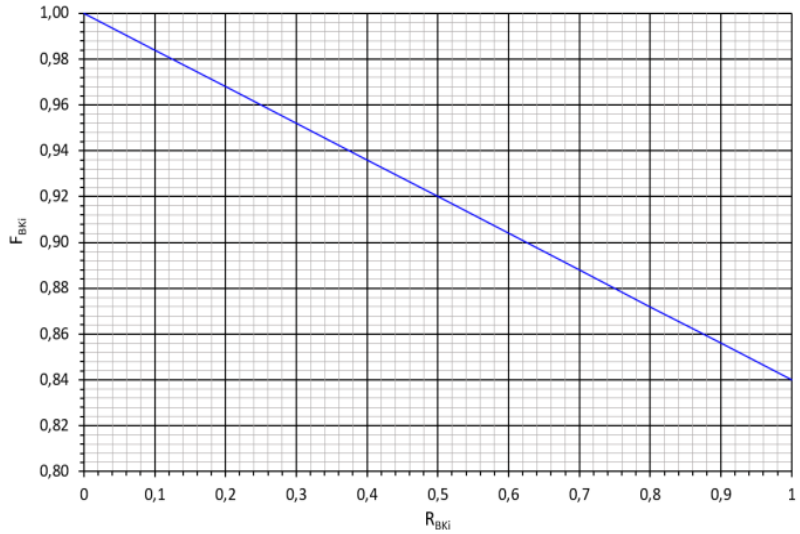
Gambar 3.20 Koreksi Belok Kanan (F_{BKa}) untuk pendekat tipe P

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

7. Faktor Koreksi Belok Kiri

Perhitungan factor koreksi belok kiri berlaku untuk pendekat tipe P tanpa BKiJT, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Perhitungan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.26 dan dapat ditentukan dari Gambar 3.21.

$$F_{BKi} = 1{,}0 - R_{BKi} \times 0{,}16 \quad (3.26)$$

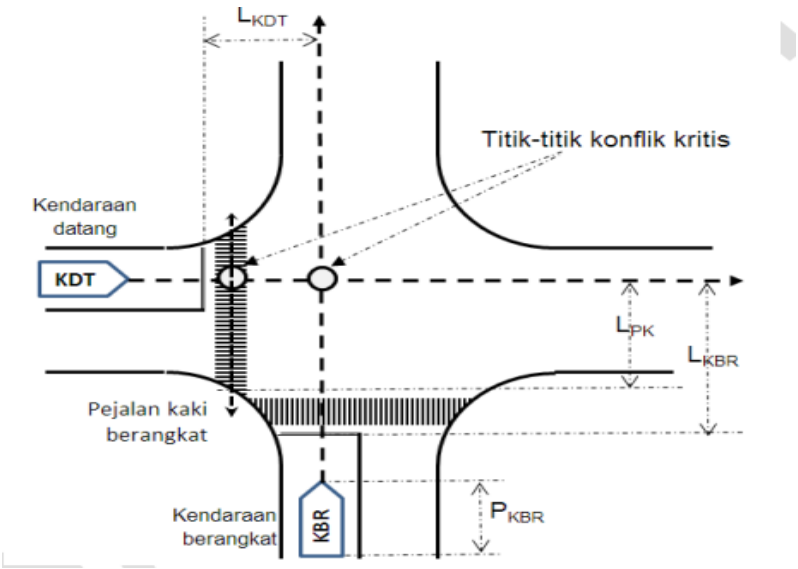


Gambar 3.21 Koreksi Belok Kiri (F_{BKi}) untuk pendekat tipe P tanpa B_{KiJT}

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.4.5 Waktu Merah Semua dan Waktu Hijau Hilang Total

W_{MS} digunakan untuk pengosongan area pada simpang APILL. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), Waktu ini memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (K_{BR}) melewati garis henti pada akhir isyarat kuning sampai dengan meninggalkan konflik. Jarak ini adalah Panjang lintasan keberangkatan (L_{KBR}) ditambah Panjang kendaraan berangkat (P_{KBR}) sebelum kedatangan kendaraan pertama yang datang dari arah lain (KDT) pada fase berikutnya sampai dengan titik konflik yang sama dengan jarak lintasan L_{KDT}. Berikut titik konflik kritis dan jarak keberangkatan dan kedatangan dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Titik Konflik Kritis dan Jarak Keberangkatan dan Kedatangan

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Perhitungan W_{MS} dapat menggunakan rumus Persamaan 3.27.

$$W_{MS} = \text{Max} \left\{ \begin{matrix} \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \\ \frac{L_{PK}}{V_{PK}} \end{matrix} \right. \quad (3.27)$$

Jika tidak terdapat nilai V_{KBR}, V_{KDT}, dan P_{KBR} yang baku dapat menggunakan nilai sebagai berikut.

V_{KDT} = 10 m/s (kendaraan bermotor)

V_{KBR} = 10 m/s (kendaraan bermotor)

= 3 m/s (kendaraan tidak bermotor contoh sepeda)

= 1,2 m/s (pejalan kaki)

P_{KBR} = 5 m (MP atau KS)

= 2 m (SM atau KTB)

Apanila W_{MS} masing-masing akhir fase telah ditetapkan, maka waktu hijau hilang total (W_{HH}) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.28.

$$W_{HH} = \sum_i (W_{MS} + W_K)_i \quad (3.28)$$

Panjang waktu kuning di Indonesia ditetapkan 3,0 detik. Untuk simpang APILL dengan area geometri yang luas dan kurang ideal, sebaiknya dihitung.

3.4.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Tahap pertama adalah penentuan waktu siklus agar dapat digunakan untuk sistem kendali waktu tetap, selanjutnya menetapkan waktu hijau pada masing-masing fase, waktu siklus yang terlalu besar dapat menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Waktu siklus yang besar terjadi jika nilai $\sum R_{q/J\ kritis}$ mendekati satu atau lebih dari satu. Nilai yang lebih dari satu maka simpang APILL melampaui jenuh dan menghasilkan nilai s yang tidak realistis karena sangat besar atau negatif. Rumus perhitungan dapat menggunakan Persamaan 3.29, Persamaan 3.30 dan Tabel 3.18.

$$s = \frac{(1{,}5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{q/J\ kritis})} \quad (3.29)$$

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J\ kritis}}{\sum i\ (R_{q/J\ kritis})i} \quad (3.30)$$

dengan:

s = waktu siklus (detik)

W_{HH} = waktu hijau hilang per siklus (detik)

W_H = waktu hijau

$R_{q/J}$ = rasio arus

Tabel 3.18 Waktu Siklus (s) yang layak

Tipe Pengaturan	S yang layak
Dua fase	40 – 80
Tiga fase	50 – 100
Empat fase	80 - 130

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

3.4.7 Kapasitas Simpang APILL

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) analisis kapasitas simpang APILL dilakukan secara terpisah setiap lengan simpang. Perhitungan dapat menggunakan Persamaan 3.31.

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (3.31)$$

dengan :

C = kapasitas simpang APILL (SMP/jam)

J = arus jenuh, (SMP/jam)

W_H = total waktu hijau dalam satu siklus, (detik)

S = waktu siklus, (detik)

3.4.8 Derajat Kejenuhan

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.32.

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (3.32)$$

dengan :

D_J = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas Simpang (SMP/jam)

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

3.4.9 Panjang Antrean

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) Panjang antrean adalah Panjang antrean kendaraan di dalam suatu pendekat dengan satuan meter. Perhitungan jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat lampu hijau dapat menggunakan Persamaan 3.33, Persamaan 3.34, Persamaan 3.35 dan Persamaan 3.36.

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (3.33)$$

Untuk $D_J \leq 0{,}5$

$$N_{q1} = 0 \quad (3.34)$$

Untuk DJ > 0,5

$$N_{q1} = 0{,}25 \times s \times \left\{(D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0{,}5)}{s}}\right\} \quad (3.35)$$

$$N_{q2} = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600} \quad (3.36)$$

Panjang antrian (P_A) diperoleh dari perkalian N_q (SMP) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu mobil penumpang (SMP) yaitu 20 m^2 dibagi lebar masuk (m), sebagaimana Persamaan 3.37.

$$P_A = N_q \times \frac{20}{Lm} \quad (3.37)$$

dengan :

N_q = Jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat hijau

N_{q1} = Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

N_{q2} = Jumlah kendaraan yang dating dan terhenti dalam antriann selama fase merah

3.4.10 Rasio Kendaraan Henti

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) R_{KH} yaitu rasio kendaraan pada pendekat yang harus berhenti akibat lampu APIIL warna merah sebelum melewati suatu simpang APILL terhadap jumlah arus pada fase yang sama pada pendekat tersebut. Dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.38.

$$R_{KH} = 0{,}9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600 \quad (3.38)$$

dengan :

N_q = Jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat hijau

s = Waktu siklus, dalam detik

q = Arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau, dalam SMP/jam

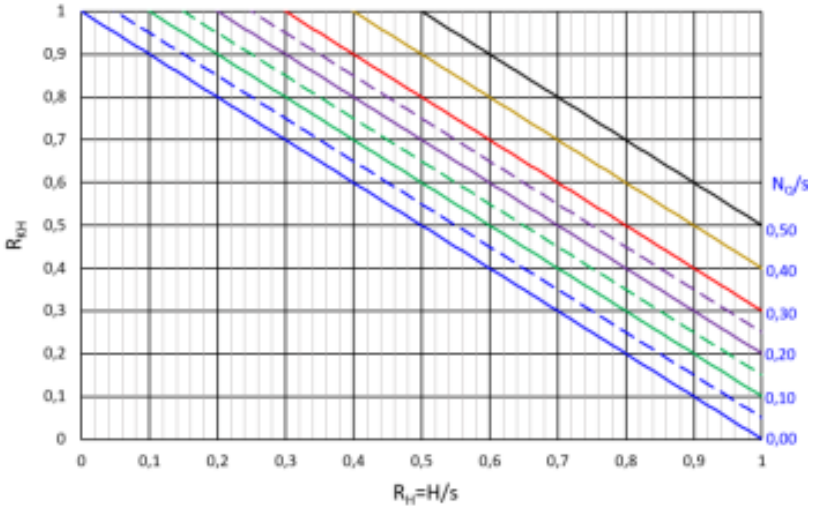
Jumlah rata-rata kendaraan berhenti NKH adalah jumlah berhenti rata-rata perkendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati simpang APILL, dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.39.

$$N_{KH} = q \times R_{KH} \quad (3.39)$$

Rasio rata-rata kendaraan berhenti untuk semua lengan simpang ($T_{KH\ Total}$), dihitung menggunakan Persamaan 3.40.

$$R_{KH} = \frac{\sum N_{KH}}{q_{Total}} \quad (3.40)$$

Penentuan rasio kendaraan henti (R_{KH}) dapat menggunakan Gambar 3.23.



Gambar 3.23 Penentuan Rasio Kendaraan Henti

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

3.4.11 Tundaan

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) tundaan pada simpang APILL terdapat dua tundaan yaitu:

1. Tundaan Lalu Lintas

   Tundaan lalu lintas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.41.

$$T_{LL} = s \times \frac{0{,}5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times DJ)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C} \quad (3.41)$$

2. Tundaan Geometri

Tundaan geometri dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.42.

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (3.42)$$

dengan :

P_B = porsi kendaraan membelok pada suatu pendekat.

3. Tundaan rata-rata

Tundaan rata-rata dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.43.

$$T_i = T_{LLi} + T_{Gi} \quad (3.43)$$

Tundaan rata-rata untuk semua lengan simpang APILL dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.44.

$$Ti = \frac{\sum(q \times T)}{q_{total}} \quad (3.44)$$

3.4.12 Tingkat Pelayanan

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan adalah ukuran untuk menggambarkan kondisi operasional lalu lintas. Tingkat pelayanan simpang dapat dilihat pada Tabel 3.12.

3.5 Pemodelan VISSIM

VISSIM adalah *software* asal Jerman yang bias melakukan simulasi dan mengevaluasi kinerja untuk lalu lintad mikroskopik, transportasi umum, transportasi pribadi maupun pejalan kaki (Fellendorf, 1994). 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 lapangan. Pengaturan itu disebut dengan proses kalibrasi.

Proses kalibrasi dilakukan secara *trial and eror* sehingga perilaku pada VISSIM dapat sesuai dengan perilaku yang ada di lapangan.

3.5.1 Validasi dan Kalibrasi

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 berupa uji GEH *(Geoffrey E.Havers)* dan uji MAPE *(Mean Absolute Percentage Error).* Perhitungan GEH dapat menggunakan Persamaan 3.45.

$$GEH = \sqrt{\frac{2\,(M-C)^2}{M+C}} \tag{3.45}$$

dengan :

M : Jumlah kendaraan yang terhitung oleh VISSIM

C : Jumlah kendaraan yang dapat dikeluarkan dalam *running*

Standar rentang nilai perhitungan GEH dapat dilihat pada Tabel 3.19.

Tabel 3.19 Standar Tingkat Pengukuran GEH

Nilai GEH	Kondisi
<5	Terpenuhi
5 – 10	Perlu diselidiki
>10	Tidak memenuhi persyaratan

Sumber : Gustavsson (2007)

Perhitungan *Mean Ansoulte Percentage Error* (MAPE) dapat menggunakan Persamaan 3.46 sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \left[\frac{(A_t - F_t)}{A_t}\right] \times 100\% \tag{3.46}$$

dengan :

n = jumlah data

A_t = data observasi

F_t = data model simulasi

Uji statik validasi MAPE digunakan untuk memberikan validasi Panjang antrian dengan model perhitungan nilai eror dengan hasil perhitunganan dalam *persentase*. Menurut Chan et al (2007) Semakin kecil nilai MAPE menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pada model semakin kecil. Standar nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 3.20 sebagai berikut.

Tabel 3.20 Standar Nilai MAPE

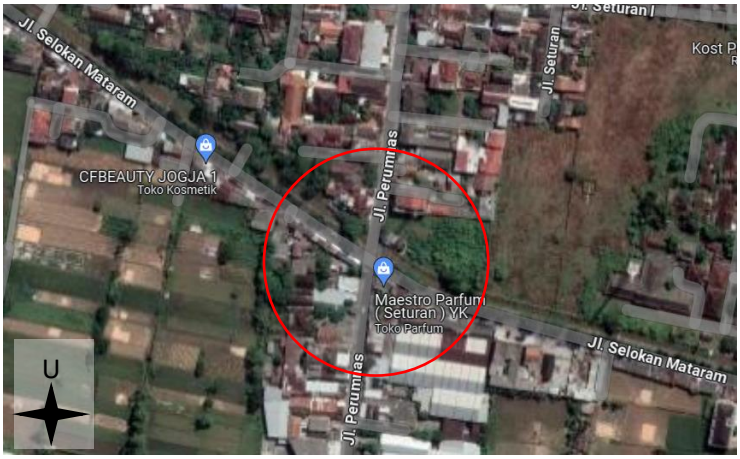
Nilai MAPE	Kategori
<10%	Sangat baik
10% - 25%	Baik
25% - 50%	Cukup baik
>50%	Buruk

Sumber : Gustavsson (2007)

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada simpang tak bersinyal Perumnas yang berlokasi di Jl.Perumnas (Selatan dan Utara) – Jl.Selokan Mataram (Barat dan Timur) kabupaten Sleman. Lokasi simpang dapat dilihat pada lingkaran berwarna merah Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

(Sumber : Google Maps, 2024)

4.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan selama dua hari yaitu hari Selasa dan Sabtu dengan waktu penelitian selama 6 jam yang terbagi menjadi 3 periode, yaitu pada pukul 06.00 – 08.00, pukul 12.00 – 14.00, dan pukul 16.00 – 18.00. Pemilihan hari dan waktu berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nurfaturohman dan Widodo (2019) tentang analisis kinerja simpang tidak bersinyal Simpang Empat Jalan Selokan Mataram – Jalan Tantular Kledokan Caturtunggal Depok Sleman karena simpang tersebut berdekatan dengan simpang Perumnas. Jenis data yang dibutuhkan pada penelitian ini

adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survei langsung di lapangan. Data primer dan sekunder yang dibutuhkan sebagai berikut.

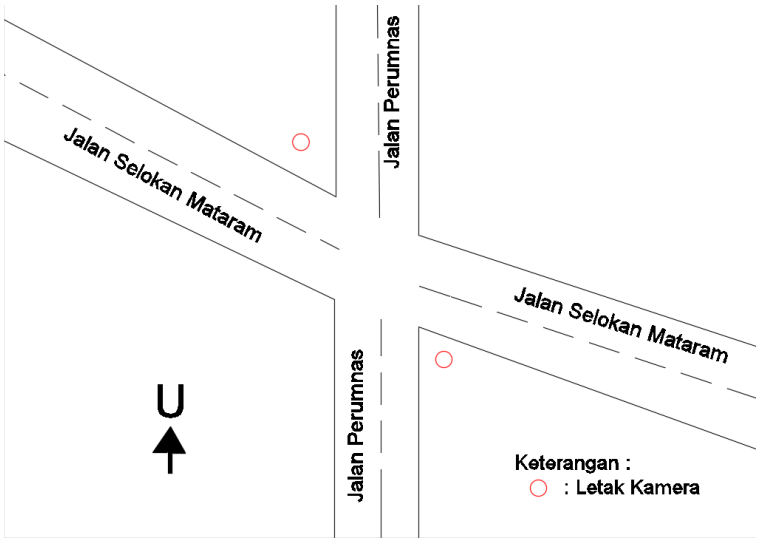
1. Data Primer

   Data primer diperoleh dari melakukan observasi langsung di lapangan. Data primer yang diperlukan antara lain :

   a. Data geometri simpang digunakan untuk mengetahui keadaan geometri pada persimpangan. Cara untuk mendapatkan data geometrik adalah dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat ukur meteran dorong. Pengukuran yang dilakukan dilapangan yaitu lebar lajur masuk dan keluar. Selain itu, dilakukan pengamatan secara *visual* dilapangan yaitu untuk menentukan jumlah lajur, tipe pendekat, tipe simpang dan ketersediaan median.

   b. Data volume kendaraan

      Data volume kendaraan digunakan untuk menghitung kinerja simpang serta digunakan untuk pemodelan pada *software* VISSIM. Pengambilan data volume kendaraan dilakukan dengan bantuan rekaman kamera yang dipasang pada titik yang telah ditentukan. Berikut Gambar 4.2 titik perletakan kamera.



Gambar 4.2 Titik Perletakan Kamera

c. Data kecepatan kendaraan

Data kecepatan kendaraan didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan pada setiap lengan simpang dengan jarak pengamatan 50 meter sebelum simpang dan jarak 20 m pada waktu tempuh kendaraan berlangsung. Survei kecepatan diambil dengan jumlah sampel yaitu 20 sepeda motor, 10 kendaraan ringan, dan 5 kendaraan berat. Pengambilan data kecepatan kendaraan dilakukan selama jam sibuk berlangsung.

d. Data panjang antrean

Data panjang antrean didapatkan dari pengukuran panjang antrian setiap kali terjadi antrian kendaraan pada lengan simpang. Pengukuran dilakukan selama 15 menit pada jam tersibuk.

e. Data *driving behaviour*

Driving behaviour merupakan parameter dari *software* VISSIM yang digunakan untuk proses kalibrasi. Data *driving behaviour* didapatkan dengan cara melakukan pengukuran jarak antar kendaraan yang sedang berhenti dan berjalan di lapangan.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari studi literatur dan penelitian jurnal yang telah dilakukan sebelumnya. Data sekunder meliputi data jam sibuk, hari sibuk, peta jaringan jalan dan jumlah penduduk.

4.3 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Alat tulis dan formulir survei digunakan untuk mencatat dan merekap hasil observasi di lapangan.
2. Meteran dorong digunakan untuk mengukur geometrik jalan atau lebar jalan pada saat di lapangan.
3. *Counter* digunakan untuk melakukan perhitungan pada saat pengemudi melintas secara langsung.

4. Laptop digunakan untuk merekap dan menganalisis data survei.
5. *Stop Watch* digunakan untuk mengukur waktu pada saat di lapangan.
6. Kamera digunakan untuk merekam pada saat observasi di lapangan.
7. *Powerbank* digunakan untuk mengisi daya pada kamera saat digunakan untuk merekam.
8. *Software* VISSIM digunakan untuk pemodelan simpang.
9. *Pilox* digunakan sebagai penanda jarak.

4.4 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 kinerja simpang meliputi derajat kejenuhan (Dj), tundaan (T), peluang antrian (Pa), dan penilaian kinerja. Perhitungan kinerja dilakukan pada setiap lengan simpang, meliputi :

   a. Derajat kejenuhan adalah rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas. D_J menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas
   b. Tundaan adalah waktu tempuh tambahan bagi pengemudi yang disebabkan adanya gerakan lalu lintas yang berlawanan di persimpangan.
   c. Peluang antrian adalah kesempatan pada kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat
   d. Penilaian kinerja menggunakan aturan Menteri Perhubungan 2015

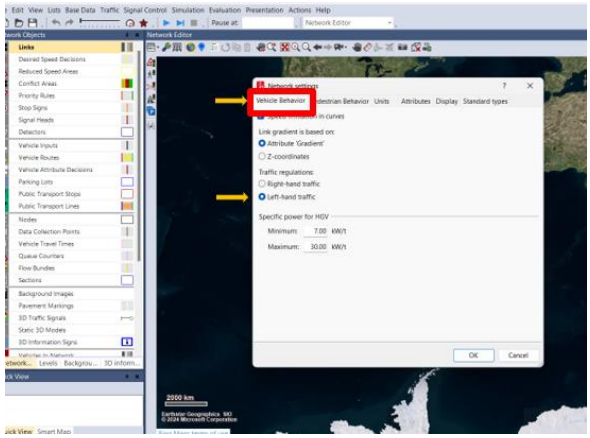
2. Pemodelan menggunakan *software* VISSIM

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

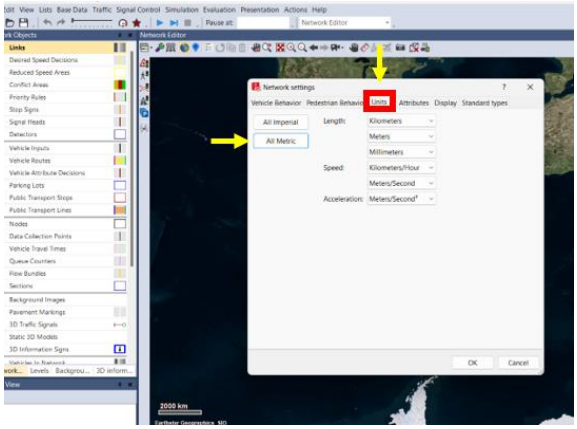
   a. Pengaturan *Network Setting*

      VISSIM adalah perangkat lunak dari Eropa sehingga perilaku lalu lintas secara *default* jalur kendaraan menggunakan jalur kanan sedangkan di Indonesia menggunkana jalur kiri. Perubahan perilaku kendaraan tersebut dapat dilakukan

dengan mengatur *Network Setting*. Langkah pengaturan *network setting* adalah Klik *Base Data – Network Setting* – pada *Vehicle Behavior* diubah ke *left-hand traffic* dan pada *Units* diubah ke *All Metrics.* Perubahan perilaku kendaraan pada *Network Setting* dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Pengaturan *Network Setting*

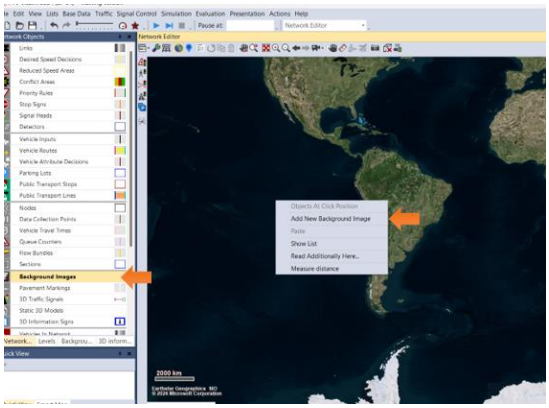


Gambar 4.4 Pengaturan *Units* pada *Network Setting*

b. *Background Images*

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

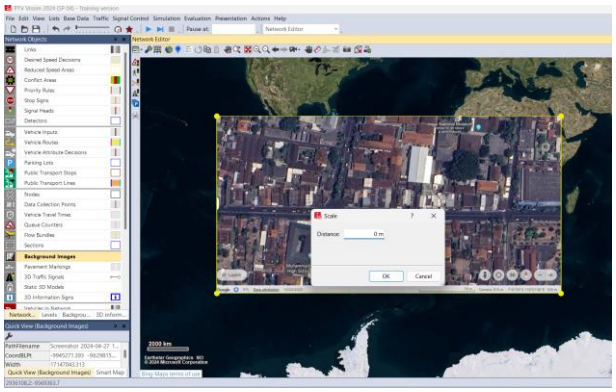
Background Image pada *Network Object* – klik kanan pada jendela *Network Editor* – pilih menu *Add New Background Image* – pilih Gambar jaringan jalan yang ingin dibuat – klik *Open* – mainkan Scroll untuk mendapatkan perbesaran gambar**.** *Input Background Image* dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini.



Gambar 4.5 Input *Background Image*

c. *Set Scale*

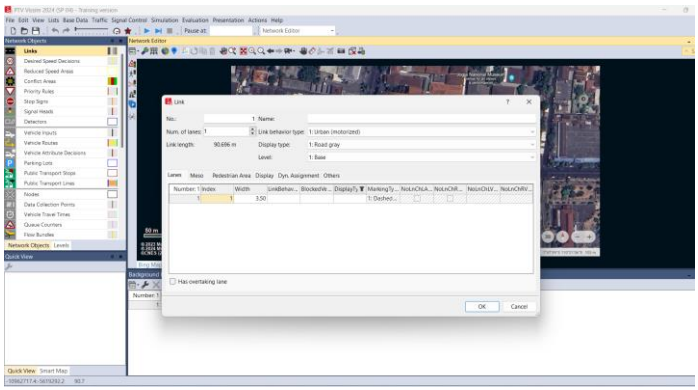
Pengaturan skala antara peta *Google Earth* dan lebar jalan asli. Cara *set scale* sebagai berikut. Ukur terlebih dahulu jarak antar bangunan, jarak antar jalan, lebar jalan, atau suatu ukuran yang mudah diukur. Pengukuran dapat dilakukan dilapangan atau menggunakan *on real scale* (Google Map) – klik kanan pada gambar lalu pilih *Set Scale*. Tarik garis yang menjadi acuan lalu dimasukkan ukuran asli di lapangan. Pengaturan skala gambar dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut.



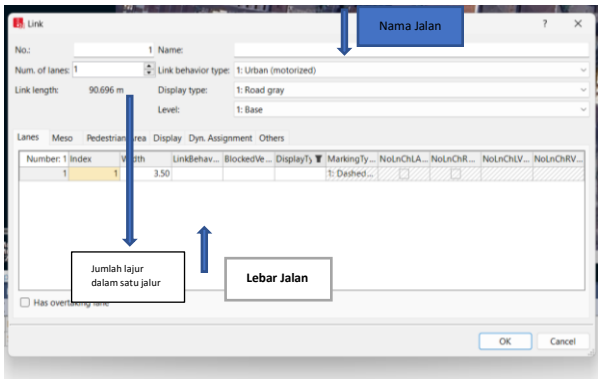
Gambar 4.6 Pengaturan Skala

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

Setelah gambar lokasi selesai selanjutnya pembuatan *link.* Lebar *link* sesuai dengan lebar asli lapangan pada tiap lajur. Langkah pembuatan *link* adalah Klik menu *Links* pada *Network Object* – di bagian *Network Editor* Area tekan tombol *Ctrl* dan klik kanan secara bersamaan – tarik Panjang *link* sesuai yang diinginkan – masukkan nama *link*, jumlah lajur, lebar lajur dan tipe kendaraan yang melewati *link* - lalu klik OK. Setelan pengaturan *Link* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4.7 Pengaturan *Link*

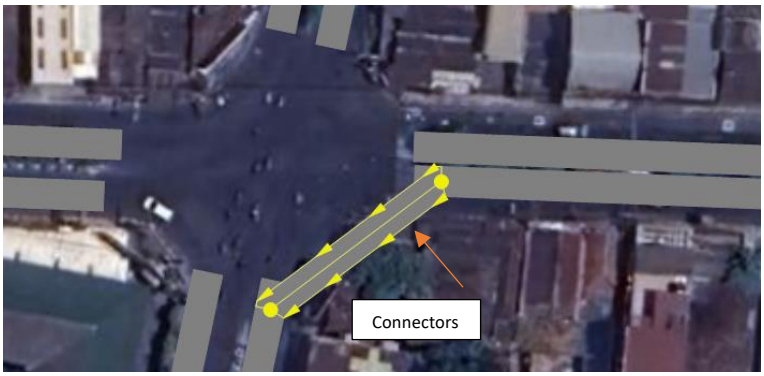


Gambar 4.8 Pengaturan *Link* Data

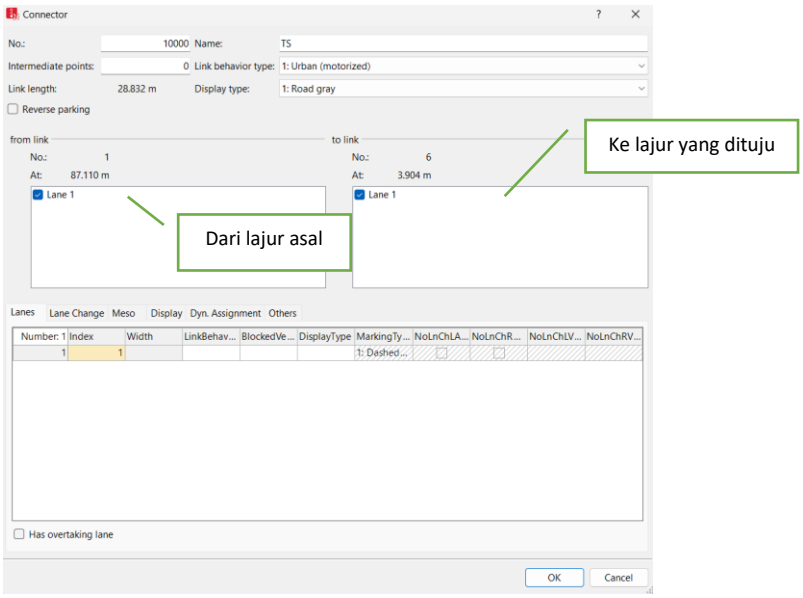
Langkah-langkah dalam pengaturan *link* data : Input nama jalan pada tulisan *(name), input* jumlah lajur pada tulisan (*Num of lane*) dan *input* lebar jalan setiap lajur pada tulisan *(width)*

Setelah pembuatan *Link* maka dilakukan penghubungan antar *links* (*Connectors).* Langkah pembuatan *connectors* adalah Klik *link* yang akan di beri *connector* – tekan tombol *Ctrl* dan klik kanan secara bersamaan – tarik dan arahkan pada *link* tujuan.

Pengaturan *connectors* dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut ini.



Gambar 4.9 *Connectors*

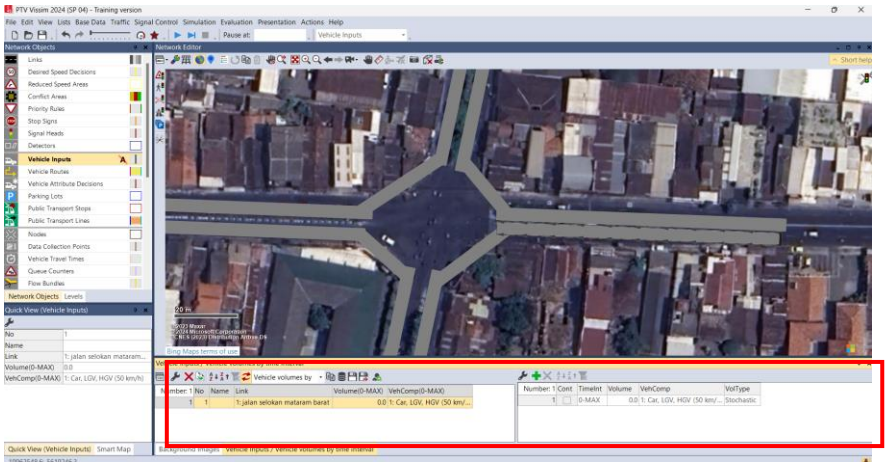


Gambar 4.10 Setelan *Connector*

Langkah pengaturan *connector* sebagai berikut : Pada bagian "*from link"* dan *"to link"* terdapat *Lane* 1 jika terdapat lebih dari satu lajur maka terdapat *lane* 2, *lane* 3, dst. Pada *from link* digunakan untuk titik awal penyambungan dan pada to *link* digunakan untuk memilih lajur mana yang akan disambungkan.

e. *Vehicle Inputs*

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



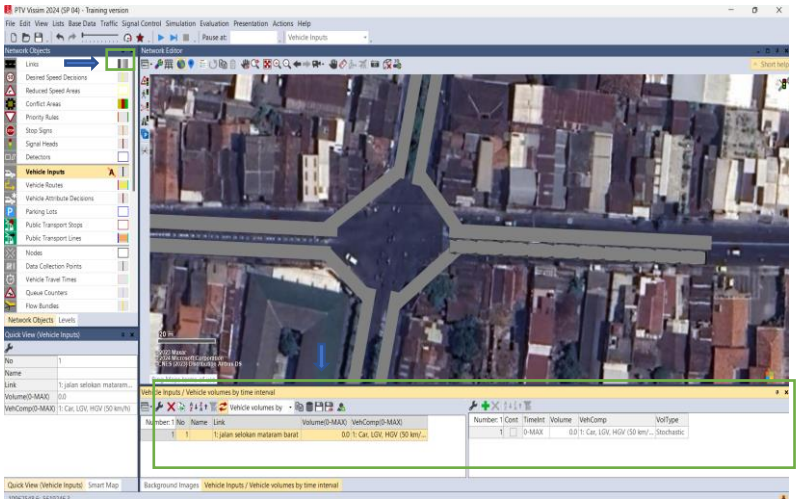
Gambar 4.11 Pengaturan *Vehicle Inputs*

Tahap pengaturan *vehicle inputs* sebagai berikut

1) Pada tulisan Name diisi dengan nama jalan.
2) Pada tulisan Volume diisi dengan volume kendaraan.
3) Pada *VehComp* diisi dengan jenis komposisi kendaraan yang telah dibuat di *VehicleCompositions.*

f. *Vehicle Compositions*

Vehicle Composition digunakan untuk pengabungan dari setiap jenis kendaraan beserta kecepatannya pada jam puncak. Kecepatan kendaraan diperoleh dari hasil survei. Langkah pengaturan *Vehicle Composition* adalah Klik *Traffic* pada menu Bar – lalu pilih *Vehicle Composition* – akan muncul jendela seperti Gambar 4.12 sebagai berikut.



Gambar 4.12 *Vehicle Compositions*

Langkah Pengaturan *Vehicle Compositions* :

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

g. *Speed Distribution*

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

h. *Vehicle Routes*

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

i. *Conflict Areas*

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

j. *Priority Rules*

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

k. *Reduced Speed Areas*

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

l. Pembuatan dan Pengaturan 3D *Models*

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

m. *Configuration and Running*

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

n. Kalibrasi dan Validasi

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

4.5 Analisis Data

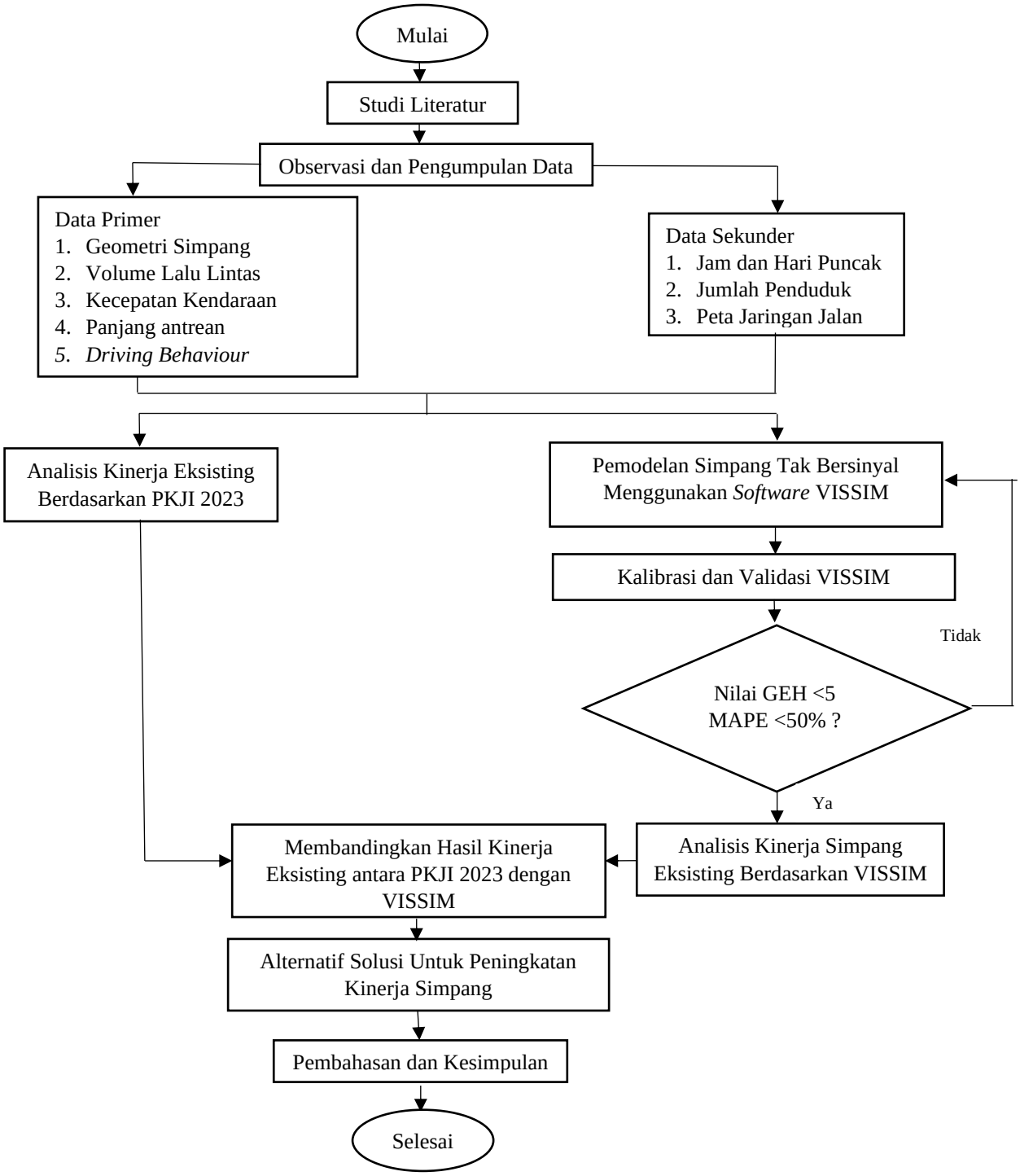
Tahap analisis data pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan *software* VISSIM. Data yang sudah didapatkan selanjutnya dianalisis sesuai acuan PKJI 2023 dan pemodelan *software* VISSIM untuk mengetahui kinerja simpang dan solusi alternatif perbaikan simpang. Langakh-langkah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

4.6 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut ini.



Gambar 4.13 Bagan Alir Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Hasil Survei

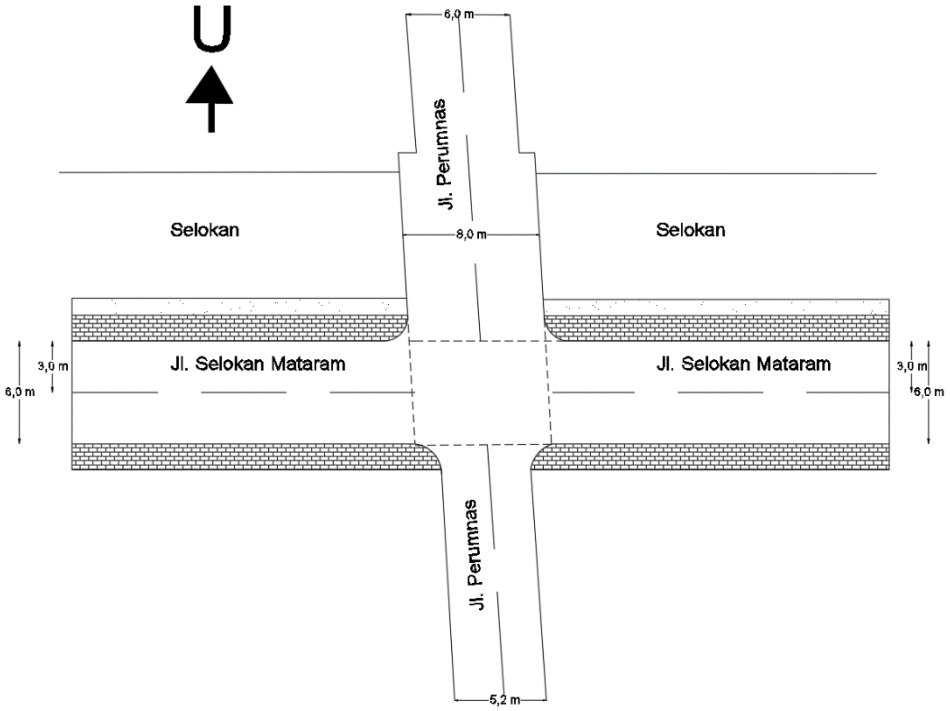
Data yang digunakan untuk analisis simpang ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yang didapatkan pada saat pengamatan langsung di lapangan terdiri dari data geometri simpang, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, panjang antrian, dan data *driving behaviour*. Sedangkan data sekunder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

5.1.1 Data Geometri Simpang

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

Tabel 5.1 Data Geometri Simpang

No	Lengan Simpang	Tipe Jalan	Lebar Pendekat (m)	Median
1	Jalan Selokan Mataram (Barat)	2/2-TT	6,0	Tidak ada
2	Jalan Perumnas (Selatan)	2/2-TT	5,2	Tidak ada
3	Jalan Selokan Mataram (Timur)	2/2-TT	6,0	Tidak ada
4	Jalan Perumnas (Utara)	2/2-TT	8,0	Tidak ada



Gambar 5.1 Denah Geometri Eksisting

5.1.2 Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Pengamatan dilakukan dengan menggunkan kamera lalu direkam untuk memperoleh volume lalu lintas. Pengamatan dilakukan selama 6 jam per hari dengan 1 hari kerja dan 1 hari libur. Penentuan hari pelaksanaan survei berdasarkan pada penelitian terdahulu yang terletak di simpang empat Jalan Selokan Mataran – Jalan Tantular dimana simpang tersebut satu ruas jalan dan berdekatan dengan simpang Perumnas. Pelaksanaan survei pada hari selasa, 11 Juni 2024 dan hari sabtu, 15 Juni 2024. Pelaksanaan survei dibagi menjadi 3 sesi, yaitu sesi pagi pada jam 06.00-08.00 WIB, sesi siang pada jam 12.00-14.00 WIB, dan sesi sore pada jam 16.00-18.00 WIB. Survei volume lalu lintas dilakukan pada kendaraan sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan sedang (KS). Data yang didapatkan memiliki satuan kendaraan

per jam. Rekapitulasi data volume lalu lintas simpang Perumnas dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Data Volume Lalu Lintas Simpang Perumnas

Sesi	Waktu (WIB)	Volume Lalu Lintas (kend/jam)					
		Selasa			Sabtu		
		SM	MP	KS	SM	MP	KS
Pagi	06:00 – 07:00	4.433	609	4	4.499	645	13
	06:15 – 07:15	4.516	615	5	4.429	638	9
	06:30 – 07:30	4.689	638	8	4.394	632	7
	06:45 – 07:45	4.659	654	9	4.428	615	5
	07:00 – 08:00	4.677	670	13	4.419	593	7
Siang	12:00 – 13:00	4.752	902	17	4.954	837	19
	12:15 – 13:15	4.806	920	12	5.059	838	13
	12:30 – 13:30	4.843	915	8	5.163	833	9
	12:45 – 13:45	4.832	908	7	5.096	838	7
	13:00 – 14:00	4.865	903	9	5.129	842	9
Sore	16:00 – 17:00	5.158	918	19	5.468	1048	19
	16:15 – 17:15	5.248	892	13	5.504	1029	13
	16:30 – 17:30	5.271	872	9	5.531	975	9
	16:45 – 17:45	5.213	860	7	5.437	937	7
	17:00 – 18:00	5.220	851	9	5.442	906	9

5.1.3 Data Kecepatan Kendaraan

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

Tabel 5.3 Rekapitulasi Data Kecepatan Kendaraan Sepeda Motor

No	Lengan Simpang	Panjang yang diamati (m)	Kecepatan Rata-rata (km/jam)
1	Jl. Selokan Mataram (Barat)	20	23
2	Jl. Selokan Mataram (Timur)	20	23
3	Jl. Perumnas (Selatan)	20	30
4	Jl. Perumnas (Utara)	20	32

5.1.4 Data Panjang Antrean

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

Tabel 5.4 Data Panjang Antrean

No	Lengan Simpang	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Selokan Mataram (Barat)	180
2	Jl. Perumnas (Selatan)	120
3	Jl. Selokan Mataram (Timur)	130
4	Jl. Perumnas (Utara)	170

5.1.5 Data *Driving Behaviour*

Data *driving behaviour* didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan. Hasil pengamatan *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Data *Driving Behaviour*

Lengan Simpang	Kendaraan Berjalan	
	Jarak Depan-Belakang (m)	Jarak Samping (m)
Barat	0,3	0,5
	0,2	0,7

Lanjutan Tabel 5.5 Data *Driving Behaviour*

Lengan Simpang	Kendaraan Berjalan	
	Jarak Depan-Belakang (m)	**Jarak Samping (m)**
	0,4	0,9
	0,2	0,8
	0,7	0,7
	0,5	1,0
	0,6	0,8
	0,8	1,2
	0,3	0,4
	0,5	0,6
	0,8	0,9
	0,4	1,2
	0,3	1,1
	0,4	0,7
	0,6	0,3
	0,7	0,6
	0,3	0,6
	0,5	0,4

5.2 Data Sekunder

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 11 Juni 2024 dan 15 Juni 2024 jam 06:00-08:00, 12:00-14:00, 16:00-18:00. Penentuan jam dan hari tersebut berdasarkan penelitian terdahulu. Penelitian dilakukan pada simpang Perumnas yang terletak di Jalan Selokan Mataram, Dabag, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Data jumlah penduduk Kabupaten Sleman didapatkan dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta dalam angka 2024. Data jumlah penduduk di Kabupaten Sleman pada tahun 2024 sebanyak 1.318.086 jiwa.

5.3 **Analisis Simpang Berdasarkan PKJI 2023**

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

5.3.1 Perhitungan Volume Lalu Lintas

Data distribusi volume lalu lintas simpang Perumnas pada satuan kendaraan/jam dapat dilihat pada Tabel 5.2. Untuk mendapatkan jam puncak dilakukan konversi satuan EMP dari kendaraan/jam menjadi smp/jam. Perhitungan ekuivalensi mobil penumpang (EMP) smp/jam dapat menggunakan Tabel 3.11. Hasil perhitungan volume (smp/jam) sebagai berikut.

1. Jalan Selokan Mataran (Lengan Sisi Barat)
   a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,2

Belok kiri	= 421 × 0,2	= 85
Lurus	= 1.058 × 0,2	= 212
Belok kanan	= 248 × 0,2	= 50
Total volume SM	= 347	

   b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1

Belok kiri	= 54 × 1	= 54
Lurus	= 147 × 1	= 147
Belok kanan	= 69 × 1	= 69
Total volume MP	= 270	

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

Belok kiri	= 1 × 1,8	= 2
Lurus	= 5 × 1,8	= 9
Belok kanan	= 1 × 1,8	= 2
Total volume KS	= 13	

2. Jalan Selokan Mataran (Lengan Sisi Timur)
   a. Sepeda Motor (SM), emp = 0,2

Belok kiri	= 226 × 0,2	= 46

Lurus	= 902 × 0,2	=181
Belok kanan	= 280 × 0,2	= 56
Total volume SM	= 283	

b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1

Belok kiri	= 48 × 1	= 48
Lurus	= 144 × 1	= 144
Belok kanan	= 57 × 1	= 57
Total volume MP	= 249	

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

Belok kiri	= 1 × 1,8	= 2
Lurus	= 2 × 1,8	= 4
Belok kanan	= 1 × 1,8	= 2
Total volume KS	= 8	

3. Jalan Perumnas (Lengan Sisi Selatan)

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

Belok kiri	= 171 × 0,2	= 34
Lurus	= 536 × 0,2	= 107
Belok kanan	= 335 × 0,2	= 67
Total volume SM	= 210	

b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1

Belok kiri	= 59 × 1	= 59
Lurus	= 123 × 1	= 123
Belok kanan	= 92 × 1	= 92
Total volume MP	= 274	

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

Belok kiri	= 1 × 1,8	= 2
Lurus	= 1 × 1,8	= 2
Belok kanan	= 1 × 1,8	= 2
Total volume KS	= 6	

4. Jalan Perumnas (Lengan Sisi Utara)

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

Belok kiri	= 239 × 0,2	= 48
Lurus	= 587 × 0,2	= 118
Belok kanan	= 465 × 0,2	= 93
Total volume SM	= 259	

b. Mobil Penumpang (MP), emp = 1

Belok kiri	= 53 × 1	= 53
Lurus	= 130 × 1	= 130
Belok kanan	= 72 × 1	= 72
Total volume MP	= 274	

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

Belok kiri	= 1 × 1,8 = 2
Lurus	= 3 × 1,8 = 6
Belok kanan	= 1 × 1,8 = 2
Total volume KS	= 10

Total volume kendaraan smp/jam semua lengan = 630 + 540 + 490 + 524
= 2.184 smp/jam

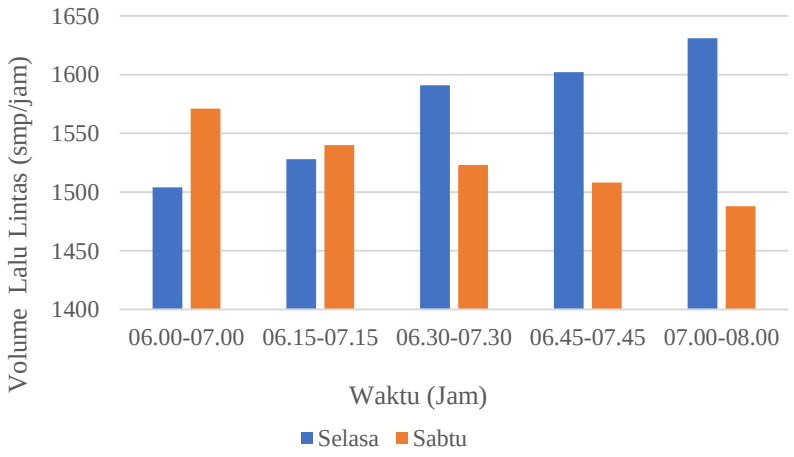
Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan volume kendaraan smp/jam. Rekapitulasi volume kendaraan smp/jam dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Volume Lalu Lintas Simpang Perumnas PKJI 2023

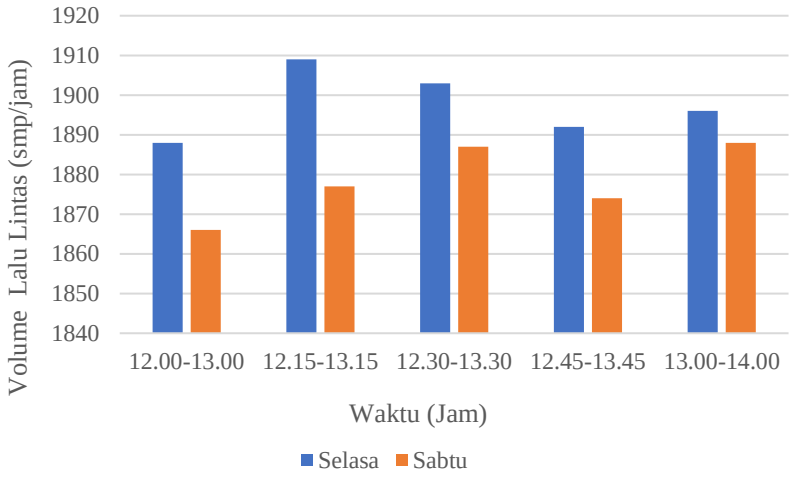
Waktu (WIB)	**Jumlah Volume Lalu Lintas perjam (smp/jam)**	
	Selasa	**Sabtu**
06.00-07.00	1.504	1.571

Lanjutan Tabel 5.6 Volume Lalu Lintas Simpang Perumnas PKJI 2023

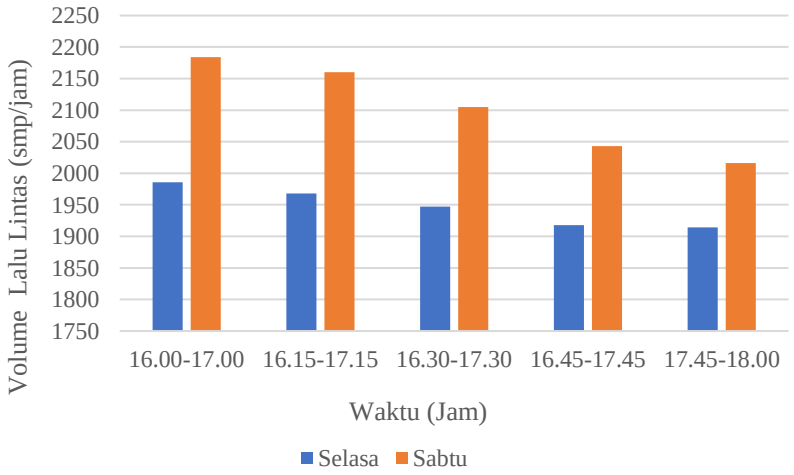
Waktu (WIB)	Jumlah Volume Lalu Lintas perjam (smp/jam)	
	Selasa	Sabtu
06.15-07.15	1.528	1.540
06.30-07.30	1.591	1.523
06.45-07.45	1.602	1.508
07.00-08.00	1.631	1.488
12.00-13.00	1.888	1.866
12.15-13.15	1.909	1.877
12.30-13.30	1.903	1.887
12.45-13.45	1.892	1.874
13.00-14.00	1.896	1.888
16.00-17.00	1.986	2.184
16.15-17.15	1.968	2.160
16.30-17.30	1.947	2.105
16.45-17.45	1.918	2.043
17.45-18.00	1.914	2.016



Gambar 5.2 Grafik Volume Lalu Lintas Sesi Pagi (smp/jam)



Gambar 5.3 Grafik Volume Lalu Lintas Sesi Siang (smp/jam)



Gambar 5.4 Grafik Volume Lalu Lintas Sesi Sore (smp/jam)

Berdasarkan hasil rekapitulasi volume lalu lintas smp/jam diatas didapatkan hari puncak pada hari sabtu dan jam puncak pada pukul 16.00-17.00 dengan volume kendaraan 2.184 smp/jam.

5.3.2 Perhitungan Kapasitas

1. Kapasitas Dasar (Co)

   Kapasitas dasar diperoleh berdasarkan tipe simpang, simpang Perumnas merupakan tipe simpang 422. Berdasarkan Tabel 3.3 didapatkan kapasitas dasar sebesar 2900 smp/jam.

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

   Sebelum menghitung faktor penyesuaian lebar rata – rata dapat menghitung nilai L_{RP} dengan menggunakan rumus pada Tabel 3.4. Diketahui nilai L_{RP} sebesar 3,15 m. Pada tipe simpang 422 nilai F_{LP} dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.2 dan Gambar 3.9. Hasil perhitungan sebagai berikut.

   F_{LP} $= 0,70 + 0,0866\ L_{RP}$

   $= 0,70 + 0,0866 \times 3,15$

   $= 0,9728$

3. Faktor Koreksi Tipe Median (F_M)

   Pada simpang Perumnas tidak ada median jalan. Maka berdasarkan Tabel 3.5 didapatkan nilai F_M adalah 1,00.

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

   F_{UK} didapatkan sesuai dengan populasi penduduk pada daerah lokasi penelitian. Menurut Badan Pusat Statitika Populasi Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2024 sebesar 1.335.947 jiwa. Berdasarkan Tabel 3.6 didapatkan F_{UK} sebesar 1,00.

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

   Berdasaarkan Tabel 3.7 simpang Perumnas termasuk kategori tipe lingkungan komersial karena pada daerah tersebut terdapat pertokoan, rumah makan, perkantoran. Kriteria hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3.8. Sesuai dengan lokasi penelitian kriteria hambatan samping kategori sedang maka nilai F_{HS} adalah 0,94.

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

Nilai R_{Bki} sebesar 0,1996. F_{Bki} dihitung menggunakan Persamaan 3.7. Hasil perhitungan F_{Bki} sebagai berikut.

F_{Bki} = 0,84 + 1,61 R_{Bki}

= 0,84 + 1,61 × 0,1996

= 1,1614

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

Nilai F_{BKa} tipe simpang 4 dihitung menggunakan Persamaan 3.8. Hasil perhitungan F_{BKa} sebagai berikut.

F_{BKa} = 1,00

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

Nilai F_{RMi} tipe simpang 422 dapat dihitung menggunakan pada Tabel 3.10 dan Gambar 3.11. Didapatkan nilai R_{MI} sebesar 0,4643. Hasil perhitungan sebagai berikut.

F_{RMI} = 1,19 × R_{MI}^2 – 1,19 × R_{MI} + 1,19

= 1,19 × $0{,}4643^2$ – 1,19 × 0,4643 + 1,19

= 0,8940

9. Kapasitas (C)

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

C = $C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKa} \times F_{Rmi}$

= 2900 × 0,9728 × 1 × 1 × 0,94 × 1,1614×1 × 0,8940

= 2.753 smp/jam

5.3.3 Derajat Kejenuhan

Perhitungan derajat kejenuhan dapat menggunakan Persamaan 3.10. Diketahui nilai arus lalu lintas total sebesar 2.184 smp/jam. Hasil perhitungan derajat kejenuhan.

$D_J = \frac{2.184 \text{ smp/jam}}{2.753 \text{ smp/jam}}$

= 0,79

5.3.4 Perhitungan Perilaku Lalu Lintas

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga 2023 meliputi tundaan (T) dan peluang antrean (Pa). Tundaan lalu lintas meliputi tundaan lalu lintas (T_{LL}), tundaan lalu lintas jalan utama (T_{LLma}), tundaan lalu lintas jalan minor (T_{LLmi}), dan tundaan geometri simpang (T_G).

1. Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})

   Berdasarkan hasil derajat kejenuhan yang sudah dihitung sebelumnya dan hasil lebih dari 0,6 maka nilai tundaan lalu lintas dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.13. Perhitungan sebagai berikut.

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

   $= \frac{1,0504}{0,2742-0,2042 \times 0,79} - (1 - 0,79)^2$

   = 12,5104 det/smp

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

   Berdasarkan hasil derajat kejenuhan yang sudah dihitung sebelumnya dan hasil lebih dari 0,6 maka nilai tundaan lalu lintas jalan utama dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.15. Perhitungan sebagai berikut.

   $T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460-0,2460 \times DJ)} - (1 - DJ)^{1,8}$

   $= \frac{1,0503}{(0,3460-0,2460 \times 0,79)} - (1 - 0,79)^{1,8}$

   = 6,9027 det/smp

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

   Diketahui nilai q_{KB} sebesar 2.184 smp/jam, q_{Ma} sebesar 1.170 smp/jam dan q_{Mi} sebesar 1.014 smp/jam. T_{LLmi} dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.16. Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut.

   $T_{LLmi} = \frac{qKB \times TLL - qMa \times TLLMa}{qMi}$

   $= \frac{2.184 \times 12.5104 - 1.170 \times 6,9027}{1.014}$

   = 18,9807 det/smp

4. Tundaan Geometrik Simpang (T_G)

Berdasarkan hasil derajat kejenuhan yang sudah dihitung sebelumnya dan hasil kurang dari 1 maka nilai tundaan geometrik simpang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.17. Diketahui nilai R_B sebesar 0,4579. Perhitungan sebagai berikut.

$T_G = (1 – D_J) \times (6 \times R_B + 3 (1 – R_B) + 4 \times D_J$

$= (1 – 0,79) \times (6 \times 0,4579 + 3 (1 – 0,4579) + 4 \times 0,79$

$= 4,0773$ det/smp

5. Tundaan Simpang (T)

Perhitungan tundaan simpang dapat menggunakan Persamaan 3.11. Hasil perhitungan sebagai berikut.

$T = T_{LL} + T_G$

$= 12,5104 + 4,0773$

$= 16,5876$ det/smp

6. Peluang Antrian

Perhitungan peluang antrian dapat menggunakan Persamaan 3.18 dan 3.19. Hasil perhitungan sebagai berikut.

a. Pa batas atas $= 47,71 D_J – 24,68 D_J^2 + 56,47 D_J^3$

$= 47,71 (0,79) – 24,68 (0,79)^2 + 56,47 (0,79)^3$

$= 50,4959$

b. Pa batas bawah $= 9,02 D_J + 20,66 D_J^2 + 10,49 D_J^3$

$= 9,02 (0,79) + 20,66 (0,79)^2 + 10,49 (0,79)^3$

$= 25,3876$

5.3.5 Penentuan Tingkat Pelayanan Simpang

Penentuan tingkat pelayanan simpang menggunakan ketentuan pada Tabel 3.12. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tundaan simpang sebesar 16,5876 det/smp kategori tingkat pelayanan simpang C. Jalan pada simpang Perumnas termasuk jalan lingkungan. Hasil tingkat pelayanan simpang tersebut sesuai syarat yang berlaku yaitu jalan lingkungan sekurang-kurangnya D.

5.3.6 Rekapitulasi Hasil Analisis Simpang

Rekapitulasi analisis simpang Perumnas dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Simpang

Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Kapasitas (C)	smp/jam	2.753
Volume Lalu Lintas (q)	smp/jam	2.184
Derajat Kejenuhan (DJ)	-	0,79
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	detik/smp	12,51
Tundaan Geometri (TG)	detik/smp	4,08
Tundaan (T)	detik/smp	16,59
Tingkat Pelayanan	-	C
Batas Atas Peluang Antrean	%	50,50
Batas Bawah Peluang Antrean	%	25,39

5.4 **Pemodelan VISSIM**

VISSIM digunakan untuk pemodelan pada simpang. Hasil dari pemodelan yang didapatkan yaitu volume lalu lintas, kecepatan, panjang antrean, dan tundaan simpang. Validasi hasil pemodelan digunakan untuk menguji kebenaran jumlah kendaraan yang sudah di *input* ke dalam *software* VISSIM. Untuk menguji validasi dapat menggunakan rumus GEH dan uji MAPE. Parameter yang digunakan untuk uji GEH adalah volume kendaraan sedangkan uji MAPE yaitu kecepatan kendaraan, tundaan dan Panjang antrean. Syarat nilai uji GEH dan uji MAPE dapat dilihat pada Tabel 3.19 dan Tabel 3.20. Apabila hasil pemodelan tidak memenuhi syarat maka perlu dilakukan kalibrasi.

5.4.1 Hasil Pemodelan VISSIM Sebelum Kalibrasi

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

1. Hasil Volume Kendaraan

   Nilai GEH dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.20 dan hasil perhitungan sebagai berikut.

   a. Lengan Simpang Barat (Jl. Selokan Mataram)

      Uji GEH $= \sqrt{\frac{2\,(2.004-1.769)^2}{2.004+1.769}}$

      $= 5{,}411$

   b. Lengan Simpang Selatan (Jl. Perumnas)

      Uji GEH $= \sqrt{\frac{2\,(1.319-1.062)^2}{1.319+1.062}}$

      $= 7{,}448$

   c. Lengan Simpang Timur (Jl. Selokan Mataram)

      Uji GEH $= \sqrt{\frac{2\,(1.661-1.505)^2}{1.661+1.505}}$

      $= 3{,}921$

   d. Lengan Simpang Utara (Jl. Perumnas)

      Uji GEH $= \sqrt{\frac{2\,(1.551-1.413)^2}{1.551+1.413}}$

      $= 4{,}252$

      Nilai GEH kurang dari 5 memenuhi syarat

2. Hasil Kecepatan

   Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.21.

   a. Lengan Simpang Barat (Jl. Selokan Mataram)

      MAPE $= \left|\frac{23-43}{23}\right| \times 100\%$

      $= 87\%$

   b. Lengan Simpang Selatan (Jl. Perumnas)

      MAPE $= \left|\frac{30-132}{30}\right| \times 100\%$

= 342%

c. Lengan Simpang Timur (Jl. Selokan Mataram)

MAPE $= \left|\frac{23-36}{23}\right| \times 100\%$

= 59%

d. Lengan Simpang Utara (Jl. Perumnas)

MAPE $= \left|\frac{32-50}{32}\right| \times 100\%$

= 57%

3. Hasil Panjang Antrean

Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.21 dan hasil perhitungan sebagai berikut.

a. Lengan Simpang Barat (Jl. Selokan Mataram)

MAPE $= \left|\frac{180-382}{180}\right| \times 100\%$

= 118 %

b. Lengan Simpang Selatan (Jl. Perumnas)

MAPE $= \left|\frac{120-369}{120}\right| \times 100\%$

= 208 %

c. Lengan Simpang Timur (Jl. Selokan Mataram)

MAPE $= \left|\frac{130-369}{130}\right| \times 100\%$

= 184 %

d. Lengan Simpang Utara (Jl. Perumnas)

MAPE $= \left|\frac{170-253}{170}\right| \times 100\%$

= 144%

Berdasarkan hasil di atas ada beberapa lengan yang tidak memenuhi syarat aman GEH dan MAPE, maka perlu dilakukan kalibrasi pada pemodelan tersebut.

5.4.2 Hasil Pemodelan VISSIM Setelah Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan dengan mengganti komponen-komponen pada parameter *driving behaviour*. Adapun perubahan pada komponen *driving behaviour* sebagai berikut.

Tabel 5.8 Perubahan Komponen *Driving Behaviour* Setelah Kalibrasi

Parameter yang Diubah		**Nilai**	
		Sebelum	**Sesudah**
Car Following	*Average Standstill Distance (m)*	2	0,20
	Additive Part of Safety Distance	2	0,20
	Multiplivative Part of Safety Distance	3	0,20
Lane Change	*Waiting time before diffudion (s)*	60	60,00
	Min. Headway (front/rear) (m)	0,50	0,50
Lateral	*Desired Position at Free Flow*	*Middle of Lane*	*Any*
	Minimum Distance Standing (m)	1,0	0,01
	Minimum Distance Driving (m)	1,0	0,10
	Overtake on Same Lane	*None*	*On left, on right*
Signal Controller	*Behaviour at Red/Amber Signal*	*Stop (Same as Red)*	*Go (Same as Green)*

Berikut merupakan contoh perhitungan uji GEH dan MAPE dari pemodelan software VISSIM setelah dilakukan kalibrasi.

1. Hasil Volume Kendaraan

   Nilai GEH dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.20 dan hasil perhitungan sebagai berikut.

   a. Lengan Simpang Barat (Jl. Selokan Mataram)

      Uji GEH = 3,997

   b. Lengan Simpang Selatan (Jl. Perumnas)

      Uji GEH = 1,166

   c. Lengan Simpang Timur (Jl. Selokan Mataram)

      Uji GEH = 4,541

   d. Lengan Simpang Utara (Jl. Perumnas)

      Uji GEH = 4,252

2. Hasil Kecepatan

   Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.21 dan hasil perhitungan sebagai berikut.

   a. Lengan Simpang Barat (Jl. Selokan Mataram)

      Uji MAPE = 15%

   b. Lengan Simpang Selatan (Jl. Perumnas)

      Uji MAPE = 44%

   c. Lengan Simpang Timur (Jl. Selokan Mataram)

      Uji MAPE = 33%

   d. Lengan Simpang Utara (Jl. Perumnas)

      Uji MAPE = 22%

3. Hasil Panjang Antrean

   Nilai MAPE dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 3.21 dan hasil perhitungan sebagai berikut.

   a. Lengan Simpang Barat (Jl. Selokan Mataram)

      Uji MAPE = 31%

   b. Lengan Simpang Selatan (Jl. Perumnas)

      Uji MAPE = 31%

c. Lengan Simpang Timur (Jl. Selokan Mataram)

Uji MAPE = 7%

d. Lengan Simpang Utara (Jl. Perumnas)

Uji MAPE = 49%

Berdasarkan hasil di atas semua simpang memenuhi syarat GEH dan MAPE maka pemodelan dinyatakan aman.

5.4.3 Perbandingan Hasil Pemodelan VISSIM Sebelum dan Sesudah Kalibrasi

Berdasarkan hasil pemodelan yang sudah dilakukan terdapat perbedaan hasil sebelum dan sesudah dilakukan kalibrasi. Hasil perbandingan sebelum dan sesudah kalibrasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.

Tabel 5.9 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Kalibrasi

Parameter	Kondisi	Pendekatan Lengan			
		Barat	Timur	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (smp/jam)	Eksisiting	2.004	1.661	1.319	1.551
	Sebelum Kalibrasi	1.769	1.505	1.062	1.413
	Sesudah Kalibrasi	1.829	1.481	1.277	1.388
	Nilai GEH	3,99 (AMAN)	4,541 (AMAN)	1,166 (AMAN)	4,252 (AMAN)
Kecepatan (km/jam)	Eksisiting	23	23	30	32
	Sebelum Kalibrasi	43	37	133	50
	Sesudah Kalibrasi	26	15	43	39
	Nilai MAPE	15% (AMAN)	33% (AMAN)	44% (AMAN)	22% (AMAN)
Panjang Antrean (m)	Eksisiting	180	130	120	170
	Sebelum Kalibrasi	382	370	370	415
	Sesudah Kalibrasi	236	139	157	253
	Nilai MAPE	27% (AMAN)	4% (AMAN)	4% (AMAN)	44% (AMAN)



Gambar 5.5 Pemodelan VISSIM Eksisting Sebelum Kalibrasi



Gambar 5.6 Pemodelan VISSIM Eksisting Sesudah Kalibrasi

5.5 Perbandingan Analisis Eksisting PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM

Hasil dari analisis eksisting menggunakan Direktorat Jenderal Bina Marga 2023 dan pemodelan VISSIM terdapat perbedaan.Perbandingan hasil analisis PKJI dengan pemodelan VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.10.

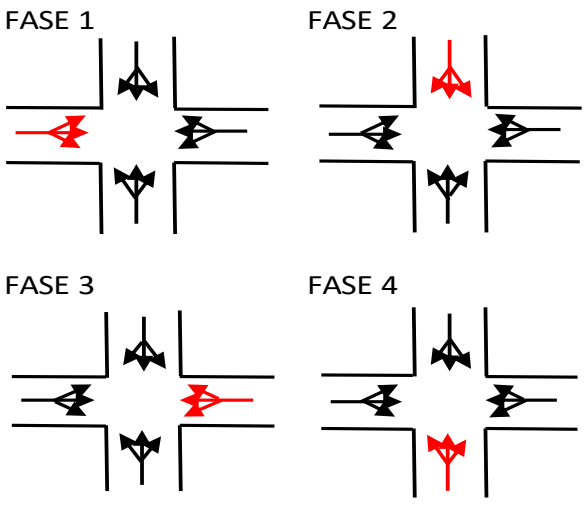
Tabel 5.10 Perbandingan Hasil Analisis PKJI 2023 dan Pemodelan VISSIM

No	Parameter	Satuan	PKJI 2023				Pemodelan VISSIM			
			B	T	S	U	B	T	S	U
1	Derajat Kejenuhan	-	0,79				-	-	-	-
2	Peluang Antrian	%	25,39 – 50,50				-	-	-	-
3	Tundaan	det/smp	16,59				20,42	9,32	37,15	32,95
4	Tundaan Simpang	det/smp	16,59				23,93			
4	Panjang Antrian	m	-				236	139	157	253
5	Tingkat Pelayanan	-	C				C			

5.6 Alternatif Solusi Peningkatan Kinerja Simpang

5.6.1 Alternatif Solusi 1 Penambahan Sinyal 4 Fase dengan Waktu Siklus 80 detik

Alternatif solusi yang pertama yaitu penambahan sinyal 4 fase dengan waktu sinyal 80 detik. Penambahan sinyal 4 fase dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Simpang Bersinyal 4 Fase

Perhitungan kinerja simpang APILL dapat dilihat sebagai berikut.

1. Perhitungan Volume Lalu Lintas

Konversi satuan dari kendaraan/jam menjadi smp/jam. Angka ekuivalensi mobil penumpang (EMP) dapat menggunakan Tabel 3.15. EMP untuk tipe pendekat terlindung untuk sepeda motor 0,15, angka emp mobil penumpang 1,0, dan angka emp kendaraan sedang 1,3. Hasil volume lalu lintas APILL dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Volume Lalu Lintas APILL

No	Jenis Kendaraan	Lengan	EMP	Jumlah Volume Lalu Lintas	
				Kendaraan/jam	SMP/jam
1	Sepeda Motor	B	0,15	1.727	260
		T		1.408	211
		S		1.042	156
		U		1.291	194
2	Mobil Penumpang	B	1,0	270	270
		T		249	249
		S		274	274
		U		72	72
3	Kendaraan Sedang	B	1,3	7	9
		T		4	5
		S		3	4
		U		5	7
4	Total Kendaraan	B		2.004	540
		T		1.661	467
		S		1.319	435
		U		1.551	457

2. Lebar Efektif Kendaraan

Data lebar efektif setiap lengan sebagai berikut.

a. Lengan Barat = 3,0 m
b. Lengan Timur = 3,0 m
c. Lengan Selatan = 2,6 m
d. Lengan Utara = 3,0 m

3. Perhitungan Arus Jenuh Dasar

Perhitungan arus jenuh dasar dapat menggunakan Persamaan 3.24.

a. Lengan Barat

$J_0 = 600 \times L_e$

$J_0 = 600 \times 3,0$

$J_0 = 1.800$

b. Lengan Timur

$J_0 = 600 \times L_e$

$J_0 = 600 \times 3,0$

$J_0 = 1.800$

c. Lengan Selatan

$J_0 = 600 \times L_e$

$J_0 = 600 \times 2,6$

$J_0 = 1.560$

d. Lengan Utara

$J_0 = 600 \times L_e$

$J_0 = 600 \times 3,0$

$J_0 = 1.800$

4. Penentuan Faktor Koreksi

Perhitungan arus jenuh perlu dilakukan penentuan nilai untuk faktor koreksi yang meliputi faktor koreksi ukuran kota, faktor koreksi hambatan samping, faktor koreksi kelandaian, faktor koreksi parkir, faktor koreksi belok kanan, dan faktor koreksi belok kiri.

Perhitungan faktor koreksi sebagai berikut.

a. Faktor Koreksi Ukuran Kota

F_{UK} didapatkan sesuai dengan populasi penduduk pada daerah lokasi penelitian. Menurut Badan Pusat Statitika Populasi Penduduk Kabupaten Sleman Tahun 2024 sebesar 1.335.947 jiwa. Berdasarkan Tabel 3.17 didapatkan F_{UK} sebesar 1,00.

b. Faktor Koreksi Hambatan Samping

Simpang Perumnas termasuk kategori tipe lingkungan komersial karena pada daerah tersebut terdapat pertokoan, rumah makan, perkantoran. Kriteria hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3.16 sesuai dengan lokasi penelitian kriteria hambatan samping lengan barat, timur, selatan, dan utara kategori sedang maka nilai F_{HS} adalah 0,94

c. Faktor Koreksi Kelandaian

Kelandaian jalan pada lokasi penelitian jika diamati secara langsung termasuk datar, sehingga nilai faktor koreksi kelandaian adalah 1.

d. Faktor Koreksi Parkir

Berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan tidak terdapat kendaraan yang parkir pada kawasan tersebut. Maka nilai faktor koreksi setiap lengannya adalah 1.

e. Faktor Koreksi Belok Kanan

1) Lengan Barat

$$R_{BKa} = \frac{q_{BKa}}{q_{Total}}$$

$$= \frac{108}{540}$$

$$= 0,2$$

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26$$

$$= 1,0 + 0,2 \times 0,26$$

$$= 1,052$$

2) Lengan Timur

$R_{BKa} = \frac{q_{BKa}}{q_{Total}}$

$= \frac{101}{467}$

$= 0,2$

$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26$

$= 1,0 + 0,2 \times 0,26$

$= 1,056$

3) Lengan Selatan

$R_{BKa} = \frac{q_{BKa}}{q_{Total}}$

$= \frac{144}{435}$

$= 0,3$

$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26$

$= 1,0 + 0,3 \times 0,26$

$= 1,086$

4) Lengan Utara

$R_{BKa} = \frac{q_{BKa}}{q_{Total}}$

$= \frac{144}{457}$

$= 0,3$

$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26$

$= 1,0 + 0,3 \times 0,26$

$= 1,081$

f. Faktor Koreksi Belok Kiri

1) Lengan Barat

$R_{BKa} = \frac{q_{BKi}}{q_{Total}}$

$= \frac{119}{540}$

$= 0,2$

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

$= 1,0 + 0,2 \times 0,26$

$= 0,965$

2) Lengan Timur

$R_{BKa} = \frac{q_{BKi}}{q_{Total}}$

$= \frac{84}{467}$

$= 0,2$

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

$= 1,0 + 0,2 \times 0,26$

$= 0,971$

3) Lengan Selatan

$R_{BKa} = \frac{q_{BKi}}{q_{Total}}$

$= \frac{86}{435}$

$= 0,2$

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

$= 1,0 + 0,2 \times 0,26$

$= 0,968$

4) Lengan Utara

$R_{BKa} = \frac{q_{BKi}}{q_{Total}}$

$= \frac{91}{457}$

$= 0,2$

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

$= 1,0 + 0,2 \times 0,26$

$= 0,968$

5. Perhitungan Arus Jenuh

a. Lengan Barat

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

$= 1.800 \times 0{,}94 \times 1 \times 1 \times 0{,}968 \times 1{,}052$

$= 1.717$ smp/jam

b. Lengan Timur

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

$= 1.800 \times 0{,}94 \times 1 \times 1 \times 0{,}971 \times 1{,}056$

$= 1.736$ smp/jam

c. Lengan Selatan

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

$= 1.560 \times 0{,}94 \times 1 \times 1 \times 0{,}968 \times 1{,}086$

$= 1.542$ smp/jam

d. Lengan Utara

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

$= 1.800 \times 0{,}94 \times 1 \times 1 \times 0{,}0{,}968 \times 1{,}081$

$= 1.772$ smp/jam

6. Rasio Arus

a. Lengan Barat

$R_{q/J} = \frac{q}{J}$

$= \frac{540}{1.717}$

$= 0{,}31$

b. Lengan Timur

$R_{q/J} = \frac{q}{J}$

$= \frac{467}{1.736}$

$= 0{,}27$

c. Lengan Selatan

$R_{q/J} = \frac{q}{J}$

$= \frac{435}{1.736}$

$= 0,27$

d. Lengan Utara

$R_{q/J} = \frac{q}{J}$

$= \frac{457}{1.772}$

$= 0,26$

7. Waktu Siklus

Nilai waktu siklus dapat ditentukan berdasarkan Tabel 3.18. Perencanaan tipe pengaturan simpang Perumnas adalah pengaturan empat fase, sehingga nilai waktu siklus adalah 80 detik pada setiap lengan simpang.

8. Waktu Hijau

a. Lengan Barat

$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J\ kritis}}{\sum_i (R_{q/J\ kritis})_i}$

$= (80 - 24) \times \frac{0,31}{1,123}$

$= 16$ detik

b. Lengan Timur

$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J\ kritis}}{\sum_i (R_{q/J\ kritis})_i}$

$= (80 - 24) \times \frac{0,27}{1,123}$

$= 13$ detik

c. Lengan Selatan

$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J\ kritis}}{\sum_i (R_{q/J\ kritis})_i}$

$= (80 - 24) \times \frac{0,28}{1,123}$

= 14 detik

d. Lengan Utara

W_{Hi} $= (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/J\ kritis}}{\sum_i (R_{q/J\ kritis})_i}$

$= (80 - 24) \times \frac{0{,}26}{1{,}123}$

= 13 detik

9. Kapasitas

a. Lengan Barat

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

$= 1.717 \times \frac{24}{80}$

= 515 smp/jam

b. Lengan Timur

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

$= 1.736 \times \frac{24}{80}$

= 521 smp/jam

c. Lengan Selatan

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

$= 1.542 \times \frac{24}{80}$

= 463 smp/jam

d. Lengan Utara

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

$= 1.772 \times \frac{24}{80}$

= 532 smp/jam

10. Derajat Kejenuhan

a. Lengan Barat

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

$$= \frac{540\ smp/jam}{516\ smp/jam}$$

$$= 1{,}05$$

b. Lengan Timur

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

$$= \frac{467\ smp/jam}{521\ smp/jam}$$

$$= 0{,}90$$

c. Lengan Selatan

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

$$= \frac{435\ smp/jam}{463\ smp/jam}$$

$$= 0{,}94$$

d. Lengan Utara

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

$$= \frac{457\ smp/jam}{532\ smp/jam}$$

$$= 0{,}86$$

11. Panjang Antrean

a. Lengan Barat

Lengan ini memiliki derajat kejenuhan $D_J > 0{,}5$, sehingga niali N_{q1} dapat dihitung sebagai berikut.

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

$$= 0{,}25 \times 80 \times \left\{(1{,}05 - 1) + \sqrt{(1{,}05 - 1)^2 + \frac{8 \times (1{,}05 - 0{,}5)}{80}}\right\}$$

$$= 6$$

Perhitungan nilai N_{q2} sebagai berikut.

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

$$= s \times \frac{(1 - 0{,}2)}{(1 - 0{,}2 \times 1{,}05)} \times \frac{540}{3600}$$

$= 12$

Perhitungan nilai N_q sebagi berikut.

$N_q = N_{q1} + N_{q2}$

$= 6 + 12$

$= 18$

Perhitungan panjang antrean sebagai berikut.

$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M}$

$= 18 \times \frac{20}{3}$

$= 119{,}25$ m

b. Lengan Timur

Lengan ini memiliki derajat kejenuhan $D_J > 0{,}5$, sehingga niali N_{q1} dapat dihitung sebagai berikut.

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

$$= 0{,}25 \times 80 \times \left\{(0{,}90 - 1) + \sqrt{(0{,}90 - 1)^2 + \frac{8 \times (0{,}9 - 0{,}5)}{80}}\right\}$$

$= 3$

Perhitungan nilai N_{q2} sebagai berikut.

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

$$= 80 \times \frac{(1 - 0{,}17)}{(1 - 0{,}17 \times 0{,}90)} \times \frac{467}{3600}$$

$= 10$

Perhitungan nilai N_q sebagi berikut.

$N_q = N_{q1} + N_{q2}$

$= 3 + 10$

$= 13$

Perhitungan panjang antrean sebagai berikut.

$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M}$

$= 13 \times \frac{20}{3,0}$

$= 83,93$ m

c. Lengan Selatan

Lengan ini memiliki derajat kejenuhan $D_J > 0,5$, sehingga niali N_{q1} dapat dihitung sebagai berikut.

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

$$= 0,25 \times 80 \times \left\{(0,94 - 1) + \sqrt{(0,94 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,94 - 0,5)}{80}}\right\}$$

$= 3$

Perhitungan nilai N_{q2} sebagai berikut.

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

$$= 80 \times \frac{(1 - 0,176)}{(1 - 0,176 \times 0,94)} \times \frac{435}{3600}$$

$= 10$

Perhitungan nilai N_q sebagi berikut.

$N_q = N_{q1} + N_{q2}$

$= 3 + 10$

$= 13$

Perhitungan panjang antrean sebagai berikut.

$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M}$

$= N_q \times \frac{20}{2,6}$

$= 97,79$ m

d. Lengan Utara

Lengan ini memiliki derajat kejenuhan $D_J > 0,5$, sehingga niali N_{q1} dapat dihitung sebagai berikut.

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

$$= 0,25 \times 80 \times \left\{(0,86 - 1) + \sqrt{(0,86 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,86 - 0,5)}{80}}\right\}$$

$= 2$

Perhitungan nilai N_{q2} sebagai berikut.

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

$$= s \times \frac{(1 - 0{,}16)}{(1 - 0{,}16 \times 0{,}86)} \times \frac{457}{3600}$$

$= 10$

Perhitungan nilai N_q sebagi berikut.

$N_q = N_{q1} + N_{q2}$

$= 2 + 10$

$= 12$

Perhitungan panjang antrean sebagai berikut.

$$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M}$$

$$= 12 \times \frac{20}{3{,}0}$$

$= 78{,}67$ m

12. Kendaraan Terhenti

a. Lengan Barat

Rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dapat dihitung sebagi berikut.

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

$$= 0{,}9 \times \frac{18}{540 \times 80} \times 3600$$

$= 2$

Perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) sebagai berikut.

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

$N_{KH} = 540 \times 2$

$N_{KH} = 724$ smp

b. Lengan Timur

Rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dapat dihitung sebagi berikut.

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

$= 0{,}9 \times \frac{13}{467 \times 80} \times 3600$

$= 1{,}1$

Perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) sebagai berikut.

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

$N_{KH} = 467 \times 1{,}1$

$N_{KH} = 510$ smp

c. Lengan Selatan

Rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dapat dihitung sebagi berikut.

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

$= 0{,}9 \times \frac{13}{435 \times 80} \times 3600$

$= 1{,}18$

Perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) sebagai berikut.

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

$N_{KH} = 435 \times 1{,}18$

$N_{KH} = 515$ smp

d. Lengan Utara

Rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dapat dihitung sebagi berikut.

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

$= 0{,}9 \times \frac{12}{457 \times 80} \times 3600$

$= 1{,}06$

Perhitungan jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH}) sebagai berikut.

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

$N_{KH} = 457 \times 1{,}06$

$N_{KH} = 478$ smp

13. Tundaan

a. Lengan Barat

Perhitungan tundaan lalu lintas sebagai berikut.

T_{LL} $= s \times \frac{0,5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times DJ)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C}$

$= 80 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,2)^2}{(1 - 0,2 \times 1,05)} + \frac{6 \times 3.600}{515}$

$= 72,69$ detik/smp

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$

$= (1 - 1,34) \times 1 \times 6 + (1,34 \times 4)$

$= 3,32$ detik/smp

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

$T_i = T_{LL} + T_G$

$= 72,69 + 3,32$

$= 76,01$ detik/smp

b. Lengan Timur

Perhitungan tundaan lalu lintas sebagai berikut.

$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times DJ)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C}$

$= 80 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,17)^2}{(1 - 0,17 \times 0,90)} + \frac{3 \times 3.600}{521}$

$= 49,37$ smp/jam

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$

$= (1 - 1,09) \times 1 \times 6 + (1,09 \times 4)$

$= 3,82$ smp/jam

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

$T_i = T_{LL} + T_G$

$= 49,37 + 3,82$

$= 53,19$ smp/jam

c. Lengan Selatan

Perhitungan tundaan lalu lintas sebagai berikut.

T_{LL} $= s \times \frac{0{,}5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times DJ)} + \frac{N_{q1 \times 3600}}{C}$

$= 80 \times \frac{0{,}5 \times (1 - 0{,}18)^2}{(1 - 0{,}18 \times 0{,}94)} + \frac{3 \times 3.600}{463}$

$= 57{,}20$ smp/jam

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$

$= (1 - 1{,}18) \times 1 \times 6 + (1{,}18 \times 4)$

$= 3{,}63$ smp/jam

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

$Ti = T_{LL} + T_G$

$= 57{,}20 + 3{,}63$

$= 60{,}83$ smp/jam

d. Lengan Utara

Perhitungan tundaan lalu lintas sebagai berikut.

$T_{LL} = s \times \frac{0{,}5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times DJ)} + \frac{N_{q1 \times 3600}}{C}$

$= 80 \times \frac{0{,}5 \times (1 - 0{,}16)^2}{(1 - 0{,}16 \times 0{,}86)} + \frac{2 \times 3600}{532}$

$= 45{,}63$ smp/jam

Tundaan geometri simpang sebagai berikut.

$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$

$= (1 - 1{,}05) \times 1 \times 6 + (1{,}05 \times 4)$

$= 3{,}91$ smp/jam

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

$Ti = T_{LL} + T_G$

$= 45{,}63 + 3{,}91$

$= 49{,}54$ smp/jam

Hasil analisis PKJI 2023 setelah dilakukan penambahan sinyal 4 fase pada simpang Perumnas dapat dilihat pada Tabel 5.12, Tabel 5.13, dan Tabel 5.14.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Arus Jenuh Alternatif 1

Parameter	Satuan	Hasil Analisis			
		Barat	Timur	Selatan	Utara
Arus Jenuh Dasar (J0)	Smp/jam	1.800	1.800	1.560	1.800
Lebar Efektif Pendekat (Le)	meter	3,0	3,0	2,6	3,0
Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FHS)	-	0,94	0,94	0,94	0,94
Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FUK)	-	1	1	1	1
Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)	-	1	1	1	1
Faktor Parkir (FP)	-	1	1	1	1
Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FBKi)	-	0,97	0,97	0,97	0,97
Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FBKa)	-	1,05	1,07	1,06	1,08
Arus Jenuh (J)	Smp/jam	1.717	1.736	1.542	1.772
Rasio Arus Jenuh	-	0,31	0,27	0,28	0,26

Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus

Parameter	Satuan	Hasil Analisis			
		Barat	Timur	Selatan	Utara
Waktu Siklus	detik	80	80	80	80
Waktu Hijau	detik	16	13	14	13

Lanjutan Tabel 5.14 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus

Parameter	Satuan	Hasil Analisis			
		Barat	Timur	Selatan	Utara
Waktu Kuning	detik	3	3	3	3
Waktu Merah Semua	detik	3	3	3	3
Waktu Merah	detik	58	61	60	61

Diagram waktu siklus simpang Perumnas dengan penambahan APILL 4 fase dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Diagram Sinyal APILL 4 Fase

Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Alternatif 1

Parameter	Satuan	Hasil Analisis			
		Barat	Timur	Selatan	Utara
Kapasitas	Smp/jam	516	521	463	532
Derajat Kejenuhan	-	1,04	0,90	0,94	0,86
Jumlah smp yang tersisa fase hijau (N_{Q1})	smp	6	3	3	2
Jumlah antrian fase merah (N_{Q2})	smp	12	10	10	10
Rata-rata antrian (N_Q)	smp	18	13	13	12
Panjang Antrian	det/smp	119	83,93	97,86	78,65
Tundaan lalu lintas (T_{LL})	det/smp	72,69	49,37	57,20	45,63

Lanjutan Tabel 5.14 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Alternatif 1

Parameter	Satuan	Hasil Analisis			
		Barat	Timur	Selatan	Utara
Tundaan geometri (T_G)	det/smp	3,32	3,82	3,63	3,91
Tundaan Rata-rata (T_i)	det/smp	76,01	53,19	60,83	49,54
Tundaan Simpang	det/smp	59,89			
Tingkat Pelayanan		E			

Untuk mengetahui kinerja simpang secara eksisting maka perlu dilakukan pemodelan VISSIM. Berikut merupakan hasil pemodelan VISSIM dengan dilakukan penambahan APILL 4 fase dengan waktu siklus 80 detik.

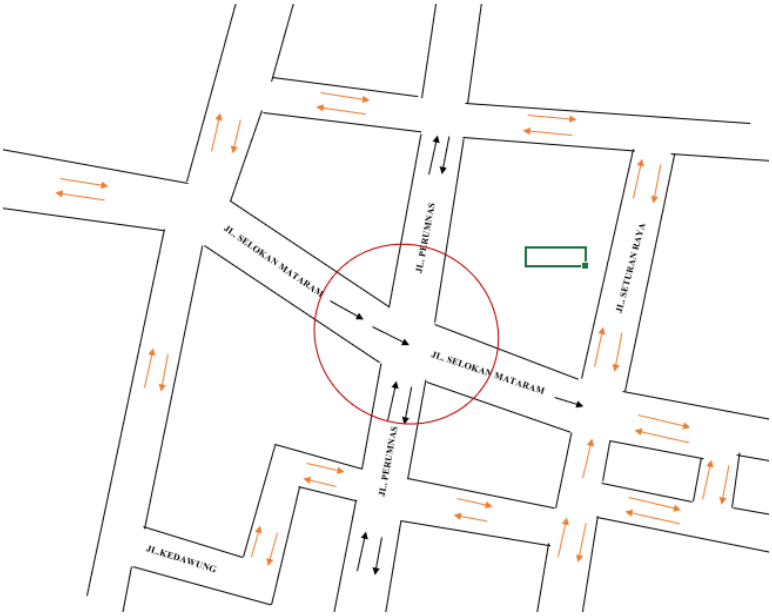
Tabel 5.15 Rekapitulasi Hasil Pemodelan VISSIM Solusi Alternatif 1

Parameter	Lengan Simpang			
	Barat	Timur	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas (smp/jam)	1.279	1.008	1.170	1.094
Kecepatan (m/s)	17	12	10	23
Panjang Antrian (m)	312	113	202	231
Tundaan (detik/smp)	78,28	85,60	94,51	104,72
Tundaan Simpang (detik/smp)	90,63			
Tingkat Pelayanan	F			

5.6.2 Alternatif Solusi 2 Penambahan APILL dan Arus *One Way* jalur Barat ke Timur

Alternatif solusi yang kedua yaitu penambahan APILL 3 Fase dengan waktu siklus 80 detik dan arus one way jalur barat ke timur. Akibat dari arus *one way* jalur barat ke timur yaitu arus lengan timur hilang total, arus pada lengan selatan berkurang akibat tidak dapat belok kiri, dan arus lengan utara berkurang akibat tidak dapat belok

kanan. Skema perpindahan arus lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan lingkaran berwarna merah adalah simpang Perumnas. Hasil analisis PKJI 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.16, Tabel 5.17, dan Tabel 5.18.



Gambar 5.9 Skema Arus Lalu Lintas

Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Arus Jenuh Alternatif 2

Parameter	Satuan	Hasil Analisis		
		Barat	Selatan	Utara
Arus Jenuh Dasar (J0)	Smp/jam	3.600	1.560	1.800
Lebar Efektif Pendekat (Le)	m	6	2,6	3
Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FHS)	-	0,94	0,94	0,94
Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FUK)	-	1	1	1
Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)	-	1	1	1

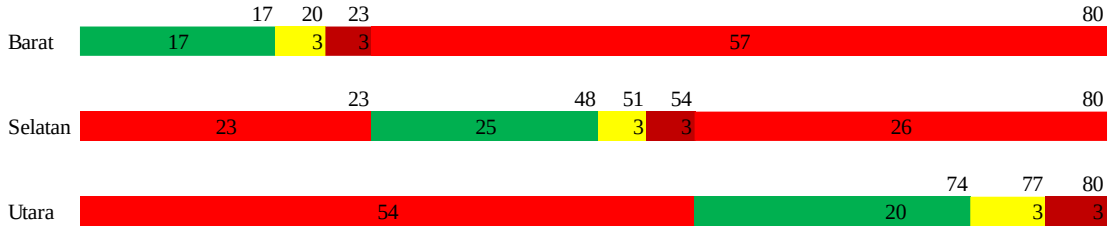
Lanjutan Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Arus Jenuh Alternatif 2

Parameter	Satuan	Hasil Analisis		
		Barat	Selatan	Utara
Faktor Penyesuaian Parkir (FP)	-	1	1	1
Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FBKi)	-	0,98	1	0,99
Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FBKa)	-	1,02	1,03	1
Arus Jenuh (J0)	Smp/jam	3.408	1.512	1.672

Tabel 5.17 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Alternatif 2

Parameter	Satuan	Hasil Analisis		
		Barat	Selatan	Utara
Waktu Kuning	detik	3	3	3
Waktu Merah Semua	detik	3	3	3
Waktu Merah	detik	57	49	54
Waktu Siklus	detik	80	80	80
Waktu Hijau	detik	17	25	20

Diagram waktu siklus simpang Perumnas dengan penambahan APILL 3 fase dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Diagram Sinyal APILL Alternatif 2

Tabel 5.18 Rekapitulasi Hasil Analisis Kinerja Alternatif 2

Parameter	Satuan	Hasil Analisis		
		Barat	**Selatan**	**Utara**
Kapasitas	Smp/jam	767	340	314
Derajat Kejenuhan	-	0,71	1,03	0,84
Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau (NQ1)	smp	1	8	2
Jumlah smp yang datang dan terhenti selama fase merah (NQ2)	smp	11	7	6
Jumlah rata-rata antrian kendaraan smp pada awal isyarat hijau (NQ)	smp	12	14	8
Panjang Antrian	det/smp	39,42	101,53	54,92
Tundaan lalu lintas (TLL)	det/smp	32,30	83,91	43,94
Tundaan geometri (TG)	det/smp	4,23	2,95	3,88
Tundaan Rata-rata (Ti)	det/smp	36,54	86,86	47,82
Tundaan Simpang	det/smp	57,07		
Tingkat Pelayanan	-	E		

Untuk mmbandingkan kinerja simpang secara eksisting berdasarkan perhitungan dengan pemodelan VISSIM. maka perlu dilakukan pemodelan VISSIM. Hasil pemodelan VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Hasil Pemodelan VISSIM Solusi Alternatif 2

Parameter	Satuan	Lengan Simpang		
		Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas	Smp/jam	1.910	1.072	801
Kecepatan	m/s	11	7	7
Panjang Antrian	M	21	25	22
Tundaan Lengan	detik/smp	2	23	5
Tundaan Simpang	detik/smp	22,34		
Tingkat Pelayanan	-	C		

5.6.3 Alternatif Solusi 3 Simpang dengan Arus *One Way* Jalur Barat ke Timur

Solusi Alternatif 3 dilakukan jalur satu arah lengan barat ke timur. Skema arus dapat dilihat pada Gambar 5.9. Hasil analisis PKJI 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.20 dan hasil pemodelan VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Hasil Kinerja Solusi Alternatif 3

Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Kapasitas (C)	smp/jam	3.024
Volume Lalu Lintas (q)	smp/jam	1.381
Derajat Kejenuhan (DJ)	-	0,46
Tundaan Lalu Lintas (TLL)	detik/smp	6,09
Tundaan Geometri (TG)	detik/smp	4,20
Tundaan (T)	detik/smp	10,29
Tingkat Pelayanan	-	B
Batas Atas Peluang Antrean	%	22,02
Batas Bawah Peluang Antrean	%	9,43

Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Pemodelan VISSIM Solusi Alternatif 3

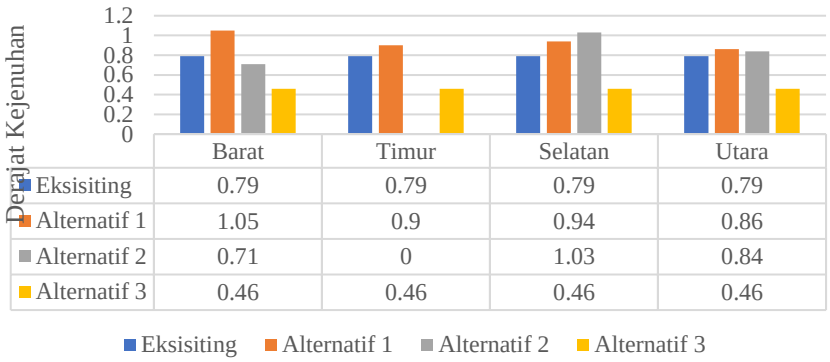
Parameter	Satuan	Lengan Simpang		
		Barat	Selatan	Utara
Volume Lalu Lintas	Smp/jam	1.949	1.057	957
Kecepatan	m/s	15	53	42
Panjang Antrian	m	43	86	24
Tundaan Perlengan	detik/smp	2	16	2
Tundaan Simpang	detik/smp	5,99		
Tingkat Pelayanan	-	B		

5.7 Pembahasan Kinerja Simpang

Berdasarkan analisis menggunakan PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM terdapat perbedaan hasil. Analisis kinerja berdasarkan PKJI 2023 berupa derajat kejenuhan, peluang antrean atau panjang antrean, dan tundaan pada simpang. Hasil pemodelan VISSIM berupa panjang antrean dan tundaan. Analisis PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM dilakukan 4 kali perhitungan dan pemodelan dengan kondisi yang berbeda-beda yaitu kondisi eksisting, alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3. Adapun perbandingan hasil dengan kondisi yang berbeda sebagai berikut.

5.7.1 Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan

Terdapat perbedaan nilai derajat kejenuhan dari kondisi eksisting, alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3. Perbandingan nilai derajat kejenuhan berdasarkan Perhitungan PKJI 2023 dapat dilihat pada Gambar 5.11.



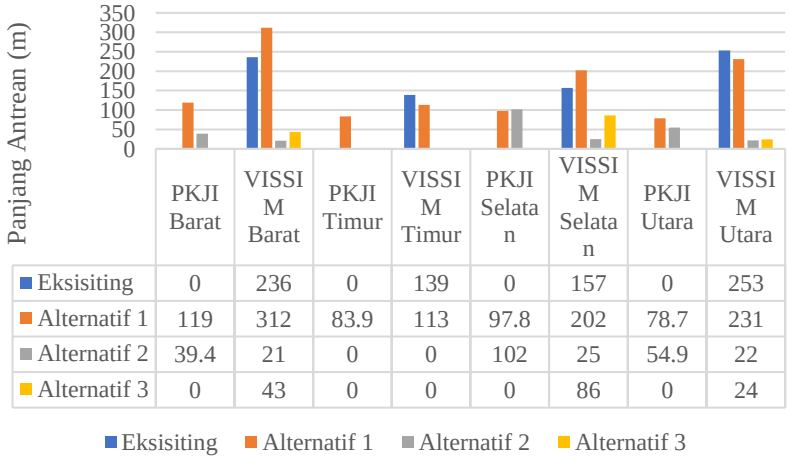
	Barat	Timur	Selatan	Utara
Eksisiting	0.79	0.79	0.79	0.79
Alternatif 1	1.05	0.9	0.94	0.86
Alternatif 2	0.71	0	1.03	0.84
Alternatif 3	0.46	0.46	0.46	0.46

Gambar 5.11 Diagram Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan

Berdasarkan Gambar 5.11 alternatif 1 memilik penurunan derajat kejenuhan yang paling tinggi dibandingkan dengan alternatif 2 dan 3. Pada alternatif 2 lengan timur tidak terdapat nilai derajat kejenuhan sebab pada alternatif tersebut tidak terdapat arus masuk dari lengan timur.

5.7.2 Perbandingan Nilai Panjang Antrean

Terdapat perbedaan hasil panajng antrean dari perhitungan PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM pada kondisi eksisting, alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3. Perbedaan hasil dari berbagai kondisi dapat dilihat pada Gambar 5.12.



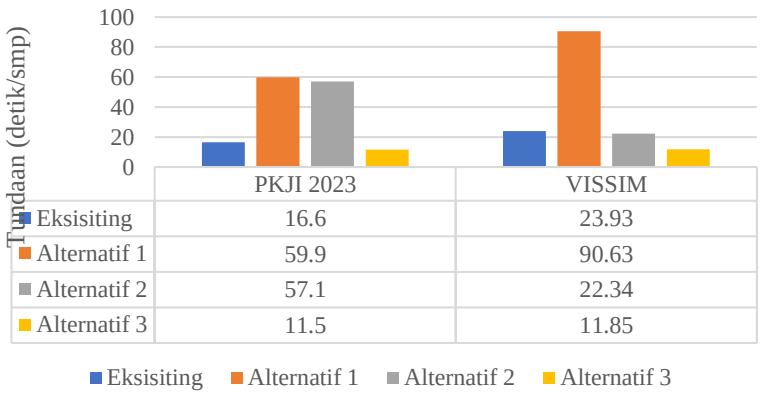
	PKJI Barat	VISSIM Barat	PKJI Timur	VISSIM Timur	PKJI Selatan	VISSIM Selatan	PKJI Utara	VISSIM Utara
Eksisiting	0	236	0	139	0	157	0	253
Alternatif 1	119	312	83.9	113	97.8	202	78.7	231
Alternatif 2	39.4	21	0	0	102	25	54.9	22
Alternatif 3	0	43	0	0	0	86	0	24

Gambar 5.12 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrean

Pada Gambar 5.12 terdapat perbedaan nilai panjang antrean yang lumayan jauh antara hasil PKJI 2023 dengan pemodelan VISSIM. Perhitungan PKJI 2023 panjang antrean pada kondisi eksisting PKJI 2023 dan alternatif 3 PKJI 2023 tidak dapat hasil nilai panjang antrean sebab termasuk simpang tak bersinyal.

5.7.3 Perbandingan Nilai Tundaan

Terdapat perbedaan hasil tundaan simpang dari perhitungan PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM pada kondisi eksisting, alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3. Perbedaan hasil tundaan simpang dari berbagai kondisi dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Diagram Nilai Tundaan

Pada Gambar 5.13 terdapat perbedaan hasil tundaan alternatif 1 berdasarkan pemodelan VISSIM 2023 yang lumayan jauh antara hasil kondisi eksisiting. Tundaan pada alternatif 3 mendapatkan hasil yang paling rendah daripada kondisi eksisting, alternatif 1, dan alternatif 2.

5.7.4 Perbandingan Kinerja Simpang

Perbandingan kinerja simpang pada kondisi eksisiting, alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3 berdasarkan perhitungan PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Perbandingan Kinerja Simpang Perumnas

Parameter	Lengan	Eksisiting		Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM	PKJI 2023	VISSIM
Volume Lalu Lintas	B	2.004	1.829	2.004	1.279	2.004	1.910	1.381	1.949
	T	1.661	1.481	1.661	1.008	-	-	-	-
	S	1.319	1.277	1.319	1.170	1.088	1.072	1.088	1.057
	U	1.551	1.388	1.551	1.094	831	801	831	957
Derajat Kejenuhan	B	0,79	0,66	1,05	0,64	0,71	0,95	0,46	0,64
	T		0,54	0,90	0,61	-	-		-
	S		0,46	0,94	0,89	1,03	0,99		0,35
	U		0,51	0,86	0,71	0,84	0,96		0,32
Panjang Antrean (m)	B	-	236	119	312	39,4	21	-	43
	T	-	139	83,9	113	-	-	-	-
	S	-	157	97,8	202	102	25	-	86
	U	-	253	78,7	231	54,9	22	-	24
Tundaan Perlengan (det/smp)	B	16,6	20	76,0	78	36,5	10	10,3	11
	T		9	53,2	86	-	-		-
	S		37	60,8	95	86,9	23		16
	U		33	49,5	105	47,8	5		9
Tundaan Simpang (det/smp)		16,6	23,93	59,9	90,63	57,1	22,34	10,3	11,85
Tingkat Pelayanan Simpang		C	C	E	F	E	C	B	B

Kondisi eksisting pada Simpang Perumnas dengan perhitungan PKJI 2023 memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 0,79. Nilai derajat kejenuhan tersebut di bawah 0,85 tetapi sudah mendekati 0,85. Agar nilai derajat kejenuhan tidak melampaui batas maka diperlukan solusi alternatif untuk meningkatkan pelayanan. Panjang

antrean pada pemodelan VISSIM pada lengan barat sebesar 236 m, lengan timur sebesar 139 m, lengan selatan sebesar 157 m, dan lengan utara sebesar 253 m. Nilai tundaan simpang pada kondisi eksisiting berdasarkan perhitungan PKJI 2023 sebesar 16,6 detik/smp dan berdasarkan hasil pemodelan VISSIM pada lengan barat sebesar 20 detik/smp, lengan timur sebesar 9 detik/smp, lengan selatan 37 detik/smp, dan lengan utara sebesar 33 detik/smp. Nilai tundaan simpang dari pemodelan VISSIM sebesar 23,93 detik/smp.

Alternatif 1 dengan penambahan APILL 4 fase waktu siklus 80 detik memiliki derajat kejenuhan pada lengan barat sebesar 1,05, lengan timur sebesar 0,90, lengan selatan sebesar 0,94, dan lengan utara sebesar 0,86. Nilai derajat kejenuhan tersebut mengalami penurunan dari kondisi eksisting. Nilai Panjang antrean kondisi alternatif 1 berdasarkan perhitungan PKJI 2023 pada lengan barat sebesar 119,25 m, lengan timur sebesar 83,93 m, lengan selatan sebesar 97,79 m, dan lengan utara sebesar 78,67 m. Berdasarkan pemodelan VISSIM nilai Panjang antrean lengan barat sebesar 312 m, lengan timur sebesar 113 m, lengan selatan sebesar 202 m, dan lengan utara sebesar 231 m. Nilai panjang antrean pada kondisi pemodelan VISSIM tersebut mengalami penurunan 26 m pada lengan timur dan 22 m pada lengan utara sedangkan pada lengan barat naik sebesar 76 m dan lengan selatan mengalami kenaikan sebesar 45 m. Nilai tundaan berdasarkan perhitungan PKJI 2023 lengan barat sebesar 76,01 detik/smp, lengan timur 53,19 detik/smp, lengan selatan 60,83 detik/smp, dan lengan utara sebesar 49,54 detik/smp. Berdasarkan perhitungan PKJI 2023 nilai tundaan simpang rata-rata mengalami kenaikan sebesar 42,3 detik/smp. Pada pemodelan VISSIM nilai tundaan lengan barat sebesar 78 detik/smp, lengan timur 86 detik/smp, lengan selatan 95 detik/smp, dan lengan utara sebesar 105 detik/smp. Nilai tundaan simpang berdasarkan pemodelan VISSIM sebesar 90,63 detik/smp.

Alternatif 2 dengan penambahan APILL 3 fase waktu siklus 80 detik dengan arus *one way* memiliki derajat kejenuhan pada lengan barat sebesar 0,71, lengan selatan sebesar 1,03, dan lengan utara sebesar 0,84. Nilai derajat kejenuhan tersebut mengalami kenaikan dari kondisi eksisting. Nilai Panjang antrean kondisi alternatif 2

berdasarkan perhitungan PKJI 2023 pada lengan barat sebesar 39,42 m, lengan selatan sebesar 101,53 m, dan lengan utara sebesar 54,92 m. Berdasarkan pemodelan VISSIM nilai Panjang antrean lengan barat mengalami penurunan drastis sebesar 215 m, lengan selatan mengalami penurunan sebesar 132 m, dan lengan utara sebesar 231 m. Nilai tundaan berdasarkan perhitungan PKJI 2023 lengan barat sebesar 36,54 detik/smp, lengan selatan 86,86 detik/smp, dan lengan utara sebesar 47,82 detik/smp. Berdasarkan perhitungan PKJI 2023 nilai tundaan simpang rata-rata mengalami kenaikan sebesar 40,5 detik/smp. Pada pemodelan VISSIM nilai tundaan lengan barat adalah 10 detik/smp mengalami penurunan sebesar 10 detik/smp, lengan selatan 23 detik/smp mengalami penurunan sebesar 14 detik/smp, dan lengan utara adalah 5 detik/smp mengalami penurunan sebesar 28 detik/smp. Nilai tundaan simpang berdasarkan pemodelan VISSIM sebesar 22,34 detik/smp.

Alternatif 3 simpang dengan arus *one way* jalur barat ke timur memiliki derajat kejenuhan pada lengan barat sebesar 0,46. Nilai derajat kejenuhan tersebut mengalami penurunan 0,33 dari kondisi eksisting. Berdasarkan pemodelan VISSIM nilai Panjang antrean lengan barat mengalami penurunan drastis sebesar 193 m, lengan selatan mengalami penurunan sebesar 71 m, dan lengan utara sebesar 229 m. Nilai tundaan simpang berdasarkan perhitungan PKJI 2023 sebesar 11,5. Nilai tersebut mengalami penurunan sebesar 5,1 dari kondisi eksisting. Pada pemodelan VISSIM nilai tundaan lengan barat adalah 11 detik/smp mengalami penurunan sebesar 9 detik/smp, lengan selatan 16 detik/smp mengalami penurunan sebesar 21 detik/smp, dan lengan utara adalah 9 detik/smp mengalami penurunan sebesar 24 detik/smp. Nilai tundaan simpang berdasarkan pemodelan VISSIM sebesar 11,85 detik/smp. Hasil tersebut mengalami penurunan sebesar 12,08 detik/smp dari kondisi eksisting.

Berdasarkan dari hasil ketiga alternatif solusi tersebut bahwa alternatif solusi 3 yaitu simpang dengan arus *one way* jalur barat ke timur dapat menurunkan derajat kejenuhan, panjang antrean, dan tundaan sehingga tingkat pelayanan pada simpang dapat naik menjadi B. Oleh karena itu, alternatif solusi ini paling terbaik dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis simpang Perumnas yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, hal itu dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang Perumnas pada kondisi eksisting Nilai derajat kejenuhan berdasarkan PKJI 2023 sebesar 0,79. Nilai panjang antrean pada pemodelan VISSIM lengan barat sebesar 236 m , lengan selatan sebesar 157 m , lengan timur sebesar 138 m, dan lengan utara sebesar 253 m. Nilai tundaan berdasarkan PKJI 2023 sebesar 16,6 det/smp. Sedangkan nilai tundaan pada pemodelan VISSIM lengan barat sebesar 20 det/smp, lengan selatan sebesar 37 det/smp , lengan timur sebesar 9 det/smp, dan lengan utara sebesar 32 det/smp. Nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 23,93 det/smp
2. Berdasarkan perhitungan PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM terdapat hasil tingkat pelayanan yang sama yaitu C.
3. Alternatif Solusi pada Simpang Perumnas meliputi penambahan sinyal APILL 4 fase dengan waktu siklus 80 detik, penambahan APILL 3 fase waktu siklus 80 detik dengan arus *one way* dan arus *one way* lengan barat dan timur. Berdasarkan perbandingan ketiga alternatif solusi yang paling efektif yaitu alternatif ketiga dengan arus *one way*. Dalam alternatif 3 nilai derajat kejenuhan, panjang antrean, tundaan simpang mengalami penurunan sehingga tingkat pelayanan menjadi B.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari analisis berdasarkan PKJI 2023 dan pemodelan VISSIM terdapat beberapa saran dan masukan untuk menjadi pertimbangan perbaikan kinerja simpang agar dapat optimal. Saran tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan manajemen lalu lintas dengan mempertimbangkan perhitungan pemecahan volume lalu lintas.
2. Kalibrasi pada pemodelan VISSIM dapat menggunakan metode lain yang terbaru.
3. Perlu adanya penelitian mengenai integrase antara Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) dengan *software* VISSIM. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan yang cukup jauh mengenai nilai tundaan dan Panjang antrean antara hasil analisis PKJI dengan hasil pemodelan VISSIM.

DAFTAR PUSTAKA

Adha, S.A., Wibisono, R.E., Sabrina, M.A. 2023. Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Jalan Pulo Wonokromo Kota Surabaya Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. *Jurnal Media Publikasi Terapan transporrasi.* Volume 01, Nomor 03. Surabaya.

Afni, D.N., Juwita, F. Prikurnia, A.K., Putri, I.Y. 2023. Analisis Simpang Tak Bersinyal di Jalan Ahmad Yani – Jalan Raden Intan Gadingrejo Menggunakan PKJI 2023. *Jurnal Teknika Sains*. Volume 08, Nomor 02. Lampung.

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. Penerrbit Bina Marga. Jakarta.

Fellendorf, M., 1994, VISSIM: A microscopic simulation tool to evaluate actuated signal control including bus priority. resented at the 64th Institute of Transportation Engineers Annual.

Meeting, Springer, pp. 1–9

Godinho, G. S., Sebayang, N., Ma'aruf, A. 2023. Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PKJI 2014 dan Software VISSIM 11 Studi Kasus : Simpang 4 Tak Bersinyal JL.Mertujoyo, Jl.Joyo Utomo, Jl.Joyo Tambasari, Jl. Mertojoyo Selatan, Kota Malang Jawa Timur. *Student Journal GELAGAR*. Volume 10, Nomor 10. Malang.

Google Inc. 2024. *Google Maps: Peta Lokasi Simpang Perumnas Sleman Yogyakarta* dalam http://maps.google.com/

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

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

Juwita, Farida. 2021. Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan PTV VISSIM 9.0 (Studi Kasus Jalan AH Nasution – Jalan Way Pangabuan – Jalan Tanggamus). *Jurnal Teknika Sains*. Volume 06, Nomor 01. Lampung.

Lubis, Marwan. Batubara, Hamidun. Batubara, F.d. 2023. Analisis dan Simulasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Program Micro Simulator PTV VISSIM. *Jurnal Teknik Sipil JTSIP*. Volume 02, Nomor 01. Sumatera Utara.

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.

Nurfaturohman, A. dan Widodo W. 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Studi Kasus : Simpang Empat Jalan Selokan Mataram – Jalan Tantular. *Naskah Publikasi repository UMY*. 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.

Sarwanta dan Abdulgani, H. 2022. Pemodelan Kinerja Simpang Tidak Bersinyal menggunakan Perangkat Lunak Vissim. *Jurnal SOSHUMDIK*. Volume 01, Nomor 04. Indramayu.

Sulaeman, M.N., Thalib, A.A.A.D., Annisa, H. 2023. Penggunaan Software Vissim untuk Analisa Simpang Tak Bersinyal. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Lamappapoleonro*. Volume 01, Nomor 02. Sulawesi Selatan.

Wibowo, M.R.A dan Widayanti. 2023. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Ruas Jalan Menur Pumpungan – Jalan Manyar Indah Raya – Jalan Manyar Tirtoyoso di Kota Surabaya dengan Metode PKJI 2014. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*. Volume 10, Nomor 03 2023 Halaman 278-190. Surabaya.

LAMPIRAN 1

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Barat (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	45	75	250	9	10	30	0	0	0
2	06:15-06:30	34	140	257	9	14	18	0	0	0
3	06:30-06:45	53	94	241	7	17	19	0	0	0
4	06:45:07:00	48	95	218	9	19	15	0	0	0
5	07:00-07:15	67	91	216	5	12	22	0	0	1
6	07:15-07:30	57	83	276	8	19	11	2	0	0
7	07:30-07:45	63	112	246	10	10	33	0	0	0
8	07:45-08:00	56	98	234	11	9	29	1	0	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Timur (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	50	33	182	11	4	27	0	0	0
2	06:15-06:30	34	41	139	12	2	23	0	0	0
3	06:30-06:45	62	43	206	15	2	16	0	0	0
4	06:45:07:00	56	44	176	13	3	19	0	0	0
5	07:00-07:15	68	58	202	13	6	23	0	0	0
6	07:15-07:30	69	65	226	10	8	22	1	0	0
7	07:30-07:45	56	41	178	11	8	19	0	0	2
8	07:45-08:00	45	43	145	12	9	15	0	1	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Selatan (Jl. Perumnas)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 2,6 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	32	42	118	11	6	23	0	0	0
2	06:15-06:30	34	41	139	12	2	23	0	0	0
3	06:30-06:45	38	49	143	16	7	24	0	0	1
4	06:45:07:00	41	33	140	13	7	25	0	0	0
5	07:00-07:15	31	49	139	17	4	30	0	0	1
6	07:15-07:30	36	49	140	18	3	30	0	0	1
7	07:30-07:45	56	41	136	13	6	25	0	0	0
8	07:45-08:00	57	39	138	19	8	21	0	1	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Utara (Jl. Perumnas)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 4,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	91	48	135	10	3	21	1	0	0
2	06:15-06:30	95	41	106	11	4	16	0	0	2
3	06:30-06:45	82	52	118	13	1	12	0	0	0
4	06:45:07:00	66	46	87	10	3	13	0	0	0
5	07:00-07:15	81	50	132	14	3	22	0	0	0
6	07:15-07:30	95	47	131	10	5	25	1	0	0
7	07:30-07:45	85	38	99	13	7	10	0	0	0
8	07:45-08:00	78	34	101	17	7	8	0	0	1

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Selasa Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Barat (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	61	99	210	21	11	28	0	0	3
2	12:15-12:30	45	98	223	23	12	29	1	0	1
3	12:30-12:45	64	96	234	25	14	27	0	1	0
4	12:45-13:00	53	90	217	21	10	26	0	0	1
5	13:00-13:15	56	98	219	28	12	29	0	1	1
6	13:15-13:30	54	97	215	24	14	21	0	0	0
7	13:30-13:45	61	92	214	29	12	29	0	0	0
8	13:45-14:00	57	100	218	30	15	23	0	0	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Selasa Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Timur (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	58	55	210	21	12	27	1	0	1
2	12:15-12:30	64	49	208	22	12	28	0	1	0
3	12:30-12:45	84	58	207	23	13	28	0	0	1
4	12:45-13:00	74	64	206	21	12	29	0	0	0
5	13:00-13:15	68	74	209	23	14	27	0	0	0
6	13:15-13:30	83	75	206	24	11	29	0	0	0
7	13:30-13:45	75	77	201	27	13	29	1	0	0
8	13:45-14:00	72	74	210	29	11	21	0	1	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Selasa Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Selatan (Jl. Perumnas)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 2,6 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	57	39	112	9	7	21	0	0	1
2	12:15-12:30	56	51	110	7	9	20	1	0	0
3	12:30-12:45	59	47	109	8	9	28	0	1	0
4	12:45-13:00	54	34	114	6	8	23	0	0	0
5	13:00-13:15	59	49	121	6	7	21	0	0	0
6	13:15-13:30	54	48	116	5	11	23	0	0	0
7	13:30-13:45	58	48	119	9	10	22	0	0	1
8	13:45-14:00	53	44	112	3	8	17	0	0	3

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Selasa Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Utara (Jl. Perumnas)
Tanggal : 11 Juni 2024
Sesi : Siang

Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 4,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	101	68	109	21	11	17	0	1	1
2	12:15-12:30	121	58	107	22	12	18	0	0	0
3	12:30-12:45	100	45	106	25	13	19	0	0	0
4	12:45-13:00	97	68	103	26	14	15	0	0	1
5	13:00-13:15	96	73	111	21	11	18	0	0	1
6	13:15-13:30	94	70	115	19	12	16	0	0	0
7	13:30-13:45	83	61	109	18	15	17	0	0	0
8	13:45-14:00	98	59	110	19	10	17	0	0	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Barat (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	67	91	198	21	12	34	0	0	3
2	16:15-16:30	89	99	197	23	17	32	1	0	1
3	16:30-16:45	78	92	201	25	6	31	0	1	0
4	16:45-17:00	76	95	196	27	12	32	0	0	1
5	17:00-17:15	79	93	195	28	10	36	0	1	1
6	17:15-17:30	73	97	201	19	9	32	0	0	0
7	17:30-17:45	76	94	211	21	9	34	0	0	0
8	17:45-18:00	71	101	213	24	8	32	0	0	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Timur(Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	72	55	220	21	11	33	1	0	1
2	16:15-16:30	77	49	212	24	12	31	0	1	0
3	16:30-16:45	79	58	240	21	14	32	0	0	1
4	16:45-17:00	71	64	230	12	14	34	0	0	0
5	17:00-17:15	72	74	225	10	15	35	0	0	0
6	17:15-17:30	78	75	239	17	13	29	0	0	0
7	17:30-17:45	75	77	215	10	12	32	1	0	0
8	17:45-18:00	72	74	247	17	13	34	0	1	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Selatan (Jl. Perumnas)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 2,6 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	72	39	138	12	10	29	0	0	1
2	16:15-16:30	78	51	137	10	12	24	1	0	0
3	16:30-16:45	67	47	124	14	9	18	0	1	0
4	16:45-17:00	65	34	137	10	8	23	0	0	0
5	17:00-17:15	60	49	146	11	7	21	0	0	0
6	17:15-17:30	58	48	130	14	12	23	0	0	0
7	17:30-17:45	62	48	126	10	11	22	0	0	1
8	17:45-18:00	63	44	124	13	8	17	0	0	3

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Utara (Jl. Perumnas)
Tanggal : 11 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 4,0
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	103	68	132	13	11	29	0	1	2
2	16:15-16:30	95	58	152	16	13	28	0	0	0
3	16:30-16:45	108	45	158	13	15	24	1	0	0
4	16:45-17:00	131	68	145	21	10	15	0	0	1
5	17:00-17:15	103	73	176	8	11	18	0	0	1
6	17:15-17:30	109	70	139	14	14	26	0	0	0
7	17:30-17:45	83	61	111	11	12	26	0	0	0
8	17:45-18:00	122	59	129	11	15	17	0	0	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1 (06.00-08.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Barat (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	54	98	198	10	9	20	0	0	3
2	06:15-06:30	41	97	196	9	13	25	0	0	1
3	06:30-06:45	46	96	193	6	8	24	0	0	0
4	06:45:07:00	43	90	189	11	11	25	0	0	1
5	07:00-07:15	57	98	201	9	9	24	0	0	1
6	07:15-07:30	59	102	112	12	6	23	0	0	0
7	07:30-07:45	64	111	197	9	9	14	0	0	0
8	07:45-08:00	50	126	105	7	7	16	0	0	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1 (06.00-08.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Timur (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	59	67	198	11	5	23	0	0	1
2	06:15-06:30	62	62	197	12	7	21	0	1	0
3	06:30-06:45	67	68	195	9	5	24	0	0	1
4	06:45:07:00	64	58	197	8	7	19	0	0	0
5	07:00-07:15	56	48	187	12	5	17	0	0	0
6	07:15-07:30	77	64	201	13	9	29	0	0	0
7	07:30-07:45	72	68	198	10	7	22	0	0	0
8	07:45-08:00	70	63	195	15	11	24	0	1	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1 (06.00-08.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Selatan (Jl. Perumnas)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 2,6 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	56	38	110	7	10	22	0	0	1
2	06:15-06:30	58	42	109	10	11	21	0	0	0
3	06:30-06:45	59	40	98	8	9	24	0	1	0
4	06:45:07:00	67	32	96	8	8	25	0	0	0
5	07:00-07:15	45	39	65	6	7	25	0	0	0
6	07:15-07:30	61	32	89	4	7	21	0	0	0
7	07:30-07:45	57	41	86	7	6	24	0	0	1
8	07:45-08:00	63	37	92	3	8	17	0	0	3

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1 (06.00-08.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Utara (Jl. Perumnas)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 4,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	06:00-06:15	98	68	103	11	6	22	1	0	0
2	06:15-06:30	95	58	109	14	5	21	0	0	0
3	06:30-06:45	97	45	111	12	7	24	1	0	0
4	06:45:07:00	101	68	106	17	6	15	0	0	1
5	07:00-07:15	100	56	125	11	6	18	0	0	1
6	07:15-07:30	109	67	118	12	5	22	0	0	0
7	07:30-07:45	83	61	111	9	5	21	0	0	0
8	07:45-08:00	113	59	129	7	8	15	0	0	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Barat (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	57	89	198	11	12	31	0	0	3
2	12:15-12:30	43	91	196	12	14	32	1	0	1
3	12:30-12:45	56	92	197	13	17	33	0	1	0
4	12:45-13:00	54	95	210	10	12	34	0	0	1
5	13:00-13:15	55	93	202	12	10	30	0	1	1
6	13:15-13:30	54	95	216	15	18	31	0	0	0
7	13:30-13:45	58	94	197	12	20	35	0	0	0
8	13:45-14:00	57	93	198	10	19	34	0	0	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Timur (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	58	55	220	14	10	33	1	0	1
2	12:15-12:30	64	49	212	15	11	31	0	1	0
3	12:30-12:45	84	58	240	12	10	31	0	0	1
4	12:45-13:00	74	64	230	12	11	25	0	0	0
5	13:00-13:15	68	74	225	10	15	35	0	0	0
6	13:15-13:30	83	75	239	17	14	29	0	0	0
7	13:30-13:45	75	77	215	10	16	36	1	0	0
8	13:45-14:00	72	74	247	17	13	32	0	1	0

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Selatan (Jl. Perumnas)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 2,6 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	62	39	138	11	10	21	0	0	1
2	12:15-12:30	64	51	137	10	12	22	1	0	0
3	12:30-12:45	65	47	124	8	13	18	0	1	0
4	12:45-13:00	7	34	137	10	16	23	0	0	0
5	13:00-13:15	60	49	146	6	15	21	0	0	0
6	13:15-13:30	58	48	130	4	12	23	0	0	0
7	13:30-13:45	62	48	126	10	11	22	0	0	1
8	13:45-14:00	63	44	124	3	18	17	0	0	3

Keterangan :

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

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2 (12.00-14.00)

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Utara (Jl. Perumnas)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 4,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	12:00-12:15	103	68	132	21	11	21	0	1	2
2	12:15-12:30	95	58	152	24	12	22	0	0	0
3	12:30-12:45	108	45	158	23	13	24	1	0	0
4	12:45-13:00	131	68	145	21	10	15	0	0	1
5	13:00-13:15	103	73	176	20	15	18	0	0	1
6	13:15-13:30	109	70	139	14	12	23	0	0	0
7	13:30-13:45	83	61	111	11	11	26	0	0	0
8	13:45-14:00	122	59	129	11	12	17	0	0	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Barat (Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	69	108	278	17	13	37	0	0	3
2	16:15-16:30	48	111	270	18	18	39	1	0	1
3	16:30-16:45	73	102	258	19	10	32	0	1	0
4	16:45-17:00	58	100	252	15	13	39	0	0	1
5	17:00-17:15	66	93	247	15	11	30	0	1	1
6	17:15-17:30	58	105	259	12	11	36	0	0	0
7	17:30-17:45	70	94	213	12	14	32	0	0	0
8	17:45-18:00	57	113	260	10	17	31	0	0	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Timur(Jl. Selokan Mataram)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 3,0 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	58	55	220	15	11	34	1	0	1
2	16:15-16:30	64	49	212	16	12	47	0	1	0
3	16:30-16:45	84	58	240	13	14	32	0	0	1
4	16:45-17:00	74	64	230	13	11	31	0	0	0
5	17:00-17:15	68	74	225	10	12	41	0	0	0
6	17:15-17:30	83	75	239	17	14	29	0	0	0
7	17:30-17:45	75	77	215	10	14	40	1	0	0
8	17:45-18:00	72	74	247	17	13	32	0	1	0

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Selatan (Jl. Perumnas)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 2,6 m
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	89	39	138	21	10	31	0	0	1
2	16:15-16:30	88	51	137	24	12	32	1	0	0
3	16:30-16:45	76	47	124	26	19	37	0	1	0
4	16:45-17:00	82	34	137	21	18	23	0	0	0
5	17:00-17:15	73	49	146	25	17	21	0	0	0
6	17:15-17:30	75	48	130	21	12	23	0	0	0
7	17:30-17:45	78	48	126	20	11	22	0	0	1
8	17:45-18:00	79	44	124	21	11	17	0	0	3

Keterangan :

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

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

FORMULIR SURVEI SIMPANG

Lokasi Survei : Simpang Perumnas
Lengan Simpang : Utara (Jl. Perumnas)
Tanggal : 15 Juni 2024
Jumlah Lajur : 2
Lebar Lajur : 4,0
Median : Tidak ada

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan								
		SM			MP			KS		
		BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT	BKa	BKi	LT
1	16:00-16:15	103	68	132	17	11	32	0	1	2
2	16:15-16:30	123	58	152	18	14	31	0	0	0
3	16:30-16:45	108	45	158	16	16	32	1	0	0
4	16:45-17:00	131	68	145	21	12	35	0	0	1
5	17:00-17:15	103	73	176	10	15	23	0	0	1
6	17:15-17:30	109	70	139	14	12	26	0	0	0
7	17:30-17:45	111	61	111	11	16	26	0	0	0
8	17:45-18:00	122	59	129	11	12	29	0	0	0

Keterangan :

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

LAMPIRAN 2

Lampiran 2 Tabel Data Panjang Antrean Hari Sabtu

Tabel Data Panjang Antrean dan Tundaan Hari Selasa

Sesi	Waktu	Simpang Perumnas			
		Lengan Barat	Lengan Timur	Lengan Selatan	Lengan Utara
		Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)
Pagi	06:00-06:15	10	10	10	20
	06:15-06:30	15	10	15	20
	06:30-06:45	20	10	15	40
	06:45:07:00	20	20	20	20
	07:00-07:15	20	20	30	25
	07:15-07:30	15	15	15	40
	07:30-07:45	20	10	20	30
	07:45-08:00	10	15	20	30
Siang	12:00-12:15	30	20	30	50
	12:15-12:30	30	10	50	60
	12:30-12:45	20	10	20	90
	12:45-13:00	40	30	20	80
	13:00-13:15	40	20	20	100
	13:15-13:30	20	20	10	70
	13:30-13:45	20	10	10	70
	13:45-14:00	10	20	20	60
Sore	16:00-16:15	70	50	10	90
	16:15-16:30	60	60	40	80
	16:30-16:45	85	70	40	100
	16:45-17:00	70	70	60	110
	17:00-17:15	100	60	90	110
	17:15-17:30	90	70	100	120
	17:30-17:45	90	70	60	100
	17:45-18:00	60	60	30	70

Lampiran 2 Tabel Data Panjang Antrean Hari Sabtu

Tabel Data Panjang Antrean dan Tundaan Hari Sabtu

Sesi	Waktu	Simpang Perumnas			
		Lengan Barat	Lengan Timur	Lengan Selatan	Lengan Utara
		Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)
Pagi	06:00-06:15	30	20	20	40
	06:15-06:30	35	20	15	20
	06:30-06:45	20	15	20	10
	06:45:07:00	20	25	30	20
	07:00-07:15	20	20	30	25
	07:15-07:30	15	10	15	30
	07:30-07:45	20	10	20	20
	07:45-08:00	60	15	25	20
Siang	12:00-12:15	60	50	40	70
	12:15-12:30	80	50	50	70
	12:30-12:45	70	60	80	90
	12:45-13:00	70	80	70	80
	13:00-13:15	60	60	50	100
	13:15-13:30	90	90	80	60
	13:30-13:45	100	90	80	60
	13:45-14:00	90	80	70	90
Sore	16:00-16:15	110	90	70	110
	16:15-16:30	145	130	110	100
	16:30-16:45	180	100	120	120
	16:45-17:00	160	90	120	170
	17:00-17:15	160	80	120	150
	17:15-17:30	130	70	100	150
	17:30-17:45	90	70	70	100
	17:45-18:00	70	30	30	70

LAMPIRAN 3

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Selasa, 11 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
			(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	4,11	4,87	17,52	3,12	6,41	23,08
2		2,22	9,01	32,43	2,45	8,16	29,39
3		3,34	5,99	21,56	1,16	17,24	62,07
4		2,99	6,69	24,08	2,87	6,97	25,09
5		3,8	5,26	18,95	3,11	6,43	23,15
6		2,58	7,75	27,91	3,12	6,41	23,08
7		2,99	6,69	24,08	2,32	8,62	31,03
8		4,06	4,93	17,73	3,71	5,39	19,41
9		3,66	5,46	19,67	2,09	9,57	34,45
10		2,25	8,89	32,00	4,19	4,77	17,18
11		2,48	8,06	29,03			
12		3,06	6,54	23,53			
13		3,28	6,10	21,95			
14		2,28	8,77	31,58			
15		3,9	5,13	18,46			
16		2,06	9,71	34,95			
17		2,76	7,25	26,09			
18		3,43	5,83	20,99			
19		6,43	3,11	11,20			
20		8,63	2,32	8,34			

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Selasa, 11 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (s)	Kecepatan		Waktu (s)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Timur	3,6	5,56	20,00	3,11	6,43	23,15
2		2,75	7,27	26,18	4,23	4,73	17,02
3		3,28	6,10	21,95	8,2	2,44	8,78
4		2,84	7,04	25,35	5,11	3,91	14,09
5		2,44	8,20	29,51	2,21	9,05	32,58
6		2,72	7,35	26,47	2,44	8,20	29,51
7		3,35	5,97	21,49	3,41	5,87	21,11
8		2,09	9,57	34,45	3,57	5,60	20,17
9		2,43	8,23	29,63	3,12	6,41	23,08
10		2,8	7,14	25,71	3,98	5,03	18,09
11		2,14	9,35	33,64			
12		2,57	7,78	28,02			
13		2,99	6,69	24,08			
14		3,00	6,67	24,00			
15		1,74	11,49	41,38			
16		2,43	8,23	29,63			
17		2,19	9,13	32,88			
18		2,8	7,14	25,71			
19		3,32	6,02	21,69			
20		2,48	8,06	29,03			

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Selasa, 11 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (s)	Kecepatan		Waktu (s)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Utara	2,33	8,58	30,90	5,33	3,75	13,51
2		3,03	6,60	23,76	3,21	6,23	22,43
3		2,6	7,69	27,69	3,88	5,15	18,56
4		2,36	8,47	30,51	4,42	4,52	16,29
5		3,11	6,43	23,15	2,84	7,04	25,35
6		2,91	6,87	24,74	2,98	6,71	24,16
7		3,29	6,08	21,88	4,99	4,01	14,43
8		2,58	7,75	27,91	2,12	9,43	33,96
9		2,57	7,78	28,02	3,24	6,17	22,22
10		3,16	6,33	22,78	4,12	4,85	17,48
11		2,67	7,49	26,97			
12		2,24	8,93	32,14			
13		2,06	9,71	34,95			
14		3,16	6,33	22,78			
15		2,85	7,02	25,26			
16		2,67	7,49	26,97			
17		3,25	6,15	22,15			
18		2,63	7,60	27,38			
19		2,91	6,87	24,74			
20		2,33	8,58	30,90			

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Selasa, 11 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (s)	Kecepatan		Waktu (s)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Selatan	3,45	5,80	20,87	3,22	6,21	22,36
2		2,48	8,06	29,03	3,12	6,41	23,08
3		2,36	8,47	30,51	5,65	3,54	12,74
4		2,87	6,97	25,09	3,34	5,99	21,56
5		1,66	12,05	43,37	5,65	3,54	12,74
6		2,23	8,97	32,29	4,23	4,73	17,02
7		2,61	7,66	27,59	2,11	9,48	34,12
8		2,95	6,78	24,41	2,99	6,69	24,08
9		2,23	8,97	32,29	3,21	6,23	22,43
10		2,66	7,52	27,07	5,66	3,53	12,72
11		1,83	10,93	39,34			
12		2,2	9,09	32,73			
13		2,51	7,97	28,69			
14		2,98	6,71	24,16			
15		4,18	4,78	17,22			
16		3,5	5,71	20,57			
17		2,53	7,91	28,46			
18		1,86	10,75	38,71			
19		2,56	7,81	28,13			
20		2,06	9,71	34,95			

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Sabtu, 15 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (detik)	Kecepatan		Waktu	Kecepatan	
			(m/det)	(km/h)	(detik)	(m/det)	(km/h)
1	Barat	4,59	4,36	15,69	4,12	4,85	17,48
2		2,98	6,71	24,16	1,76	11,36	40,91
3		6,6	3,03	10,91	1,16	17,24	62,07
4		2,99	6,69	24,08	0,87	22,99	82,76
5		6,8	2,94	10,59	3,11	6,43	23,15
6		2,58	7,75	27,91	1,83	10,93	39,34
7		2,74	7,30	26,28	1,53	13,07	47,06
8		9,06	2,21	7,95	27,71	0,72	2,60
9		3,66	5,46	19,67	11,09	1,80	6,49
10		2,25	8,89	32,00	21,19	0,94	3,40
11		2,48	8,06	29,03			
12		3,06	6,54	23,53			
13		3,28	6,10	21,95			
14		2,28	8,77	31,58			
15		2,9	6,90	24,83			
16		2,06	9,71	34,95			
17		1,36	14,71	52,94			
18		1,63	7,60	27,38			
19		12,43	1,61	5,79			
20		38,63	0,52	1,86			

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Sabtu, 15 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (s)	Kecepatan		Waktu (s)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Timur	3,1	6,45	23,23	3,07	6,51	23,45
2		3,06	6,54	23,53	3,25	6,15	22,15
3		2,45	8,16	29,39	8,7	2,30	8,28
4		2,76	7,25	26,09	3,11	6,43	23,15
5		2,55	7,84	28,24	2,59	7,72	27,80
6		2,66	7,52	27,07	2,44	8,20	29,51
7		3,73	5,36	19,30	2,92	6,85	24,66
8		3,00	6,67	24,00	3,57	5,60	20,17
9		3,07	6,51	23,45	2,4	8,33	30,00
10		3,03	6,60	23,76	2,98	6,71	24,16
11		2,92	6,85	24,66			
12		3,45	5,80	20,87			
13		3,5	5,71	20,57			
14		2,25	8,89	32,00			
15		3,68	5,43	19,57			
16		5,18	3,86	13,90			
17		5,63	3,55	12,79			
18		3,88	5,15	18,56			
19		5,98	3,34	12,04			
20		3,1	6,45	23,23			

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Sabtu, 15 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (s)	Kecepatan		Waktu (s)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Utara	2,33	8,33	30,00	2,66	7,52	27,07
2		3,03	6,04	21,75	4,14	4,83	17,39
3		2,6	8,37	30,13	3,16	6,33	22,78
4		2,36	8,73	31,44	3,42	5,85	21,05
5		3,11	9,39	33,80	2,84	7,04	25,35
6		2,91	10,36	37,31	2,98	6,71	24,16
7		3,29	7,94	28,57	2,99	6,69	24,08
8		2,58	7,75	27,91	2,86	6,99	25,17
9		2,57	7,14	25,71	3,43	5,83	20,99
10		3,16	7,14	25,71	2,25	8,89	32,00
11		2,67	7,97	28,69			
12		2,24	8,62	31,03			
13		2,06	10,36	37,31			
14		3,16	6,71	24,16			
15		2,85	7,97	28,69			
16		2,67	9,43	33,96			
17		3,25	8,58	30,90			
18		2,63	8,62	31,03			
19		2,91	7,69	27,69			
20		2,33	9,13	32,88			

Lampiran 3 Data Survei Kecepatan

FORMULIR SURVEI KECEPATAN

Hari/Tanggal : Sabtu, 15 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

No	Arah Arus Kendaraan	Sepeda Motor			Mobil Penumpang		
		Waktu (s)	Kecepatan		Waktu (s)	Kecepatan	
			(m/s)	(km/h)		(m/s)	(km/h)
1	Selatan	2,51	7,97	28.69	2,66	6,54	23,53
2		2,9	6,90	24.83	4,14	6,29	22,64
3		2,35	8,51	30.64	3,16	4,26	15,32
4		2,23	8,97	32.29	3,42	5,80	20,87
5		2,05	9,76	35.12	2,84	3,47	12,48
6		2,11	9,48	34.12	2,98	6,62	23,84
7		2,28	8,77	31.58	2,99	7,19	25,90
8		2,25	8,89	32.00	2,86	9,17	33,03
9		2,2	9,09	32.73	3,43	5,75	20,69
10		2,48	8,06	29.03	2,25	4,46	16,07
11		2,35	8,51	30.64			
12		1,75	11,43	41.14			
13		3,73	5,36	19.30			
14		3,76	5,32	19.15			
15		3,2	6,25	22.50			
16		3,13	6,39	23.00			
17		3,1	6,45	23.23			
18		2,13	9,39	33.80			
19		2,41	8,30	29.88			
20		1,48	13,51	48.65			

LAMPIRAN 4

Lampiran 4 Data *Driving Behaviour*

FORMULIR SURVEI *DRIVING BEHAVIOR*

Hari/Tanggal : Sabtu, 15 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

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

Lampiran 4 Data *Driving Behaviour*

FORMULIR DRIVING BEHAVIOR

Hari/Tanggal : Sabtu, 15 Juni 2023
Waktu : 16.00-17.00
Lokasi : Jalan Selokan Mataram

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

LAMPIRAN 5

Lampiran 5 Gambar Dokumentasi Survei



Gambar L-5.1 Survei Pengukuran Geometri Jalan



Gambar L-5.2 Survei Volume Lalu Lintas

Lampiran 5 Gambar Dokumentasi Survei



Gambar L-5.3 Kondisi Lalu Lintas



Gambar L-5.4 Surveyor Survei