

TUGAS AKHIR

**DAMPAK PEMINDAHAN PUTAR BALIK TERHADAP
KINERJA SIMPANG:
STUDI KASUS SIMPANG MONJALI
*EFFECTS OF U-TURN POSITIONING TO
INTERSECTION PERFORMANCE:
CASE STUDY OF MONJALI INTERSECTION***

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



**HANUN WISNU NUR SALSABILA
15 511 223**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2022**

TUGAS AKHIR

**DAMPAK PEMINDAHAN PUTAR BALIK TERHADAP
KINERJA SIMPANG:
STUDI KASUS SIMPANG MONJALI
EFFECTS OF U-TURN POSITIONING TO
INTERSECTION PERFORMANCE:
CASE STUDY OF MONJALI INTERSECTION**

Disusun oleh

Hanun Wisnu Nur Salsabila
15511223

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

Diuji pada tanggal :
30 November 2022

Oleh Dewan Penguji



Pembimbing

Berlian Kushari S.T., M.Eng.
NIK: 015110101

27/12/2022

Penguji I

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

02/01/2023

Penguji II

Corry Ya'cob, Ir., M.T.
NIK: 815110102

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Munaha Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.Eng.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 27 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



CD2AKX163041085

Hanun Wisnu Nur Salsabila

15511223

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Perbandingan Kinerja Simpang Sebelum Dan Sesudah Perpindahan Putaran Balik Dari Bukaannya Median Ke Persimpangan. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Selama pengerjaan Tugas Akhir, penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Berlian Kushari S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, dukungan dan inspirasi yang diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Dosen penguji Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D dan Bapak Corry Ya'cub, Ir.,M.T.
3. Ibu Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing Proposal.
4. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.Eng. selaku Ketua Program Studi Sarjana, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Segenap staf Laboratorium Rekayasa Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
6. Tim surveyor yang telah membantu tenaga dan waktu yang diluangkan dalam proses pengambilan data.
7. Kedua orang tua (Ali Joko Subroto & Titik Wisnu Ariastri) yang senantiasa memberikan kasih sayang, dan dukungan baik moril maupun materiil. Serta selalu memanjatkan doa yang terbaik untuk penulis.
8. Adik tercinta Hanif Abiyyu Ali Rafif yang selalu memberi dukungan.
9. Mas Ingga Pramukti yang selalu mendukung dan memberi motivasi.
10. Teman sampai Jannah ku Umi Nur Chasanah.

11. Segenap crew Wisli Bakery & SRS yang memberi dukungan dan doa bagi penulis.
12. Teman-teman satu perjuangan Teknik Sipil UII angkatan 2015.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

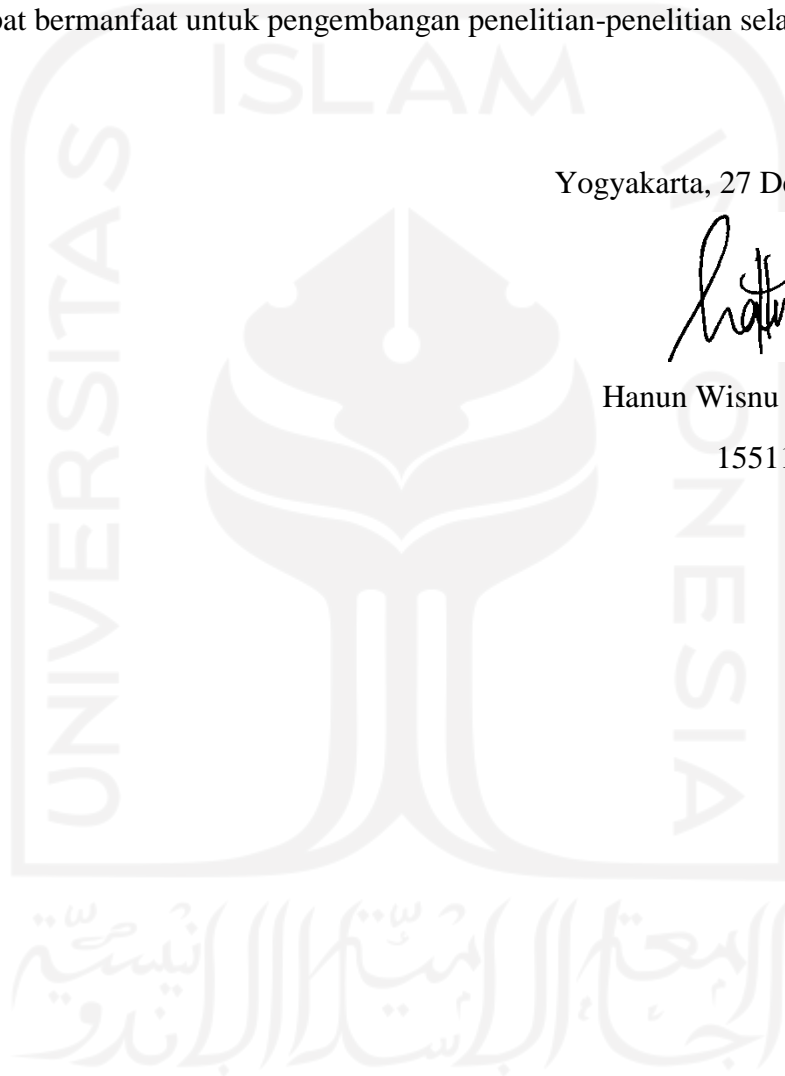
Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi dunia Teknik Sipil dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian-penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 27 Desember 2022



Hanun Wisnu Nur Salsabila

15511223



DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisis Simpang Bersinyal	4
2.2 Hubungan Penelitian dengan Penelitian-Penelitian Terdahulu	6
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Simpang	10
3.1.1 Arus Lalu Lintas	10
3.1.2 Arus Jenuh	11
3.1.3 Kapasitas	17
3.1.4 Derajat Kejenuhan	17
3.2 Perencanaan Putaran Balik (<i>U-Turn</i>)	18
3.2.1 Bukaan Median untuk Putaran Balik	18
3.2.2 Putaran Balik di Persimpangan Bersinyal	20
3.3 Tingkat Pelayanan Simpang (<i>Level Of Service</i>)	20

3.4	Simulasi Lalu Lintas dengan <i>Software VISSIM</i>	21
3.4.1	Penggunaan <i>Software VISSIM</i>	21
3.4.2	Kalibrasi dan Validasi Data	26
BAB IV METODE PENELITIAN		27
4.1	Jenis Penelitian	27
4.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	27
4.3	Pengambilan Data	28
4.4	Teknik Pengambilan Data	28
4.4.1	Peralatan Penelitian	28
4.4.2	Geometri Ruas Jalan	29
4.4.3	Survei Volume Lalu Lintas	29
4.4.4	Survei Panjang Antrean	31
4.4.5	Survei Kecepatan	32
4.4.6	Survei Perilaku Berkendara (<i>Driving Behaviour</i>)	33
4.5	Metode Analisis Data	34
4.6	Tahap Penelitian	35
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN		38
5.1	Data Hasil Penelitian	38
5.1.1	Data Geometri	38
5.1.2	Data Lalu Lintas Simpang	39
5.1.3	Data Kecepatan Kendaraan	41
5.1.4	Data <i>Driving Behaviour</i>	42
5.1.5	Data Sinyal Lalu Lintas	43
5.1.6	Data Panjang Antrean Simpang Bersinyal	43
5.1.7	Data Volume Kendaraan pada Putaran Balik (<i>U-Turn</i>)	44
5.2	Analisis Data Menggunakan MKJI 1997	46
5.2.1	Analisis Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting	46
5.2.2	Analisis Simpang Bersinyal Setelah Dilakukan Rekayasa Perpindahan <i>U-Turn</i> Ke Simpang	49
5.2.3	Analisis Simpang Bersinyal Alternatif Perubahan Waktu Siklus	50
5.3	Analisis Data Menggunakan <i>Software VISSIM</i>	53

5.4	Validasi	66
5.5	Hasil Analisis Menggunakan <i>Software VISSIM</i>	68
5.5.1	Hasil Analisis Menggunakan <i>Software VISSIM</i> Pada Kondisi Eksisting	68
5.5.2	Hasil Analisis Menggunakan <i>Software VISSIM</i> Setelah Dilakukan Rekayasa Perpindahan <i>U-Turn</i> Ke Simbang	69
5.5.3	Hasil Analisis Menggunakan <i>Software VISSIM</i> pada Alternatif Perubahan Waktu Siklus	69
5.6	Pembahasan	70
5.6.1	Kinerja Simbang Monjali Pada Kondisi Eksisting	70
5.6.2	Perbandingan Hasil Analisis Masing-Masing Kondisi	72
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		75
6.1	Kesimpulan	75
6.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian dengan Topik yang Sama	7
Tabel 3. 1 Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang untuk Tiap Jenis Kendaraan	11
Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)	13
Tabel 3. 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)	13
Tabel 3. 4 Dimensi Kendaraan Rencana untuk Jalan Perkotaan	19
Tabel 3.5 Jarak Waktu Minimum dan Arus Lalu Lintas Maksimum untuk Melakukan Gerakan Putaran Balik	19
Tabel 4.1 Data Primer dan Data Sekunder yang Diperlukan	28
Tabel 5.1 Data Geometri Simpang Monjali	38
Tabel 5.2 Data Geometri Jl. Padjajaran (<i>Ringroad</i> Utara) & <i>U-Turn</i>	39
Tabel 5.3 Hasil Survei Arus Lalu Lintas Pada Jam Puncak	41
Tabel 5.4 Data Kecepatan Konstan Pada Simpang Monjali	41
Tabel 5.5 Data <i>Driving Behaviour</i>	42
Tabel 5.6 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang Monjali	43
Tabel 5.7 Data Panjang Antrean Simpang Monjali	44
Tabel 5.8 Hasil Survei Volume Kendaraan Putar Balik (<i>U-Turn</i>)	45
Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Monjali Kondisi Eksisting	48
Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Monjali Setelah Dilakukan Pindahan <i>U-Turn</i> Di Simpang bersinyal	50
Tabel 5.11 Data Sinyal Lalu Lintas Pada Kondisi Alternatif Perubahan Waktu Siklus	52
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Monjali Pada Kondisi Alternatif Perubahan Waktu Siklus	53
Tabel 5.13 Hasil Validasi Pada Kondisi Eksisting	68
Tabel 5.14 Hasil Analisis Software VISSIM Pada Kondisi Eksisting	68
Tabel 5.15 Hasil Analisis <i>Software VISSIM</i> Setelah Dilakukan Reayasa Perpindahan <i>U-Turn</i> ke Simpang	69
Tabel 5.16 Hasil Analisis <i>Software VISSIM</i> pada Alternatif Perubahan Siklus	70

Tabel 5.17 Hasil Analisis Derajat Kejenuhan Pada Kondisi Eksisting	70
Tabel 5.18 Hasil Analisis Panjang Antrian Pada Kondisi Eksisting	71
Tabel 5.19 Hasil Analisis Tundaan Pada Kondisi Eksisting	71
Tabel 5.20 Hasil Analisis Derajat Kejenuhan Masing-Masing Kondisi dengan Menggunakan Metode MKJI 1997	72
Tabel 5.21 Hasil Analisis Panjang Antrian Masing-Masing Kondisi Dengan Menggunakan <i>Software VISSIM</i>	73
Tabel 5.22 Hasil Analisis Tundaan Masing-Masing Kondisi Dengan Menggunakan <i>Software VISSIM</i>	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)	14
Gambar 3. 2 Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)	15
Gambar 3. 3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (Pendekat Tipe P, Jalan Dua Arah, Lebar Efektif dengan Lebar Masuk)	16
Gambar 3. 4 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (Tipe Pendekat P Tanpa Belok Kiri Langsung, Lebar Efektif dengan Lebar Masuk)	17
Gambar 3. 5 Putaran Balik di Persimpangan Bersinyal pada Tipe Jalan 4/2D	20
Gambar 3. 6 <i>3D Model</i>	22
Gambar 3. 7 <i>3D Model</i>	22
Gambar 3. 8 <i>Desired Speed Distribution</i>	23
Gambar 3. 9 Menu Pengaturan <i>Links</i>	24
Gambar 3. 10 Contoh Tampilan <i>Link</i>	24
Gambar 3. 11 Menu Pengaturan <i>Connector</i>	25
Gambar 3. 12 <i>Links</i> yang Terhubung dengan <i>Connector</i>	25
Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian	27
Gambar 4.2 Posisi Pengamatan Survei Volume Kendaraan	30
Gambar 4.3 Posisi Pengamatan Survei Panjang Antrian Kendaraan	32
Gambar 4.4 Posisi Pengamatan Kecepatan Kendaraan	33
Gambar 4.5 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (Pada Saat Berhenti)	34
Gambar 4.6 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (Pada Saat Berjalan)	34
Gambar 4.7 Bagan Alir Penelitian (1 dari 3)	35
Gambar 4.8 Bagan Alir Penelitian (2 dari 3)	36
Gambar 4.9 Bagan Alir Penelitian (3 dari 3)	37
Gambar 5.1 Data Geometri Simpang Monjali	39
Gambar 5.2 Volume Lalu Lintas Simpang Monjali Hari Kamis	40
Gambar 5.3 Volume Lalu Lintas Simpang Monjali Hari Sabtu	40
Gambar 5.4 Diagram Waktu Siklus Simpang Monjali	43

Gambar 5.5 Grafik Volume Kendaraan Putar Balik (<i>U-Turn</i>) pada Jam Puncak	45
Gambar 5.6 Diagram Waktu Siklus Simpang Pada Kondisi Alternatif	52
Gambar 5.7 Tampilan Perubahan <i>Driving Behaviour</i>	54
Gambar 5.8 Tampilan Perubahan <i>Units</i>	54
Gambar 5.9 Tampilan <i>Input Background Image</i>	55
Gambar 5.10 Tampilan <i>Set Scale</i>	56
Gambar 5.11 Pembuatan <i>Link</i>	56
Gambar 5.12 Tampilan Pengaturan <i>Link</i>	57
Gambar 5.13 Pembuatan <i>Connector</i>	57
Gambar 5.14 Tampilan Pengaturan <i>Connector</i>	58
Gambar 5.15 Pengaturan <i>Vehicle Composition</i>	58
Gambar 5.16 Tampilan <i>Input Desired Speed Distribution</i>	59
Gambar 5.17 Tampilan <i>Vehicle Composition</i>	60
Gambar 5.18 Tampilan <i>Vehicle Input</i>	60
Gambar 5.19 Tampilan Pengaturan <i>Vehicle Route</i>	61
Gambar 5.20 Pengaturan <i>Conflict Area</i>	62
Gambar 5.21 Pengaturan <i>Signal Control</i>	63
Gambar 5.22 Pengaturan <i>Signal Control</i>	63
Gambar 5.23 Tampilan Pengaturan <i>Driving Behaviour</i> untuk <i>Car Following</i>	65
Gambar 5.24 Tampilan Pengaturan <i>Driving Behaviour</i> untuk <i>Lateral</i>	65
Gambar 5.25 Tampilan Pengaturan <i>Evaluation Configuration</i>	66
Gambar 5.26 Tampilan Pengaturan <i>Simulation Parameters</i>	67

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

LV	=	Kendaraan ringan
HV	=	Kendaraan berat
MC	=	Sepeda motor
emp	=	Ekivalensi mobil penumpang
smp	=	Satuan mobil penumpang
Q	=	Arus lalu lintas
C	=	Kapasitas
C ₀	=	Kapasitas dasar
W ₁	=	Lebar rata – rata pendekat
F _w	=	Faktor penyesuaian lebar masuk
F _M	=	Faktor penyesuaian tipe median jalan mayor
F _{CS}	=	Faktor penyesuaian ukuran kota
F _{RSU}	=	Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
F _{LT}	=	Faktor penyesuaian belok kiri
F _{RT}	=	Faktor penyesuaian belok kanan
F _{MI}	=	Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor
Q _{TOT}	=	Arus total
DS	=	Derajat kejenuhan
DT ₁	=	Tundaan seluruh simpang
DT _{MA}	=	Tundaan pada jalan mayor
Q _{MA}	=	Arus total pada jalan mayor
DT _{MI}	=	Tundaan pada jalan minor
Q _{MI}	=	Arus total pada jalan minor
DG	=	Tundaan geometrik
ρ _T	=	Rasio belok total
D	=	Tundaan
SF	=	Hambatan samping

RE	= Tipe lingkungan jalan
CS	= Ukuran kota
W_A	= Lebar Pendekat
W_{MASUK}	= Lebar masuk
W_{LATOR}	= Lebar belok kiri langsung
LATOR	= Belok kiri langsung
S_0	= Arus jenuh dasar
W_e	= Lebar efektif
S	= Arus jenuh
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
ρ_{RT}	= Rasio belok kanan
ρ_{LT}	= Rasio belok kiri
FR	= Rasio arus jenuh
IFR	= Rasio arus simpang
PR	= Rasio arus fase
c_{ua}	= Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal
LTI	= Waktu hilang total per siklus
g	= Waktu hijau
c	= Waktu siklus yang disesuaikan
P_{SV}	= Rasio kendaraan terhenti pada pendekat
P_T	= Rasio kendaraan berbelok pada pendekat
D_t	= Tundaan rata – rata seluruh simpang
Kend	= Kendaraan
3D	= Tiga Dimensi
Q_{tot}	= Volume lalu lintas total (smp/jam)
km	= Kilometer
m	= Meter
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
%	= Persen

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Utara Kanan	79
Lampiran 2 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Utara Lurus	80
Lampiran 3 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Utara Kiri	81
Lampiran 4 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Timur Kanan	82
Lampiran 5 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Timur Lurus	83
Lampiran 6 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Timur Kiri	84
Lampiran 7 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Selatan Kanan	85
Lampiran 8 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Selatan Lurus	86
Lampiran 9 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Selatan Kiri	87
Lampiran 10 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Barat Kanan	88
Lampiran 11 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Barat Lurus	89
Lampiran 12 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Barat Kiri	90
Lampiran 13 Rekapitulasi Putar Balik (<i>U-Turn</i>)	91
Lampiran 14 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Utara	92
Lampiran 15 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Timur	93
Lampiran 16 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Selatan	94
Lampiran 17 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Barat	95
Lampiran 18 Data <i>Driving Behavior</i>	96
Lampiran 19 Data Panjang Antrean Simpang	97
Lampiran 20 <i>Time Schedule</i>	98

ABSTRAK

Kemacetan yang terjadi di Simpang Monjali disebabkan karena terjadinya peningkatan volume lalu lintas dan adanya bukaan median beberapa meter sebelum persimpangan. Kendaraan yang melakukan putaran balik sering kali mengurangi kecepatan bahkan berhenti menunggu kendaraan dari arah berlawanan menurun sehingga mempengaruhi di belakang nya yang tidak melakukan putar balik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dampak pemindahan putar balik terhadap kinerja simpang Monjali. Perhitungan menggunakan Bina Marga (BM/06/2005) dan MKJI 1997. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software VISSIM*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pemindahan fasilitas putar balik ke simpang tidak lebih baik daripada kondisi eksisting dan tidak disarankan karena tidak dapat memperbaiki tingkat pelayanan. Lengan Utara, Selatan dan Barat tidak mengalami perubahan tingkat pelayanan sedangkan Lengan Timur mengalami penurunan tingkat pelayanan dari D menjadi E. Alternatif ke dua berupa perubahan waktu siklus sinyal lalu lintas. Tingkat pelayanan Lengan Utara berubah dari E menjadi D, Lengan Selatan berubah dari D menjadi C sedangkan Lengan Timur menurun dari D menjadi E. Lengan Barat tidak mengalami perubahan tingkat pelayanan. Nilai derajat kejenuhan semua lengan juga sudah sesuai nilai yang disyaratkan $< 0,85$.

Kata Kunci: Kinerja Simpang, *U-Turn*, VISSIM, Simpang Bersinyal, MKJI 1997

ABSTRACT

The congestion at the Monjali intersection is due to an increase in traffic volume and the existence of a central opening a few metres before the intersection. Vehicles that make a U-turn often reduce their speed and even stop waiting for the vehicle from the opposite direction to decline, so that it affects those behind them who do not make a U-turn.

The purpose of this research was to determine the effect of a curve on the efficiency of the Monjali intersection. The calculations relied on Bina Marga (BM/06/2005) and MKJI 1997. The data was analyzed using the VISSIM software.

The results of the analysis show that relocating the turnaround facility to the intersection is no better than the existing conditions and is not recommended because it cannot improve service levels. The North, South and West Arms did not experience a change in service level while the East Arm experienced a decrease in service level from D to E. The second option involves changing the running time of the traffic lights.. The service level of the North Arm changed from E to D, the South Arm changed from D to C while the East Arm decreased from D to E. The West Arm did not experience a change in service level. The saturation level value on each arm is also within the requested value < 0.85 .

Keywords: *Intersection Performance, U-Turn, VISSIM, Signaled Intersection, MKJI 1997*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu kota besar di Pulau Jawa yang terkenal dengan keunikan budaya dan tempat wisata yang beraneka ragam. Selain itu kota Yogyakarta juga terkenal sebagai “Kota Pendidikan” dikarenakan banyaknya universitas dan institusi pendidikan di Yogyakarta. Meningkatnya wisatawan, pelajar dan pendaftar di Kota Yogyakarta dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya volume arus lalu lintas di sepanjang jalan kota ini. Peningkatan volume arus lalu lintas menyebabkan kerentanan lalu lintas berupa kemacetan, kecelakaan, pelanggaran lalu lintas hingga kejahatan di jalan raya. Salah satu contoh dampak dari peningkatan arus lalu lintas yaitu terjadinya kemacetan pada ruas jalan *Ring Road* Utara (simpang Monjali). Simpang Monjali merupakan suatu jalan akses utama bagi siswa maupun mahasiswa untuk beraktivitas, serta berperan penting bagi masyarakat, baik Yogyakarta maupun luar Yogyakarta karena terletak di jalan *Ring Road* Utara yang merupakan jalan nasional arteri primer yang berfungsi sebagai jalan bebas hambatan. Simpang Monjali juga terletak di antara pusat keramaian, seperti ruko, pertokoan, pasar, hotel, wilayah sekolah, dan tempat wisata.

Kemacetan yang terjadi di Simpang Monjali, didukung dengan adanya fasilitas putar balik yang terletak beberapa ratus meter sebelum lampu merah. Kendaraan yang melakukan gerakan *u-turn* pada bukaan median jalan, sering kali melakukan pengurangan kecepatan bahkan berhenti beberapa waktu hingga arus lalu lintas dari arah berlawanan menurun. Hal ini mempengaruhi pergerakan kendaraan lain dibelakangnya yang tidak melakukan gerakan *u-turn* pada arah yang sama. Kecepatan kendaraan pada saat melakukan gerakan *u-turn* serta radius putar yang kurang bagi beberapa kendaraan, dapat mempengaruhi arus kendaraan pada arah berlawanan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja simpang antara kondisi eksisting yaitu kendaraan melakukan putaran balik pada bukaan median lengan Timur dengan kinerja simpang apabila dilakukan alternatif pemindahan putaran balik pada Simpang Monjali.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja lalu lintas di Simpang Monjali pada kondisi eksisting yaitu kendaraan melakukan putaran balik pada bukaan median Lengan Timur?
2. Bagaimana kinerja lalu lintas di Simpang Monjali dengan dilakukan alternatif pemindahan putaran balik pada simpang atau usulan alternatif yang lain?
3. Bagaimana perbandingan kinerja lalu lintas di Simpang Monjali antara kondisi eksisting dengan alternatif pemindahan putaran balik pada simpang atau usulan alternatif yang lain?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui kinerja lalu lintas di Simpang Monjali pada kondisi eksisting yaitu kendaraan melakukan putaran balik pada bukaan median Lengan Timur.
2. Untuk mengetahui kinerja lalu lintas di Simpang Monjali dengan dilakukan alternatif pemindahan putaran balik pada simpang atau usulan alternatif yang lain.
3. Mengetahui perbandingan kinerja lalu lintas di Simpang Monjali antara kondisi eksisting dengan alternatif pemindahan putaran balik pada simpang atau usulan alternatif yang lain.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan bahan evaluasi bagi pihak atau instansi terkait dalam melakukan perbaikan manajemen lalu lintas.

2. Memberikan referensi bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian.

1.5 Batasan Penelitian

Lingkup batasan penelitian dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian yaitu Simpang Monjali (Monumen Jogja Kembali).
2. Putaran balik yang ditinjau hanya Lengan Timur Simpang Monjali.
3. Data yang diambil mencakup geometri simpang, geometri bukaan median jalan, volume lalu lintas pada simpang, volume kendaraan yang melakukan putaran balik, kecepatan kendaraan, *driving behaviour*.
4. Data geometrik jalan didapatkan dengan pengukuran langsung di lapangan.
5. Hambatan samping seperti parkir di badan jalan tidak disurvei dan tidak dimasukkan kedalam analisis.
6. Pengambilan data dilakukan pada jam sibuk, yaitu pada pukul:
 - a. 06.30 - 08.30 WIB
 - b. 11.30 - 13.30 WIB
 - c. 15.30 - 18.00 WIB
7. Pengambilan data dilakukan selama 2 hari, 1 hari kerja (*weekday*) dan 1 hari libur (*weekend*).
8. Pengambilan data dilakukan pada kondisi *new normal* pandemi *Covid-19*.
9. Parameter kinerja simpang:
 - a. Panjang Antrean
 - b. Tundaan
 - c. Derajat Kejenuhan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Simpang Bersinyal

Utomo (2016) melakukan pemodelan lalu lintas pada simpang bersinyal *Ring Road* Utara, Monumen Jogja Kembali, Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki tingkat kinerja simpang tersebut. Hasil penelitian menunjukkan nilai derajat kejenuhan (DS) pada lengan Utara sebesar 1,56, lengan Timur sebesar 0,77, lengan Selatan sebesar 1,06 dan lengan Barat sebesar 0,98. Panjang antrian (QL) lengan Utara sebesar 350 meter, lengan Timur 100 meter, lengan Selatan 152 meter, dan lengan Barat 100 meter, tundaan rata-rata simpang sebesar 254,50 det/smp. Pada penelitian ini hasil analisa simpang dimodelkan pada *software* VISSIM 8.0 dengan alternatif berupa pengaturan jalan satu arah pada lengan Utara sehingga tingkat pelayanan yang semula F meningkat menjadi D.

Gumelar (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh *u-turn* terhadap kinerja jalan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 dan *software* VISSIM. Lokasi dari penelitian tersebut yaitu pada Jalan Laksda Adisucipto arah Barat-Timur. Alternatif yang digunakan pada penelitian ini yaitu pemindahan *u-turn* ke simpang bersinyal. Kecepatan rata-rata kendaraan pada pendekat Barat ruas Jalan Laksada Adisucipto mengalami peningkatan dari semula 34,7 km/jam menjadi 39,8 km/jam. Pada ruas Jalan Raya Kledokan mengalami peningkatan dari semula 33,96 km/jam menjadi 34,4 km/jam. Derajat kejenuhan simpang bersinyal untuk pendekat Barat mengalami penurunan yakni 0,817 menjadi 0,809. Nilai derajat kejenuhan pendekat Timur mengalami penurunan dari semula 0,695 menjadi 0,677. Pada pendekat Selatan nilai derajat kejenuhan mengalami kenaikan dari semula 0,237 menjadi 0,290.

Aryandi dan Munawar (2014) melakukan analisis simpang bersinyal menggunakan perangkat lunak VISSIM. Studi kasus penelitian ini yaitu simpang Mirota Kampus Terban, Yogyakarta. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa

panjang antrian rata-rata di lapangan dan pemodelan atau simulasi dengan *software* VISSIM hampir sama, yaitu 60 m dan 61 m. Diketahui juga bahwa terdapat perbedaan yang cukup jauh pada antrian terpanjang dan terpendek yang terjadi berdasarkan pengamatan langsung dan simulasi menggunakan *software* VISSIM, yaitu 76 m dan 64 m untuk antrian terpanjang dan 39 m dan 51 m untuk antrian terpendek. Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan penyebaran antrian antara realita di lapangan dengan simulasi VISSIM.

Maulana dan Nugraha (2019) melakukan penelitian tentang kinerja persimpangan bersinyal. Penelitian dilakukan pada persimpangan Jalan Ir. H. Juanda – Cikapayang, Bandung. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja simpang bersinyal Cikapayang pada kondisi eksisting serta mengetahui alternatif pemecahan masalah yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persimpangan Cikapayang kurang layak, kondisi eksisting memiliki panjang antrian dan tundaan rata-rata sebesar 121,97 meter dan 91,20 detik. Alternatif pemecahan masalah yang paling baik untuk simpang Cikapayang adalah dengan melakukan pelebaran dan memisahkan pergerakan lurus dan belok kanan pada arah Barat-Timur serta merubah waktu sinyal, dengan hasil masing-masing panjang antrian dan tundaan rata-rata simpang sebesar 24,24 meter dan 29,84 detik.

Bimantoro (2016) melakukan suatu analisis kinerja simpang bersinyal. Lokasi penelitian ini yaitu simpang Pingit yang terbagi menjadi empat lengan dengan lengan sebelah Utara Jalan Magelang, lengan sebelah Timur Jalan Diponegoro, lengan sebelah Selatan Jalan Tentara Pelajar, lengan sebelah Barat Jalan Kyai Mojo. Penelitian ini bertujuan mengetahui kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting serta mengetahui alternatif pemecahan masalah yang tepat. Analisis data survei menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 dan perbaikan yang dilakukan menggunakan perangkat lunak VISSIM. Analisis kinerja simpang pada penelitian ini menunjukkan hasil yang kurang baik. Semua lengan pada simpang ini menunjukkan kondisi tidak memenuhi syarat dengan nilai tertinggi pada lengan Barat yaitu 1,09. Panjang antrian (*queue length*) tertinggi untuk metode MKJI 1997 adalah sebesar 469,36 m pada pendekatan Timur, sedangkan untuk program VISSIM adalah sebesar 194,43 m pada pendekatan Selatan.

Tundaan (*delay*) tertinggi dari metode MKJI 1997 adalah sebesar 472,27 det/smp pada pendekat Barat, sedangkan untuk program VISSIM adalah sebesar 288,98 det/smp pada pendekat Selatan.

2.2 Hubungan Penelitian dengan Penelitian-Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan pada Simpang Monjali. Putaran balik yang ditinjau hanya Lengan Timur Simpang Monjali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja simpang pada kondisi eksisting dengan kondisi bila dilakukan rekayasa lalu lintas yaitu pemindahan putaran balik dari bukaan median ke persimpangan. Variabel analisis data yang dibandingkan adalah panjang antrean (*queue*), tundaan (*delay*) dan derajat kejenuhan. Analisis data pada penelitian ini menggunakan Metode MKJI 1997 dan *software* VISSIM. Beberapa hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yaitu lokasi penelitian, dan rekayasa lalu lintas yang dilakukan. Utomo (2016) melakukan penelitian lalu lintas pada simpang bersinyal Monjali dengan alternatif berupa pengaturan jalan satu arah pada lengan Utara sehingga tingkat pelayanan yang semula F meningkat menjadi D. Gumelar (2019) meneliti tentang pengaruh *u-turn* terhadap kinerja jalan dengan menggunakan *software* VISSIM. Lokasi penelitian tersebut pada Jalan Laksda Adi Sucipto arah Barat. Aryandi dan Munawar (2014) melakukan analisis simpang bersinyal yang dilakukan di simpang Mirota Kampus Terban, Yogyakarta. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk mengetahui hasil analisis simpang menggunakan *software* VISSIM terhadap di lapangan. Maulana dan Nugraha (2019) melakukan penelitian tentang penilaian kinerja simpang bersinyal dengan mikrosimulasi. Analisis data pada penelitian tersebut menggunakan *software* VISSIM. Bimantoro (2016) melakukan suatu analisis kinerja simpang bersinyal pada simpang Pingit, Yogyakarta. Analisa data yang digunakan yaitu MKJI 1997 dan *software* VISSIM. Perbandingan penelitian dengan topik yang sama dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian dengan Topik yang Sama

No	Peneliti	Judul penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
1	Utomo (2016)	Pemodelan Lalu Lintas pada Simpang Bersinyal	Simpang Bersinyal Ring Road Utara, Monjali	MKJI 1997 dan VISSIM 8.0	Nilai derajat kejenuhan (DS) pada lengan Utara sebesar 1,56, lengan Timur sebesar 0,77, lengan Selatan sebesar 1,06 dan lengan barat sebesar 0,98. Panjang antrian (QL) lengan Utara sebesar 350 meter, lengan Timur 100 meter, lengan Selatan 152 meter, dan lengan barat 100 meter, tundaan rata-rata simpang sebesar 254,50 det/smp. Alternatif berupa pengaturan jalan satu arah pada lengan Utara sehingga tingkat pelayanan yang semula F meningkat menjadi D.
2	Gumelar (2019)	Pengaruh <i>U-Turn</i> terhadap Kinerja Jalan	Jalan Laksda Adi Sucipto Arah Barat	Software VISSIM	Alternatif yang digunakan yaitu pemindahan <i>u-turn</i> ke simpang bersinyal. Kecepatan rata-rata pada masing-masing lengan meningkat. Derajat kejenuhan pada lengan Barat dan Timur mengalami penurunan, sedangkan pada lengan Selatan mengalami kenaikan.

Sumber : Utomo (2016) dan Gumelar (2019)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian dengan Topik yang Sama

No	Peneliti	Judul penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
3	Aryandi dan Munawar (2014)	Penggunaan <i>Software</i> VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal	Simpang Mirota Kampus Terban, Yogyakarta	Analisis menggunakan <i>software</i> VISSIM	Antrian rata-rata di lapangan dan pemodelan atau simulasi dengan <i>software</i> VISSIM hampir sama, yaitu 60 m dan 61 m. Perbedaan antrian terpanjang dan terpendek yang terjadi berdasarkan pengamatan langsung dan simulasi menggunakan <i>software</i> VISSIM, yaitu 76 m dan 64 m untuk antrian terpanjang, 39 m dan 51 m untuk antrian terpendek.
4	Maulana dan Nugraha (2019)	Mikrosimulasi Penilaian Kinerja Persimpangan Bersinyal	Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda – Cikapayang, Bandung	<i>Software</i> VISSIM	Persimpangan Cikapayang kurang layak. Alternatif berupa pelebaran dan memisahkan pergerakan lurus dan belok kanan pada arah Barat – Timur serta merubah waktu sinyal.

Sumber : Aryandi dan Munawar (2014), Maulana dan Nugraha (2019)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian dengan Topik yang Sama

No	Peneliti	Judul penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
5	Maulana dan Nugraha (2019)	Mikrosimulasi Penilaian Kinerja Persimpangan Bersinyal	Persimpangan Jalan Ir. H. Juanda – Cikapayang, Bandung	Software VISSIM	Persimpangan Cikapayang kurang layak. Alternatif berupa pelebaran dan memisahkan pergerakan lurus dan belok kanan pada arah Barat – Timur serta merubah waktu sinyal.

Sumber : Bimantoro (2016)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Simpang

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), persimpangan merupakan simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu. Umumnya pada persimpangan arus lalu lintas sering mengalami konflik karena merupakan tempat bertemunya kendaraan dari berbagai lengan simpang. Untuk mengurangi terjadinya konflik maka perlu ditetapkan aturan lalu lintas berupa lampu lalu lintas. Lampu ini yang memberi isyarat kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah.

Pada persimpangan ada 4 jenis pergerakan arus lalu lintas yang dapat menyebabkan konflik, yaitu sebagai berikut.

1. Berpotongan (*crossing*): kondisi dimana dua arus berpotongan langsung.
2. Bergabung (*merging*): dimana dua arus bergabung.
3. Berpisah (*diverging*): dimana dua arus berpisah.
4. Bersilangan (*weaving*): dimana dua arus bersilangan.

Menurut Morlok (1988), jenis simpang dibedakan menjadi 2 berdasarkan cara pengaturannya antara lain sebagai berikut.

1. Simpang tidak bersinyal, yaitu simpang yang tidak menggunakan sinyal lampu lalu lintas. Simpang ini mengharuskan pengguna jalan untuk memutuskan apakah kondisi simpang sudah cukup aman untuk dilewati atau harus berhenti dahulu.
2. Simpang bersinyal, yaitu simpang yang menggunakan sinyal lampu lalu lintas. Pada simpang ini, kapan pengguna jalan harus berhenti (ketika lampu lalu lintas berwarna merah) dan kapan pengguna jalan harus lewat (ketika lampu berwarna hijau) sudah diatur menggunakan lampu lalu lintas.

3.1.1 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dibagi dengan satu satuan waktu. Pergerakan kendaraan pada setiap lengan dibagi

berdasarkan arah belok, yaitu belok kiri (Q_{LT}), lurus (Q_{SR}), dan belok kanan (Q_{RT}). Pada setiap gerakan arus lalu lintas dikonversi dari kendaraan per jam (kend/jam) menjadi satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan. Nilai ekivalen mobil penumpang (emp) untuk setiap jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang untuk Tiap Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Nilai EMP
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,3

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Untuk menghitung arus lalu lintas dapat menggunakan persamaan 3.1 berikut.

$$Q = Q_{LV} \times emp_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC} \quad (3.1)$$

keterangan:

Q = arus lalu lintas (smp/ jam)

Q_{LV} = jumlah kendaraan ringan

Q_{HV} = jumlah kendaraan berat

Q_{MC} = jumlah sepeda motor

emp_{LV} = nilai ekivalensi mobil penumpang kendaraan ringan

emp_{HV} = nilai ekivalensi mobil penumpang kendaraan berat

emp_{MC} = nilai ekivalensi mobil penumpang sepeda motor

3.1.2 Arus Jenuh

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (MKJI 1997), arus jenuh adalah besarnya keberangkatan rata-rata antrian di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal lampu lalu lintas mengisyaratkan berwarna hijau. Besar arus jenuh dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/ hijau). Pada simpang bersinyal, arus jenuh dapat dihitung dengan Persamaan 3.2 sebagai berikut.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \quad (3.2)$$

keterangan:

S = arus jenuh (smp/ jam hijau)

So = arus jenuh dasar (smp/ jam hijau)

F_{CS} = faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

F_{SF} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping

F_G = faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan

F_P = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan perparkiran

F_{LT} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kiri

F_{RT} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kanan

1. Arus Jenuh Dasar (So)

Menurut Munawar (2005), arus jenuh dasar yang digunakan dalam MKJI 1997 akan menghasilkan panjang antrean yang melebihi panjang antrean sebenarnya. Arus jenuh dasar dapat dihitung dengan Persamaan 3.3 berikut.

$$So = 600 \times We \quad (3.3)$$

keterangan:

So = arus jenuh dasar (smp/ jam hijau)

We = lebar efektif jalan (m)

Menurut beberapa penelitian, konstanta yang digunakan pada rumus MKJI sudah tidak sesuai dengan keadaan kondisi perilaku kendaraan pada saat ini. Karena hal tersebut, pada penelitian ini akan menggunakan rumus pencarian arus jenuh dasar yang sudah disarankan oleh Ahmad Munawar (2012), dengan Persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$So = 780 \times We \quad (3.4)$$

2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Hambatan samping yaitu interaksi antara lalu lintas dan kegiatan yang terjadi di samping kiri dan kanan jalan yang mengakibatkan adanya pengurangan arus jenuh didalam pendekat. Faktor penyesuaian hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

Lingkungan Jalan (RE)	Kelas Hambatan Samping (SF)	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor Pum					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial (COM)	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 (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	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, (1997)

3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Faktor penyesuaian kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta) yang akan diteliti. Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.5.

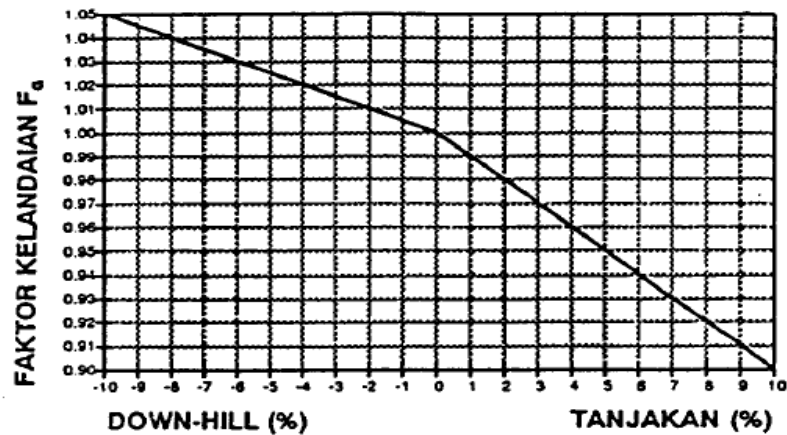
Tabel 3. 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})
< 0,1	0,82
0,1 - 0,5	0,83
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,05

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

4. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Faktor penyesuaian kelandaian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

5. Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

Faktor penyesuaian parkir merupakan fungsi dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama dan lebar pendekat (MKJI,1997). Faktor penyesuaian parkir dapat dihitung dengan Persamaan 3.5 dan Gambar 3.2 berikut.

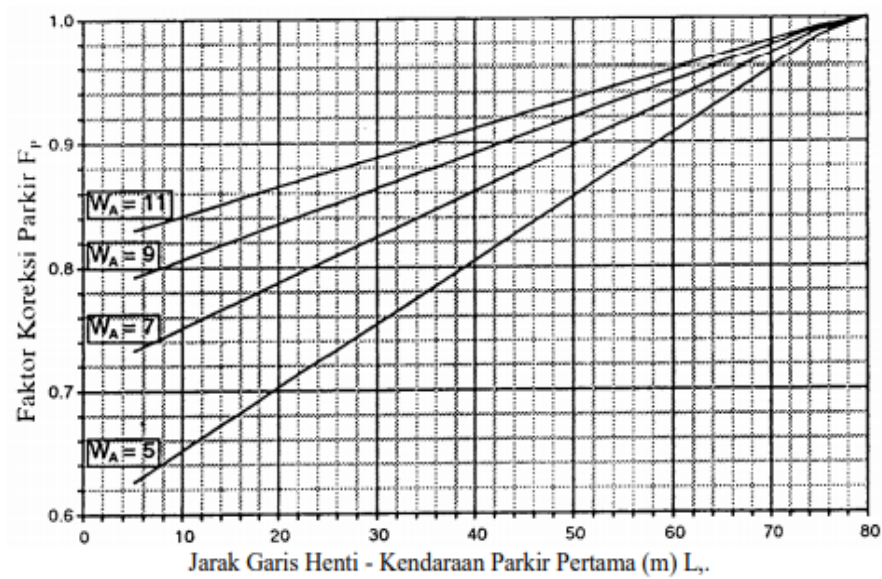
$$F_p = [L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3 - g)/W_A]/g \quad (3.5)$$

keterangan :

L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)

W_A = lebar pendekat (m)

g = waktu hijau pada pendekat (normal 26 detik)



Gambar 3. 2 Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

6. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan adalah fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (p_{RT}). Faktor penyesuaian belok kanan dapat dihiung menggunakan Persamaan 3.6.

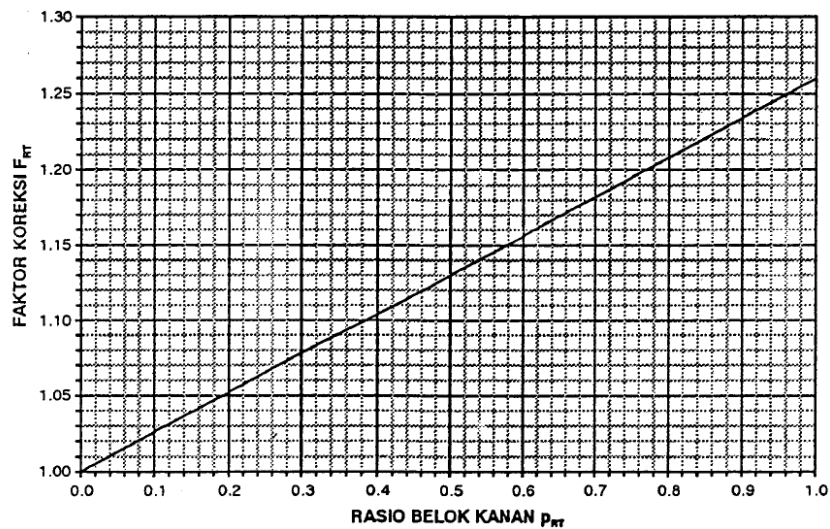
$$F_{RT} = 1,0 + p_{RT} \times 0,26 \quad (3.6)$$

dengan:

F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan

p_{RT} = rasio belok kanan

Faktor penyesuaian belok kanan dapat dikoreksi menggunakan Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (Pendekat Tipe P, Jalan Dua Arah, Lebar Efektif dengan Lebar Masuk)

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

7. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri adalah presentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kiri pada persimpangan. Faktor penyesuaian belok kiri dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.7.

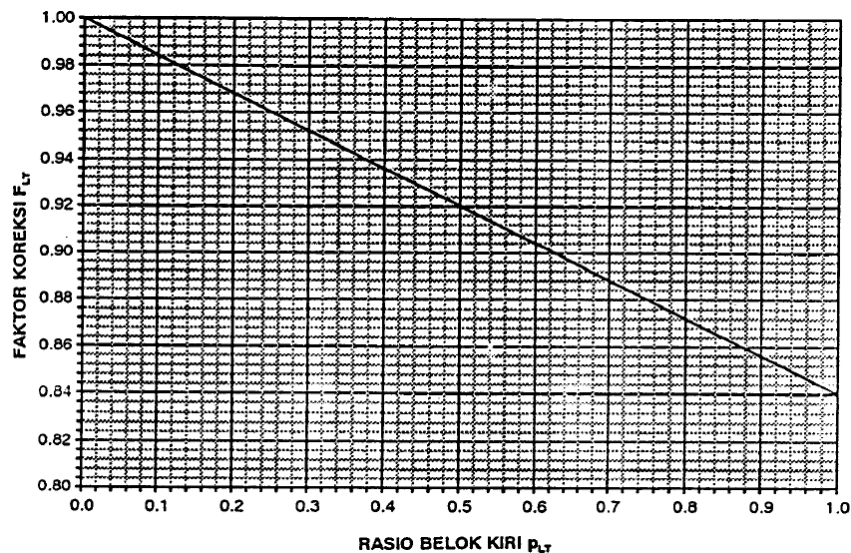
$$F_{LT} = 1,0 - p_{LT} \times 0,16 \quad (3.7)$$

keterangan :

F_{LT} = faktor penyesuaian belok kiri

p_{LT} = rasio kendaraan belok kiri (Q_{LT}/Q_{TOT})

Faktor belok kiri dapat dikoreksi menggunakan Gambar 3.4 sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (Tipe Pendekat P Tanpa Belok Kiri Langsung, Lebar Efektif dengan Lebar Masuk)

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

3.1.3 Kapasitas

Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu. Kapasitas simpang dinyatakan dalam satuan smp/jam hijau. Kapasitas simpang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.8 berikut.

$$C = S \times g/c \quad (3.8)$$

keterangan :

C = kapasitas (smp/jam hijau)

S = arus jenuh (smp/jam hijau)

g = waktu hijau (detik)

c = panjang siklus (detik)

3.1.4 Derajat Kejenuhan

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (MKJI 1997), derajat kejenuhan lalu lintas (*degree of saturation*) menunjukkan rasio dari suatu arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan ada tidaknya

masalah pada suatu simpang. Nilai derajat kejenuhan dapat diperoleh melalui Persamaan 3.9 sebagai berikut.

$$DS = Q_{tot} / C \quad (3.9)$$

keterangan:

DS = derajat kejenuhan

Q_{tot} = volume lalu lintas total (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

3.2 Perencanaan Putaran Balik (*U-Turn*)

Pemilihan lokasi untuk diadakannya putaran balik (*u-turn*) harus memperhatikan aspek-aspek perencanaan geometri jalan dan lalu lintas. Aspek-aspek tersebut antara lain.

1. Fungsi jalan.
2. Klasifikasi jalan.
3. Lebar median.
4. Lebar lajur lalu lintas.
5. Lebar bahu jalan.
6. Volume lalu lintas per lajur.
7. Jumlah kendaraan berputar balik per menit.

3.2.1 Buka Median untuk Putaran Balik

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Putar Balik Tahun 2005, buka median untuk putaran balik dapat dilakukan pada lokasi-lokasi berikut.

1. Lokasi di antara persimpangan untuk mengakomodasi gerakan putaran balik yang tidak disediakan di persimpangan.
2. Lokasi di dekat persimpangan untuk mengakomodasi gerakan putar balik yang akan mempengaruhi gerakan menerus dan gerakan berbelok di persimpangan.
3. Lokasi dimana terdapat ruang aktivitas umum penting seperti rumah sakit atau aktivitas lain yang berkaitan dengan kegiatan jalan.

4. Lokasi pada jalan tanpa kontrol, merupakan akses dimana bukaan median pada jarak optimum disediakan untuk melayani pengembangan daerah tepinya (*frontage*) dan meminimumkan tekanan untuk bukaan median di depannya. Jarak antar bukaan rata-rata 400 meter hingga 800 meter.

Pengadaan putaran balik juga harus disesuaikan dengan dimensi kendaraan yang diperkirakan akan melalui fasilitas tersebut. Dimensi kendaraan rencana dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3. 4 Dimensi Kendaraan Rencana untuk Jalan Perkotaan

Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (m)			Radius Putar (m)	
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang
Kendaraan Kecil	1,3	2,1	5,8	4,2	7,3
Kendaraan Sedang	4,1	2,6	12,1	7,4	12,8
Kendaraan Berat	4,1	2,6	21	2,9	14,0

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, (2005)

Gerakan putaran balik (*u-turn*) yang tidak memenuhi persyaratan putaran balik akan mengakibatkan antrean dan tundaan bagi kendaraan searah dengan kendaraan yang akan melakukan putar balik. Jarak waktu minimum dan arus lalu lintas maksimum yang diperbolehkan agar tidak menyebabkan dampak antrean dan tundaan dapat dilihat pada Tabel 3.5

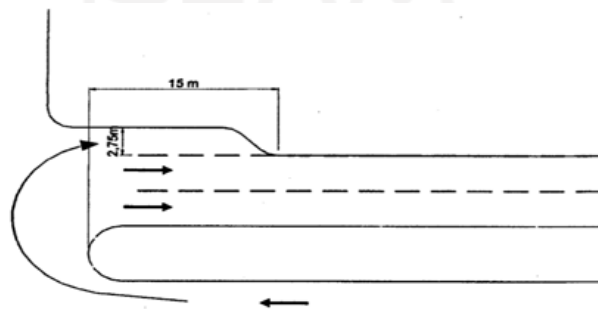
Tabel 3.5 Jarak Waktu Minimum dan Arus Lalu Lintas Maksimum untuk Melakukan Gerakan Putaran Balik

Tipe Jalan	Jarak Waktu Minimum Antar Kendaraan pada Lajur Lawan (detik)	Arus Lalu Lintas Maksimum pada Lajur Lawan (kendaraan/jam)
4/2D	14	500
6/2D	12	900

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, (2005)

3.2.2 Putaran Balik di Persimpangan Bersinyal

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2005), putaran balik persimpangan bersinyal dapat direncanakan pada jalan 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D) dengan fase khusus untuk gerakan putaran balik. Sedangkan pada persimpangan bersinyal pada jalan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D) harus dilakukan penambahan lajur seperti disyaratkan pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3. 5 Putaran Balik di Persimpangan Bersinyal pada Tipe Jalan 4/2D

(Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2005)

3.3 Tingkat Pelayanan Simpang (*Level Of Service*)

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan adalah kemampuan ruas jalan dan persimpangan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu. Cakupan tingkat pelayanan sebagai berikut.

1. Rasio antara volume dan kapasitas jalan.
2. Kecepatan yang merupakan kecepatan batas atas dan kecepatan batas bawah yang ditetapkan berdasarkan kondisi daerah.
3. Waktu perjalanan.
4. Kebebasan bergerak.
5. Keamanan.
6. Keselamatan.
7. Ketertiban.
8. Kelancaran.
9. Penilaian pengemudi terhadap kondisi arus lalu lintas.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015, klasifikasi tingkat pelayanan pada persimpangan adalah sebagai berikut.

1. Tingkat pelayanan A (kondisi tundaan < 5 detik/kendaraan).
2. Tingkat pelayanan B (kondisi tundaan > 5 detik/kendaraan).
3. Tingkat pelayanan C (kondisi tundaan antara > 15 detik/kendaraan sampai 25 detik/kendaraan).
4. Tingkat pelayanan D (kondisi tundaan > 25 detik/kendaraan sampai 40 detik/kendaraan).
5. Tingkat pelayanan E (kondisi tundaan > 40 detik/kendaraan sampai 60 detik/kendaraan).
6. Tingkat pelayanan F (kondisi tundaan > 60 detik/kendaraan).

3.4 Simulasi Lalu Lintas dengan *Software* VISSIM

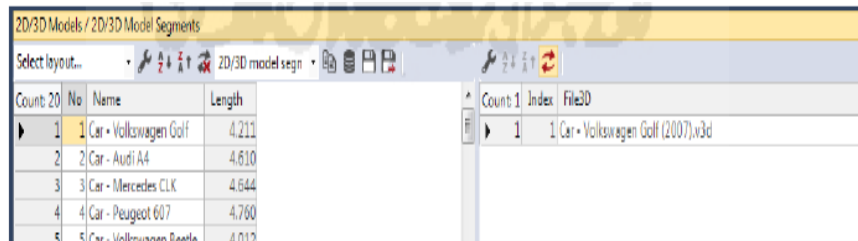
Software VISSIM dikembangkan oleh PTV (*Planing Transportasi Verkehr AG*) di Karlsruhe, Jerman. VISSIM merupakan singkatan dari “*Verkehr Stadten – SIMulationsmodell*” yang artinya “Lalu Lintas di Kota – Model Simulasi”. Program ini menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan dalam tiga dimensi. Menurut PTV-AG, VISSIM adalah perangkat lunak multi-moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang bisa menganalisa operasi kendaraan pribadi, angkutan umum hingga pejalan kaki dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain, sehingga VISSIM menjadi perangkat yang digunakan untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas.

3.4.1 Penggunaan *Software* VISSIM

Langkah-langkah penggunaan *software* VISSIM pada simulasi lalu lintas adalah sebagai berikut.

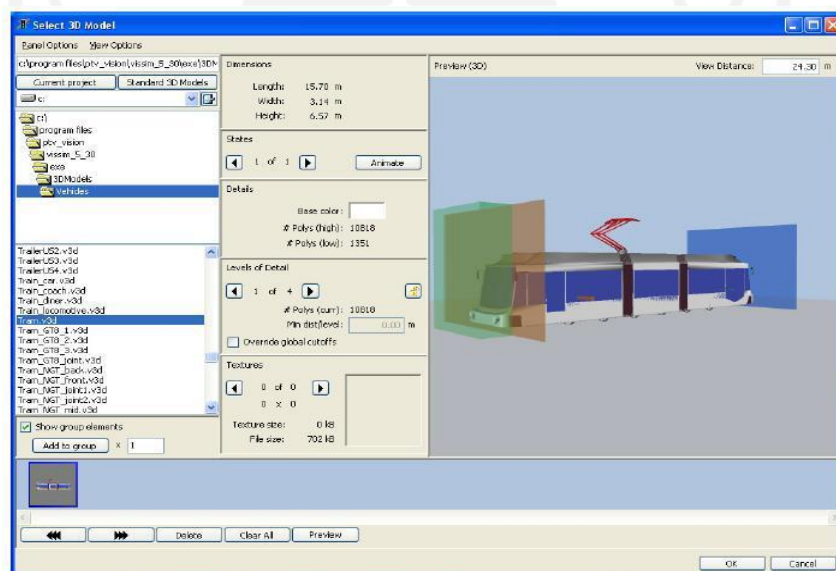
1. *Base Data*
 - a. *Vehicle Input*, memasukkan data arus lalu lintas untuk semua jenis kendaraan yang didapat dari survei di lapangan.

- b. *2D/3D Model*, memilih model yang akan digunakan yaitu model 3D, agar tampilan yang akan disimulasikan terlihat lebih jelas dan menarik. Contoh tampilan 2D/3D model dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7



Gambar 3. 6 3D Model

Sumber: PTV AG, 2011

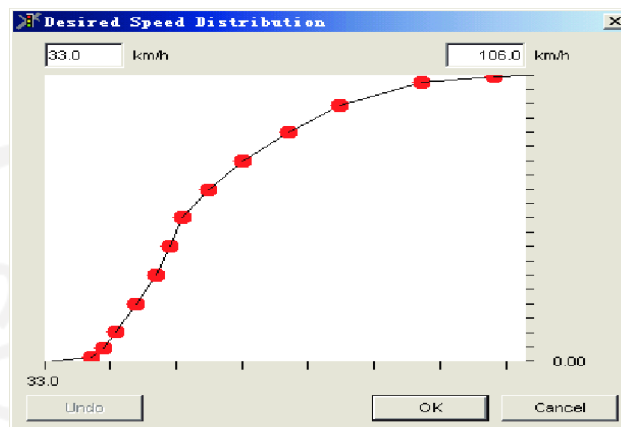


Gambar 3. 7 3D Model

Sumber: PTV AG, 2011

- c. *Vehicle Composition*, memasukkan persentase/komposisi tiap-tiap jenis kendaraan terhadap jumlah arus lalu lintas yang ada.
- d. *Desired Speed Distribution*, merupakan parameter penting yang dibutuhkan dalam simulasi lalu lintas pada VISSIM. Parameter ini berupa kecepatan masing-masing kendaraan yang berpengaruh secara signifikan pada kapasitas jalan raya dan kecepatan perjalanan yang dapat ditempuh. Tampilan menu

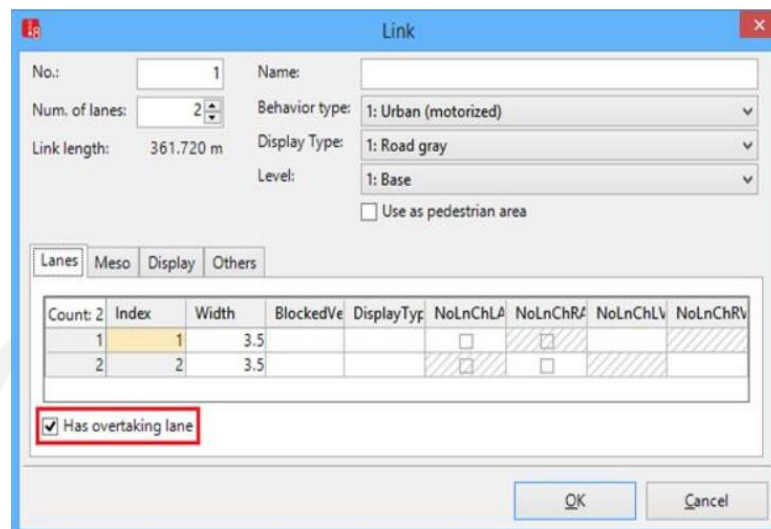
desired speed distribution dan contoh penentuan variasi kecepatan kendaraan dapat dilihat pada Gambar 3.8 sebagai berikut.



Gambar 3. 8 *Desired Speed Distribution*

Sumber: PTV AG, 2011

- e. *Driving Behaviour*, merupakan parameter yang mempengaruhi interaksi antar kendaraan, sehingga parameter ini dapat menyebabkan hasil simulasi lalu lintas mengalami perbedaan yang substansial. *Driving behaviour* masing-masing jenis kendaraan berbeda bahkan dalam lajur yang sama.
 - f. *Signal Control*, memasukkan model siklus lampu lalu lintas.
2. *Traffic Network*
- a. *Links*, yaitu memasukkan data geometri jalan seuasi dengan hasil survei di lapangan, seperti jumlah lajur, lebar jalan. Tampilan menu *links* dapat dilihat pada Gambar 3.9 dan 3.10 dibawah ini.



Gambar 3. 9 Menu Pengaturan *Links*

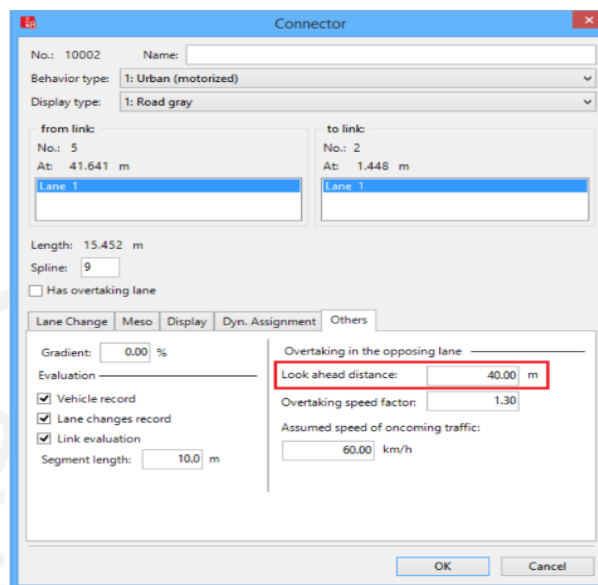
Sumber: PTV AG, 2011



Gambar 3. 10 Contoh Tampilan *Link*

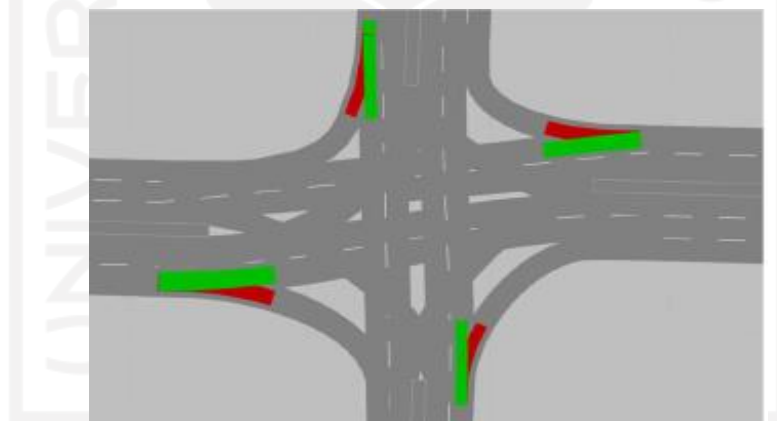
Sumber: PTV AG, 2011

- b. *Connector*, adalah langkah menghubungkan antar *links*. Menu *connector* merupakan pengaturan yang menunjukkan beberapa hal penting antara lain perilaku pengendalian (*driver behaviour*), permukaan (*display type*), lajur-lajur yang dihubungkan, perubahan lajur, dan lain-lain. Menu pengaturan *connector* dan tampilan *links* yang sudah dihubungkan dengan menu *connector* dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan Gambar 3.12.



Gambar 3. 11 Menu Pengaturan Connector

Sumber: PTV AG, 2011



Gambar 3. 12 Links yang Terhubung dengan Connector

Sumber: PTV AG, 2011

- c. *Background and Scaling*, mengatur *background* pada simulasi dengan cara mengambil gambar lokasi penelitian dari *google earth* ataupun *google maps*, yang kemudian dimasukkan ke *software VISSIM*.
3. *Evaluation*
 - a. *Queue Counter*, menu untuk menghitung panjang antrian ketika kendaraan berhenti.
 - b. *Delays*, menu untuk menghitung tundaan yang dialami kendaraan.

- c. *Data Collection Point*, menu untuk menghitung jumlah volume lalu lintas tiap lengan pada simpang.
- d. *Vehicle Travel Time*, menu untuk menghitung waktu tempuh kendaraan.

3.4.2 Kalibrasi dan Validasi Data

Kalibrasi merupakan proses untuk menyesuaikan model simulasi dengan model yang sesuai di lapangan. Tujuan proses ini yaitu untuk mencapai model simulasi secara akurat sama atau mendekati model *existing* yang ada di lapangan. Proses ini dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi (*driving behaviour*) yang telah diamati. Sedangkan validasi adalah proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan cara membandingkan volume hasil observasi dan hasil simulasi. Metode *Geoffrey E. Havers (GEH)* digunakan untuk validasi volume kendaraan. *GEH* adalah persamaan statistik hasil modifikasi dari rumus *Chi – squared*. Persamaan statistik *GEH* dihitung untuk pergerakan simpang dan koleksi data melalui atribut yang ditentukan pengguna. Persamaan statistik *GEH* digunakan untuk membandingkan dua volume lalu lintas yaitu volume kendaraan observasi dan volume kendaraan yang dimodelkan. Persamaan statistik *GEH* dapat dilihat pada Persamaan 3.10 dibawah ini.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (3.10)$$

dengan:

- $q_{simulated}$ = data volume lalu lintas (kendaraan/jam) hasil *VISSIM*, dan
- $q_{observed}$ = data volume lalu lintas (kendaraan/jam) hasil pengamatan.

Hasil perhitungan rumus statistik *GEH* mempunyai ketentuan sebagai berikut.

1. Hasil *GEH* < 5, kondisi permodelan memenuhi (diterima).
2. Hasil *GEH* diantara 5 – 10, kondisi permodelan perlu di cek ulang kemungkinan model eror.
3. Hasil *GEH* > 10, kondisi permodelan tidak memenuhi (ditolak).

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

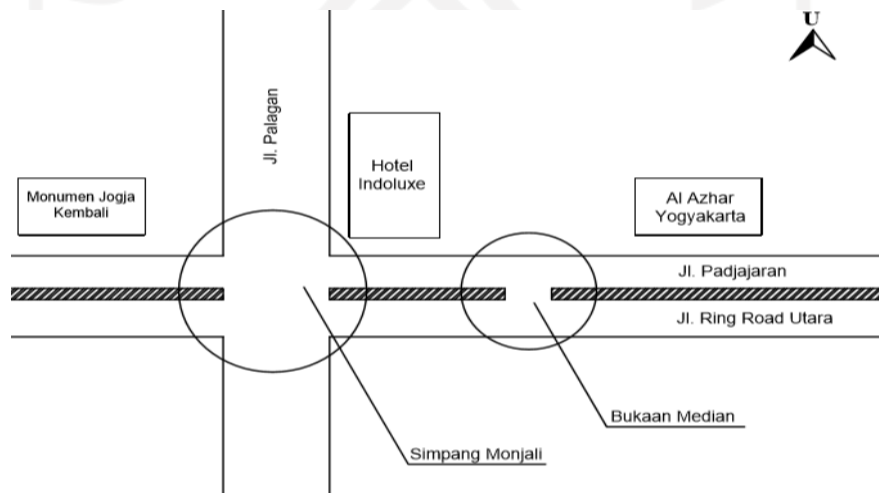
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dan komparatif. Metode kuantitatif pada penelitian ini yaitu penelitian yang sistematis terhadap bagian-bagiannya dengan menggunakan model-model matematis dan teoritis. Penelitian ini juga menggunakan metode komparatif, yaitu metode perbandingan kinerja simpang antara kondisi eksisting dengan alternatif pemindahan putaran balik lengan Timur pada simpang atau usulan alternatif yang lain.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan pada simpang Monjali dan pada salah satu bukaan median di lengan Timur simpang Monjali. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian

2. Waktu Penelitian.

Waktu penelitian ini dilakukan selama dua hari, yaitu pada satu hari kerja (*weekday*) dan satu hari libur (*weekend*). Penelitian ini dilakukan pada saat jam sibuk. Perincian waktu pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Pagi : 06.30-08.30 WIB
- b. Siang : 11.30-13.30 WIB
- c. Sore : 15.30-17.30 WIB

4.3 Pengambilan Data

Data yang diperlukan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survei langsung di lapangan, sedangkan data sekunder berupa denah lokasi (*maps*) penelitian. Perincian data yang diperlukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data Primer dan Data Sekunder yang Diperlukan

Data Primer		Data Sekunder
Data Lalu Lintas	Data Geometri	
1. Volume kendaraan yang melalui simpang Monjali dari semua lengan	1. Lebar bukaan median	1. Denah lokasi (<i>maps</i>) penelitian
2. Volume kendaraan yang melakukan <i>u-turn</i>	2. Lebar median jalan	2. Jumlah penduduk
3. <i>Driving Behaviour</i>	3. Lebar lajur	
4. Kecepatan kendaraan	4. Jumlah lajur	
5. Waktu siklus simpang	5. Lebar jalan	
	6. Tipe jalan	

4.4 Teknik Pengambilan Data

4.4.1 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan untuk membantu pelaksanaan penelitian di lapangan sebagai berikut.

1. Formulir survei

2. Alat tulis
3. Meteran
4. Alat pencacah (*counter*)
5. *Stopwatch*
6. *Walking Measure*
7. *Handy Talkie*
8. Kamera
9. Seperangkat alat komputer
10. Lakban

4.4.2 Geometri Ruas Jalan

Survei geometri jalan dilakukan dengan pengukuran manual lebar tiap lajur kedua arah pada lengan Timur simpang Monjali, lebar bukaan median, lebar median jalan. Pengukuran manual dilakukan menggunakan alat ukur berupa meteran.

4.4.3 Survei Volume Lalu Lintas

Survei lalu lintas pada penelitian ini dilakukan sebagai berikut.

1. Survei volume lalu lintas pada simpang.

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan menghitung semua kendaraan yang keluar dan masuk simpang Monjali semua lengan.

2. Survei volume lalu lintas pada *u-turn*.

Survei volume lalu lintas pada *u-turn* dilakukan dengan melakukan perhitungan jumlah kendaraan yang melakukan gerakan *u-turn* pada bukaan median jalan setiap gerak lalu lintas.

Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan survei adalah menentukan jenis kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan. Kendaraan yang dihitung terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu.

1. Kendaraan ringan (*light vehicle*).

Kendaraan ringan terdiri dari kendaraan bermotor beroda 4 termasuk mobil penumpang, oplet, *pick up*, dan *mikro truck*.

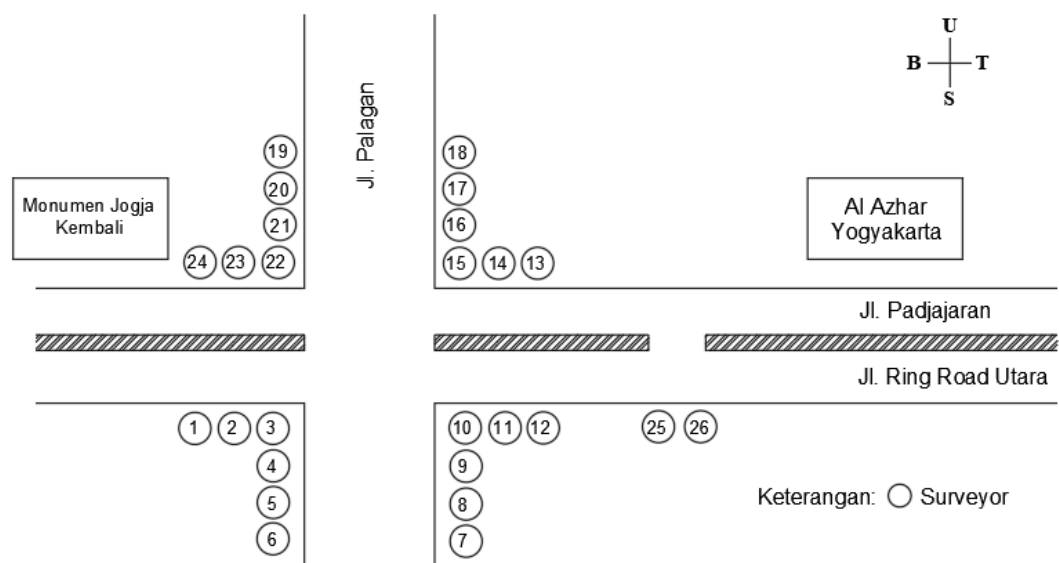
2. Sepeda motor (*motor cycle*).

Sepeda motor terdiri dari kendaraan bermotor beroda 2 atau 3.

3. Kendaraan berat (*heavy vehicle*).

Kendaraan berat terdiri dari kendaraan bermotor yang mempunyai lebih dari 4 roda termasuk bus truk 2 gandar dan kombinasi truk lainnya.

Selanjutnya pengumpulan data dilakukan dengan cara menghitung langsung jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan dengan menggunakan alat pencacah (*counter*) secara manual setiap 15 menit selama jam sibuk. Penggambaran posisi *surveyor* saat survei volume ditunjukkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4.2 Posisi Pengamatan Survei Volume Kendaraan

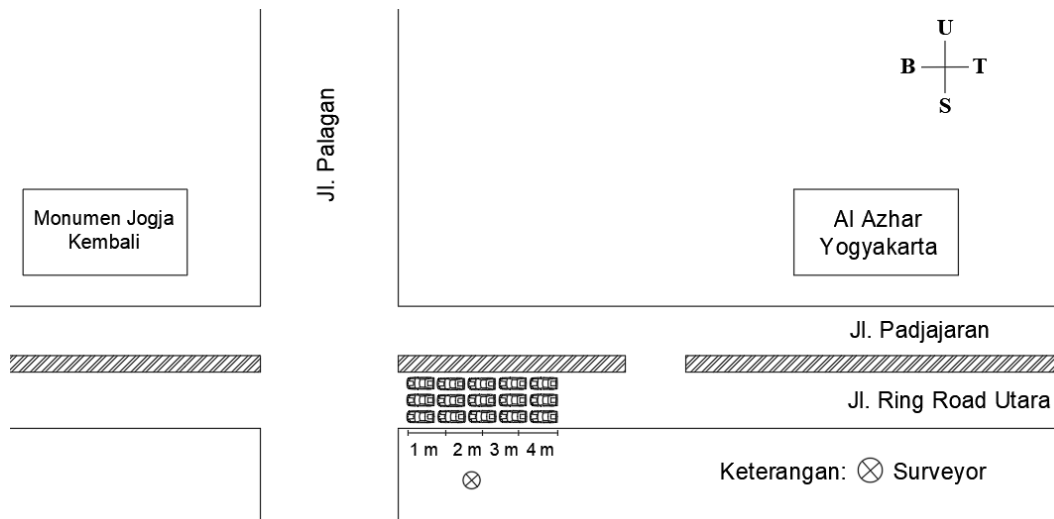
keterangan:

- 1 : menghitung jumlah kendaraan motor arah S-B
- 2 : menghitung jumlah kendaraan motor arah S-U
- 3 : menghitung jumlah kendaraan motor arah S-T
- 4 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah S-B
- 5 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah S-U
- 6 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah S-T
- 7 : menghitung jumlah kendaraan motor arah T-S
- 8 : menghitung jumlah kendaraan motor arah T-B
- 9 : menghitung jumlah kendaraan motor arah T-U

- 10 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah T-S
- 11 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah T-B
- 12 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah T-U
- 13 : menghitung jumlah kendaraan motor arah U-T
- 14 : menghitung jumlah kendaraan motor arah U-S
- 15 : menghitung jumlah kendaraan motor arah U-B
- 16 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah U-T
- 17 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah U-S
- 18 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah U-B
- 19 : menghitung jumlah kendaraan motor arah B-U
- 20 : menghitung jumlah kendaraan motor arah S-T
- 21 : menghitung jumlah kendaraan motor arah B-S
- 22 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah B-U
- 23 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah B-T
- 24 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat arah B-S
- 25 : menghitung jumlah kendaraan motor pada *u-turn*
- 26 : menghitung jumlah kendaraan sedang dan berat pada *u-turn*

4.4.4 Survei Panjang Antrean

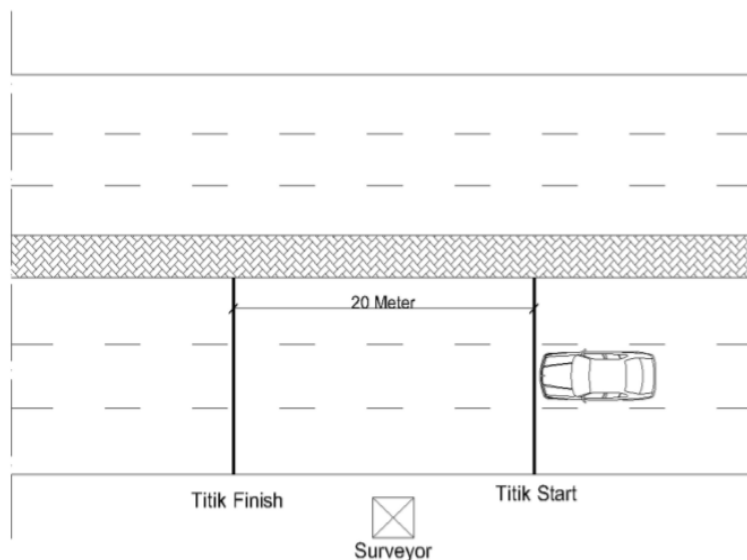
Survei panjang antrean dilakukan dengan mengukur panjang kendaraan yang mengantri pada simpang. Diukur dari kendaraan yang mengantri paling depan hingga kendaraan belakang. Pengambilan data panjang antrean dibutuhkan sebanyak 35 sampel tiap lengan. Untuk memudahkan *surveyor*, pada ruas jalan diberi tanda setiap 5 meter dengan menggunakan alat bantu penanda berupa lakban. Penggambaran posisi *surveyor* saat survei panjang antrean ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Posisi Pengamatan Survei Panjang Antrian Kendaraan

4.4.5 Survei Kecepatan

Survei kecepatan dilakukan dengan cara pengamatan visual di lapangan. Pengambilan data kecepatan dilakukan dua kali, yaitu kecepatan konstan dan kecepatan ketika kendaraan mengalami perlambatan. Langkah awal dalam melakukan survei kecepatan adalah menentukan jarak pengamatan. Pengambilan data untuk kecepatan dilakukan pada jarak 200 m dari persimpangan. Selanjutnya adalah memberi tanda dengan alat bantu penanda berupa lakban pada garis *start* dan garis *finish*. *Surveyor* mulai melakukan perhitungan waktu lama lintasan kendaraan menggunakan *stopwatch* saat kendaraan memasuki garis *start* hingga mencapai garis *finish*. Pengambilan jumlah sampel tiap jenis kendaraan yaitu kendaraan berat 35 sampel, kendaraan ringan 35 sampel, dan sepeda motor 35 sampel. Penggambaran posisi *surveyor* saat survei kecepatan kendaraan ditunjukkan pada Gambar 4.4.

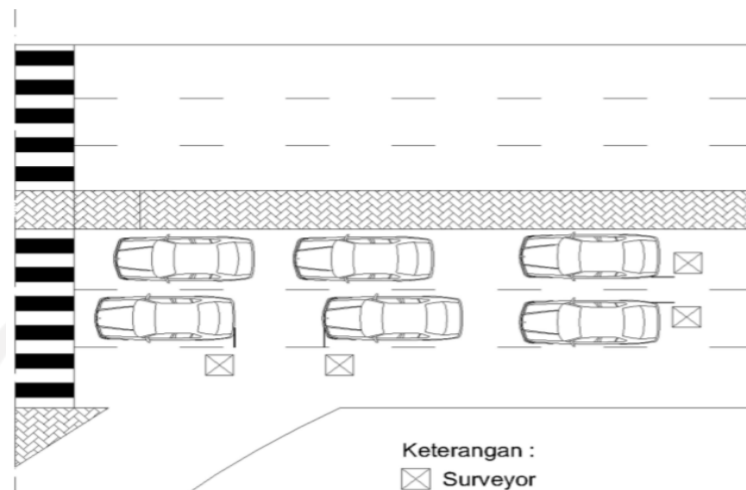


Gambar 4.4 Posisi Pengamatan Kecepatan Kendaraan

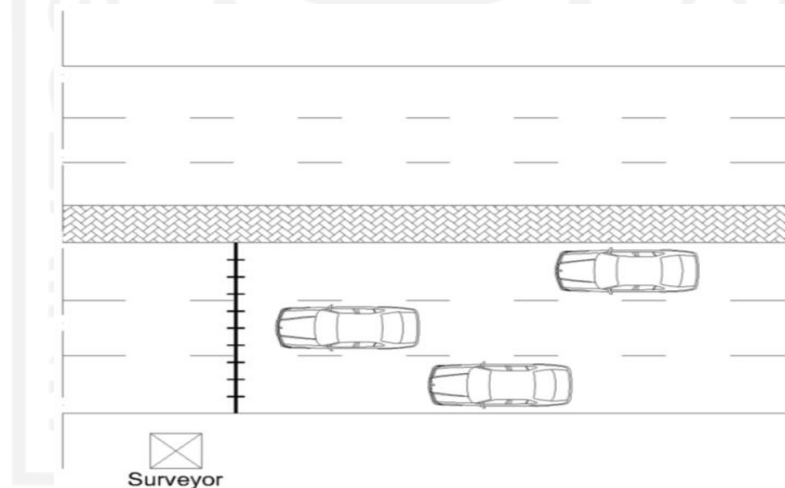
4.4.6 Survei Perilaku Berkendara (*Driving Behaviour*)

Survei *driving behavior* dilakukan dengan cara pengamatan visual dilapangan secara langsung. *Surveyor* mengamati jarak antar kendaraan ke depan/belakang dan ke samping dengan keadaan kendaraan lain yang berhenti maupun dengan kendaraan lain yang sedang melintas di jalan. Pengambilan data *driving behaviour* sebanyak 80 sampel, yang terdiri dari 20 sampel jarak antar kendaraan ke depan/belakang dengan keadaan kendaraan lain yang berhenti, 20 sampel jarak antar kendaraan ke samping dengan keadaan kendaraan lain yang berhenti, 20 sampel jarak antar kendaraan ke depan/belakang dengan keadaan kendaraan lain sedang melintas, dan 20 sampel jarak antar kendaraan ke samping dengan keadaan kendaraan lain sedang melintas. Untuk memudahkan pengamatan, pada ruas jalan diberi garis bantu yang berjarak tiap 50 cm menggunakan lakban.

Driving behaviour adalah parameter yang harus ada untuk analisis data menggunakan *software* VISSIM. Data ini secara langsung mempengaruhi kondisi perilaku antar kendaraan dengan kendaraan lain yang berhenti, maupun kendaraan lain yang melintas. *Driving behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan. Penggambaran posisi *surveyor* saat survei perilaku kendaraan ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.5 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (Pada Saat Berhenti)



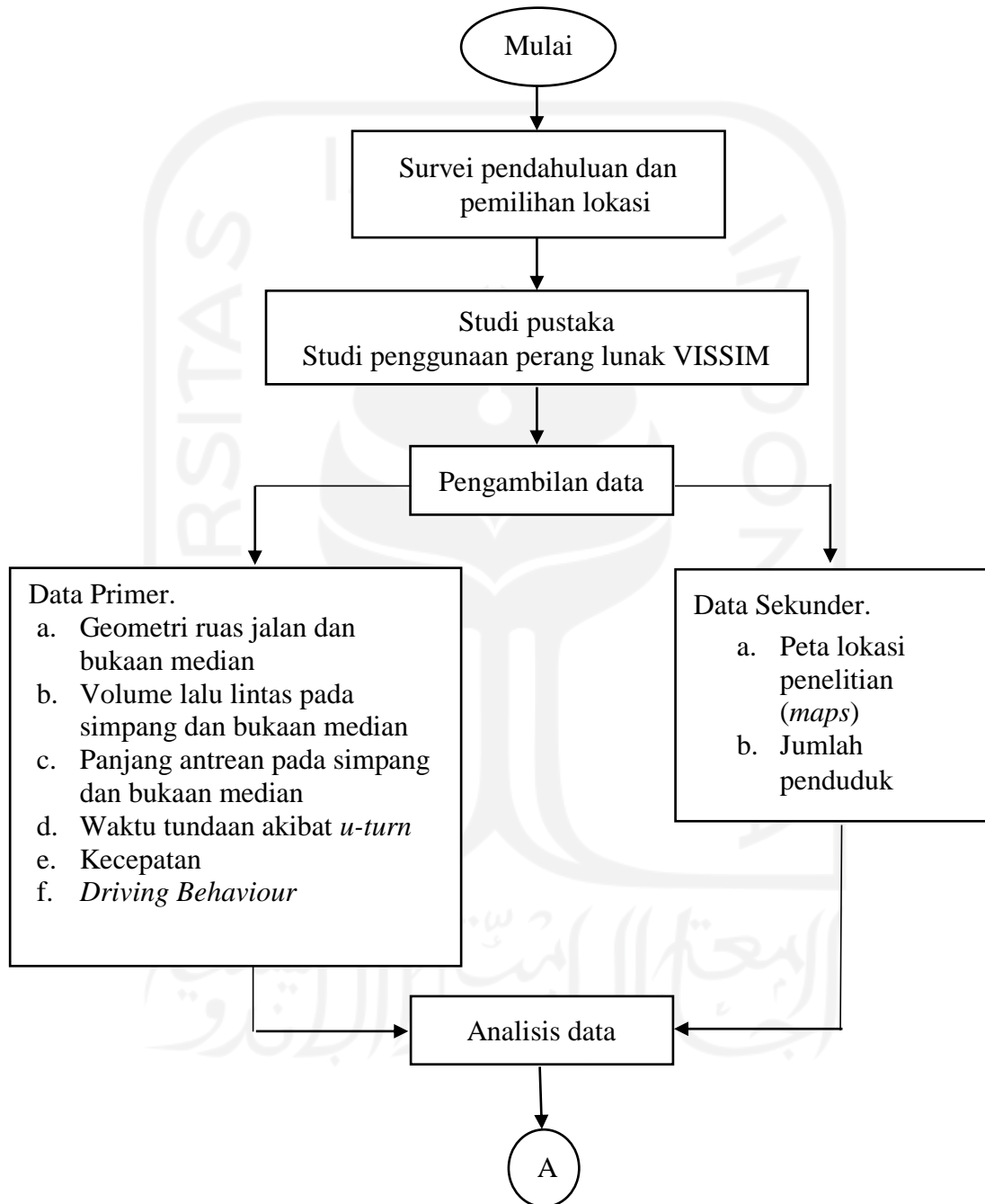
Gambar 4.6 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (Pada Saat Berjalan)

4.5 Metode Analisis Data

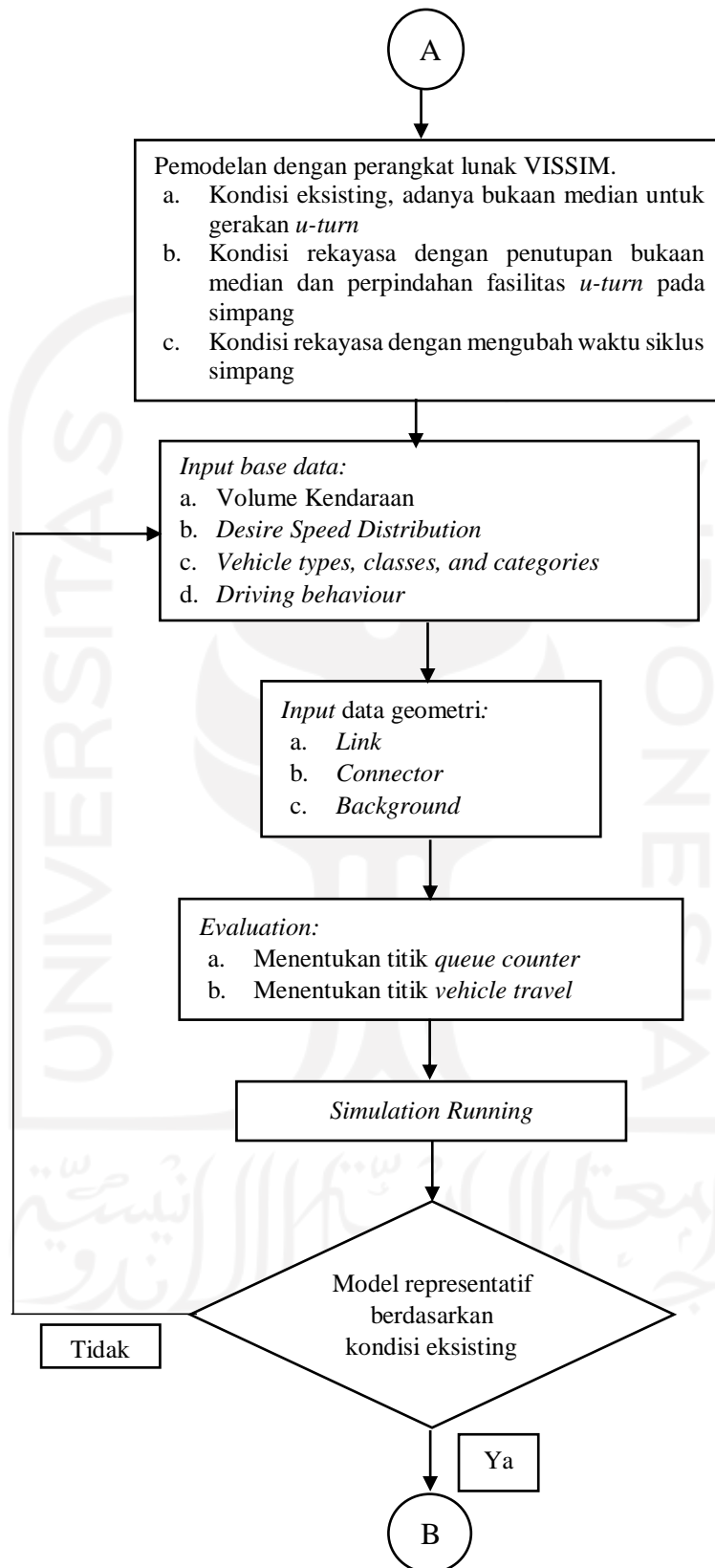
Analisis data pada penelitian ini menggunakan *software* VISSIM. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang berupa nilai panjang antrean dan nilai tundaan. Setelah mendapatkan hasil evaluasi pada kondisi eksisting, dilakukan rekayasa lalu lintas dengan menutup bukaan median dan pemindahan *u-turn* ke simpang. Kemudian dilakukan perbandingan untuk menemukan suatu kondisi yang optimum.

4.6 Tahap Penelitian

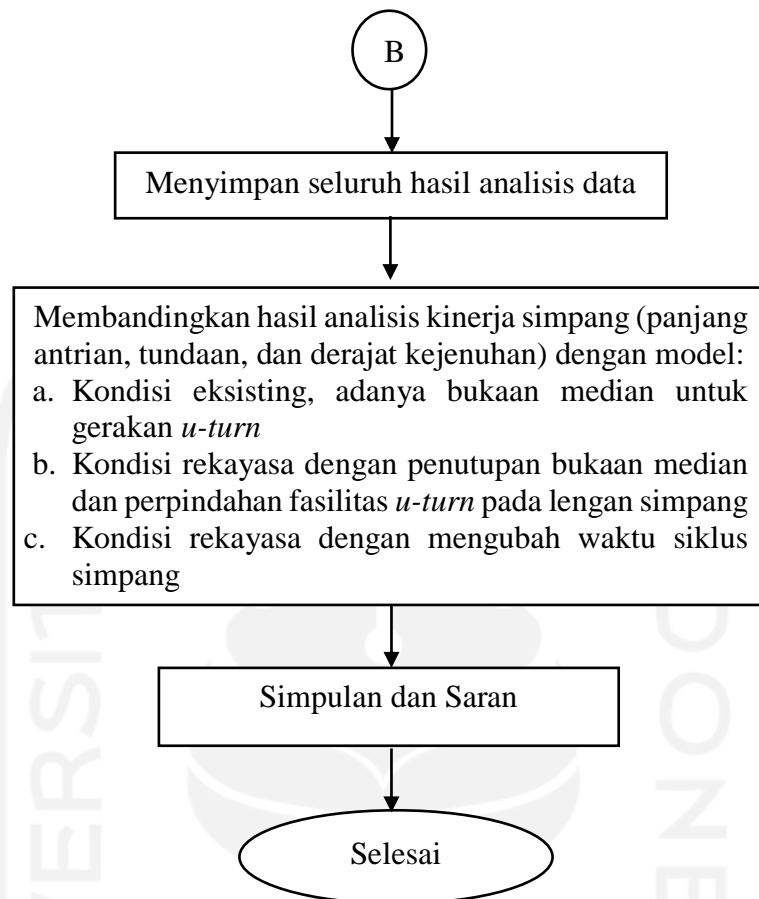
Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.6, Gambar 4.7 dan Gambar 4.9 sebagai berikut.



Gambar 4.7 Bagan Alir Penelitian (1 dari 3)



Gambar 4.8 Bagan Alir Penelitian (2 dari 3)



Gambar 4.9 Bagan Alir Penelitian (3 dari 3)

BAB V

DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Hasil Penelitian

Data yang digunakan untuk menganalisis penelitian ini yaitu data geometri jalan dan data lalu lintas. Data geometri berupa kondisi eksisting dari simpang Monjali. Data lalu lintas berupa volume lalu lintas pada simpang, volume kendaraan *u-turn*, waktu tunggu kendaraan, panjang antrean, kecepatan kendaraan, *driving behaviour*.

5.1.1 Data Geometri

Data geometri didapat dengan pengukuran secara manual menggunakan alat bantu ukur *measuring wheel*. Data geometri berisi data geometri simpang Monjali dan ruas Jl. Padjajaran (*Ringroad* Utara) meliputi dimensi lebar jalan masing-masing lengan, lebar bukaan median, lebar median jalan. Berikut ini adalah data geometri simpang Monjali yang dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Data Geometri Simpang Monjali

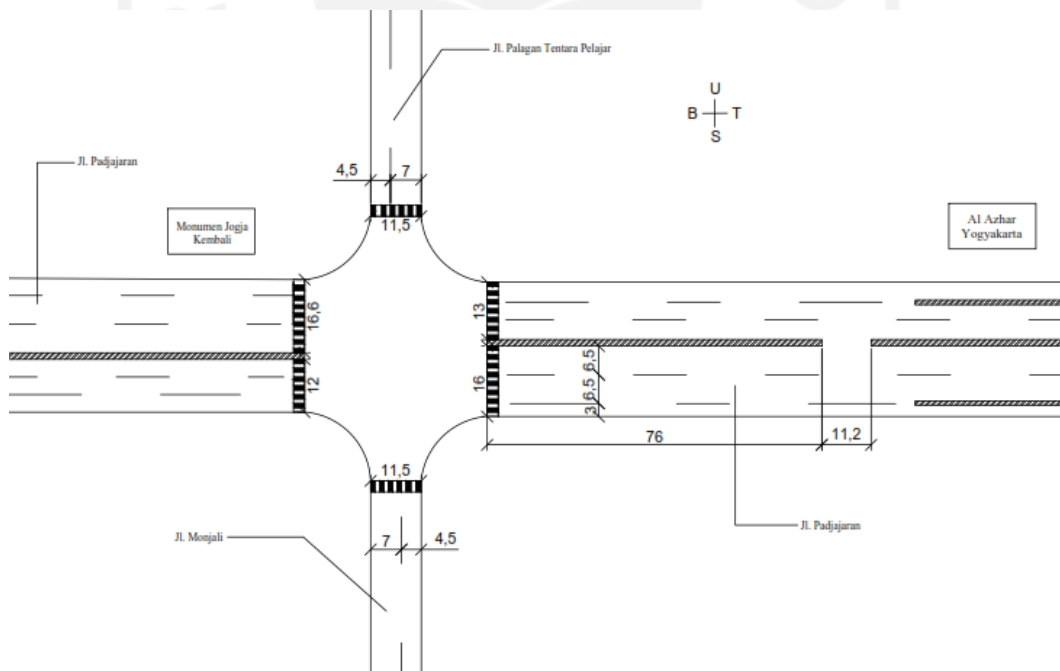
Keterangan	Utara	Timur	Barat	Selatan
Tipe lingkungan jalan	Komersial	Komersial	Komersial	Komersial
Hambatan samping	<i>Medium</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Medium</i>
Median	Tidak	Ada	Ada	Tidak
Belok kiri jalan terus	Ada	Ada	Ada	Ada
Pulau lalu lintas	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Berikut ini adalah data hasil pengamatan ruas jalan dan *u-turn* yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Data Geometri Jl. Padjajaran (Ringroad Utara) & U-Turn

Keterangan	Data
Tipe Jalan	6/2D
Fungsi Jalan	Arteri
Kelas jalan	I
Lebar lajur dalam	6,5 meter
Lebar lajur luar	6,5 meter
Lebar lajur motor	3 meter
Lebar bukaan median (<i>u-turn</i>)	11,2 meter
Lebar median	1,5 meter
Jarak <i>u-turn</i> dari simpang	76 meter

Data geometri simpang dapat dilihat pada Gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5.1 Data Geometri Simpang Monjali

5.1.2 Data Lalu Lintas Simpang

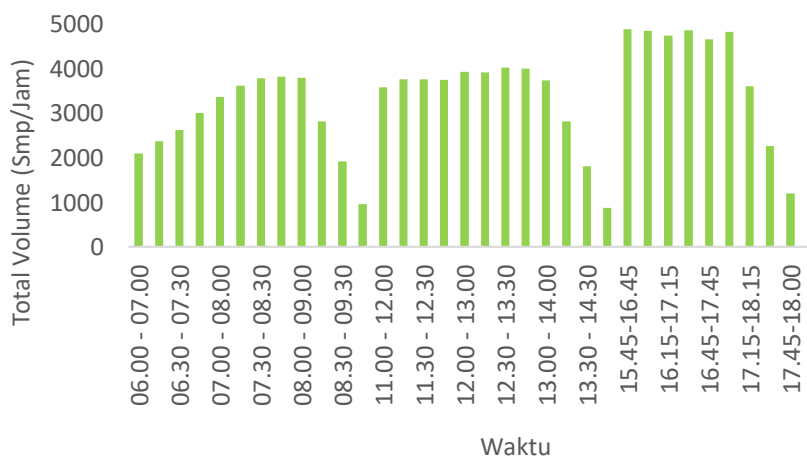
Data lalu lintas diperoleh dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan oleh surveyor. Pengamatan dilakukan selama 2 hari yaitu 1 hari *weekday*

(Kamis) dan 1 hari *weekend* (Sabtu). Periode pengamatan data dibagi menjadi 3 periode yaitu periode pagi (06.00 – 09.00 WIB), periode siang (11.00-14.00), dan periode sore (15.30 – 18.00) dengan interval 15 menit. Data arus lalu lintas hari Kamis dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Volume Lalu Lintas Simpang Monjali Hari Kamis

Dari data lalu lintas yang diperoleh dari hasil pengamatan pada hari Kamis (*Weekday*) diperoleh jam puncak yaitu pada pukul 16.15-17.15 dengan total kendaraan 5.149,4 smp/ jam. Data arus lalu lintas hari Sabtu dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Volume Lalu Lintas Simpang Monjali Hari Sabtu

Dari data lalu lintas yang diperoleh dari hasil pengamatan pada hari Sabtu (*Weekend*) diperoleh jam puncak yaitu pada pukul 16.00-17.00 dengan total kendaraan 4.871,6 smp/jam.

Jam puncak diambil pada hari Kamis pukul 16.15-17.15 dengan total kendaraan 5.149,4 smp/jam karena lebih besar dibandingkan pada hari Sabtu pukul 16.00-17.00 yaitu 4.871,6 smp/jam. Hasil survei data arus lalu lintas pada jam puncak hari Kamis pukul 16.15-17.15 pada simpang Monjali dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Hasil Survei Arus Lalu Lintas Pada Jam Puncak

Lengan	Lokasi	Jam Puncak	Kendaraan yang Masuk Simpang		
			MC (kend/jam)	LV (kend/jam)	HV (kend/jam)
Utara	Jl. Palagan Tentara Pelajar	16.15 – 17.15	1448	409	4
Timur	Jl. Padjajaran		2757	1067	53
Selatan	Jl. Monjali		1657	431	8
Barat	Jl. Padjajaran		2160	1348	85

5.1.3 Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan diperoleh dengan pengamatan secara langsung oleh surveyor dengan alat bantu *stopwatch* yang digunakan untuk menghitung waktu kendaraan yang melintasi jarak 20 m. Data kecepatan kendaraan yang digunakan dalam pemodelan program VISSIM adalah kecepatan maksimum dan minimum dari masing-masing jenis kendaraan (MC, LV, dan HV). Rekapitulasi data kecepatan konstan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Data Kecepatan Konstan Pada Simpang Monjali

Lengan	MC		LV		HV	
	Minimal (km/jam)	Maksimal (km/jam)	Minimal (km/jam)	Maksimal (km/jam)	Minimal (km/jam)	Maksimal (km/jam)
Utara	24,3	82,8	25,4	82,8	37,1	54,1
Timur	23,3	60,5	26,1	54,1	19,3	49,3
Selatan	28,1	58,5	24,0	45,0	23,2	36,0
Barat	29,0	68,6	43,1	83,7	18,4	52,2

5.1.4 Data Driving Behaviour

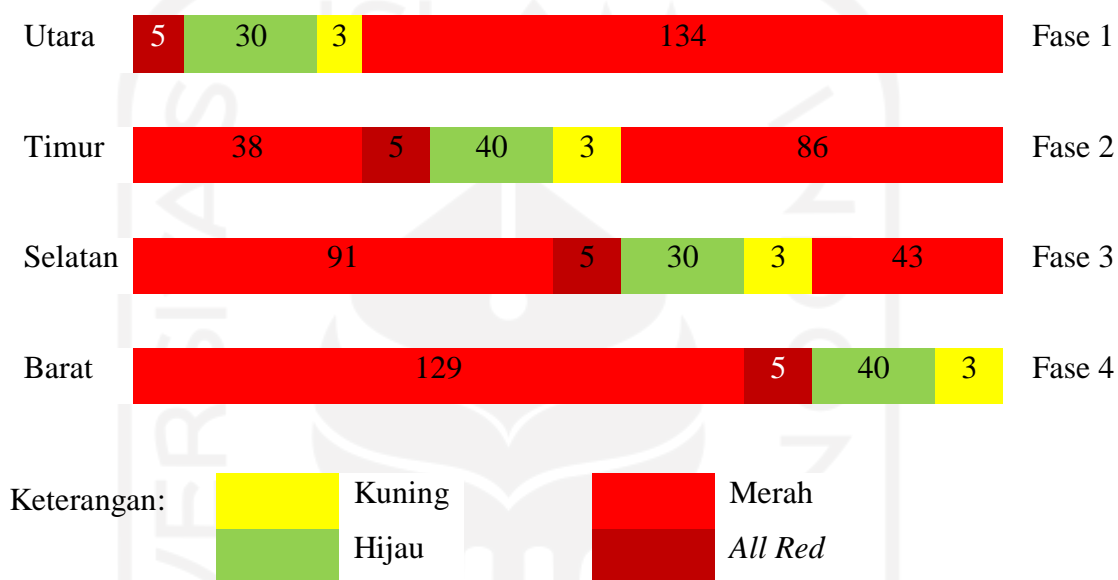
Driving behaviour adalah perilaku pengemudi yang bertujuan untuk mengatur cara kendaraan berkendara. Data *driving behaviour* berupa jarak samping kanan-kiri, jarak depan belakang kendaraan saat bergerak dan berhenti. Nilai rata-rata *driving behaviour* merupakan data yang akan digunakan dalam analisis *software VISSIM*. Data *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Data Driving Behaviour

Kendaraan Berjalan		Kendaraan Berhenti	
Jarak Samping (cm)	Jarak Depan Belakang (cm)	Jarak Samping (cm)	Jarak Depan Belakang (cm)
0,5	0,5	0,3	0,5
1	0,5	0,5	1
0,5	0,5	0,3	0,5
1	0,5	0,5	0,5
0,5	1	0,3	1
0,5	0,5	0,5	0,5
0,5	1	0,3	0,5
1	0,5	1	1
1	0,5	0,3	1
0,5	1	0,5	0,5
1	1	0,5	1
1	0,5	0,5	0,5
1	0,5	1	0,5
1	1	0,5	0,5
1,5	1	0,3	0,5
1	0,5	0,4	0,5
0,5	0,5	0,5	1
1	1	0,3	0,5
1	0,5	0,5	1
0,5	0,5	0,3	0,5

5.1.5 Data Sinyal Lalu Lintas

Data sinyal lalu lintas didapat dengan cara pengamatan langsung di lapangan pada jam sibuk dengan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu hijau, kuning, merah dan *all red*. Diagram waktu siklus simpang Monjali dan data sinyal lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Tabel 5.6 sebagai berikut.



Gambar 5.4 Diagram Waktu Siklus Simpang Monjali

Tabel 5.6 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang Monjali

Lengan Simpang	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Merah	Kuning	Hijau	All Red	
Utara	134	3	30	5	172
Timur	124	3	40	5	172
Selatan	134	3	30	5	172
Barat	124	3	40	5	172

5.1.6 Data Panjang Antrean Simpang Bersinyal

Data panjang antrean didapatkan ketika terjadi antrean kendaraan pada masing-masing lengan simpang saat mengalami fase sinyal merah. Panjang antrean simpang diambil saat jam puncak yaitu jam 16.15-17.15 hari Kamis. Data ini

digunakan untuk perbandingan antara kondisi eksisting dengan metode MKJI 1997 dan *software VISSIM*. Data panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.7

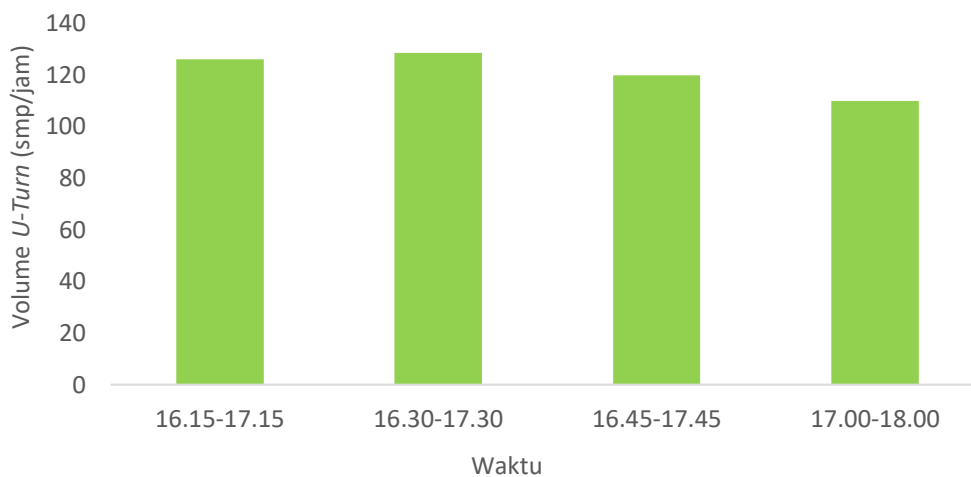
Tabel 5.7 Data Panjang Antrean Simpang Monjali

No	Panjang Antrean (m)			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
1	89	220	45	48
2	110	187	50	53
3	95	205	35	45
4	120	160	54	54
5	95	180	60	67
6	99	170	65	48
7	110	169	65	53
8	90	165	60	49
9	90	175	70	60
10	95	180	45	45
11	110	155	50	52
12	91	160	55	56
13	95	167	55	43
14	115	175	65	65
15	95	175	45	45
16	87	190	40	45
17	115	200	43	68
18	110	215	50	43
19	90	205	50	39
20	100	210	55	43

5.1.7 Data Volume Kendaraan pada Putaran Balik (*U-Turn*)

Volume kendaraan putar balik adalah banyaknya kendaraan yang melakukan gerakan putar balik pada bukaan median jalan (*u-turn*). Data volume kendaraan didapat dengan cara pengamatan langsung oleh surveyor dengan alat bantu *counter*.

Satuan data volume yang digunakan untuk analisis menggunakan *software VISSIM* adalah satuan kendaraan/jam. Berikut ini adalah volume kendaraan putar balik dari arah Timur ke arah Timur simpang Monjali dapat dilihat pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 Grafik Volume Kendaraan Putar Balik (*U-Turn*) pada Jam Puncak

Data yang digunakan adalah pada jam puncak hari Kamis pukul 16.15-17.15. Data jumlah kendaraan yang melakukan gerakan putar balik dari arah Timur ke Timur di simpang Monjali lengan Timur berjumlah 126 smp/jam dengan detail jumlah dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hasil Survei Volume Kendaraan Putar Balik (*U-Turn*)

Lokasi <i>U-Turn</i>	Jam Puncak	Kendaraan yang Melakukan Putar Balik		
		MC (kendaraan/jam)	LV (kendaraan/jam)	HV (kendaraan/jam)
Arah Timur ke Timur Jl Padjajaran	16.15 - 17.15	129	95	4

5.2 Analisis Data Menggunakan MKJI 1997

5.2.1 Analisis Simpang Bersinyal Kondisi Eksisting

1. Arus Jenuh (S)

Berikut adalah contoh perhitungan kapasitas simpang bersinyal Lengan Timur Simpang Monjali.

$$\text{Lebar Efektif Pendekat, } W_e = 13 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Arus Jenuh Dasar, } S_o &= 780 \times W_e \\ &= 780 \times 13 \\ &= 10140 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

F_{CS} = faktor ukuran kota termasuk wilayah Kabupaten Sleman yang memiliki jumlah penduduk 1.282.804 (2022) (BPS DIY). Dengan Tabel 3.5 maka dapat diketahui F_{CS} Kabupaten Sleman adalah 1.

F_{SF} = faktor hambatan samping, kelas tipe lingkungan jalan yaitu tipe komersial, dikategorikan kelas hambatan samping rendah dan rasio kendaraan tak bermotor tidak diperhitungkan sehingga memiliki nilai 0. Berdasarkan Tabel 3.4 simpang Monjali memiliki nilai faktor penyesuaian hambatan samping 0,95.

F_G = faktor kelandaian, kelandaian pada simpang Monjali adalah 0. Dari Gambar 3.1 diperoleh hasil faktor kelandaian adalah 1.

F_P = jarak parkir pada simpang Monjali adalah 0 karena tidak adanya kendaraan parkir di sekitar simpang. Dari Gambar 3.2, sehingga faktor parkir simpang Monjali adalah 1.

F_{LT} = faktor penyesuaian belok kiri, berdasarkan persyaratan MKJI 1997 untuk F_{LT} pada Gambar 3.4, nilai F_{LT} lengan barat dicari dengan Persamaan 3.7 dan didapat nilai sebesar 0,990.

F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan, berdasarkan persyaratan MKJI 1997 untuk F_{RT} pada Gambar 3.3, nilai F_{RT} lengan barat dicari dengan Persamaan 3.6 dan didapat nilai sebesar 1,039.

$$\begin{aligned} S &= S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \\ &= 10140 \times 1 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 0,990 \times 1,039 \\ &= 9915 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Rasio Arus Jenuh Simpang (*FR*)

Rasio arus jenuh simpang adalah perbandingan antara arus lalu lintas dengan arus jenuh kendaraan, sehingga rasio arus jenuh simpang Monjali lengan Timur sebagai berikut.

$$\begin{aligned} FR &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{1687,3}{9915} \\ &= 0,170 \end{aligned}$$

3. Rasio Arus Simpang (*IFR*)

Rasio arus simpang adalah jumlah semua arus kritis semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. Berikut adalah contoh perhitungan rasio arus simpang Monjali.

$$\begin{aligned} IFR &= \sum FR \\ IFR &= 0,170 + 0,197 + 0,151 + 0,175 \\ &= 0,693 \end{aligned}$$

4. Rasio Fase (*PR*)

Rasio fase merupakan perbandingan antara rasio arus jenuh kritis dengan rasio arus simpang. Sehingga rasio fase (*PR*) lengan Timur simpang Monjali sebagai berikut.

$$\begin{aligned} PR &= \frac{FR}{IFR} \\ &= \frac{0,170}{0,693} \\ &= 0,245 \end{aligned}$$

5. Kapasitas (*C*)

Kapasitas adalah perbandingan kapasitas dasar dengan rasio waktu hijau. Berikut adalah contoh perhitungan kapasitas lengan Timur simpang Monjali.

$$\begin{aligned}
 C &= S \times \frac{g}{c} \\
 &= 9915 \times \frac{40}{172} \\
 &= 2306 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

6. Derajat Kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan (Ds) adalah perbandingan volume lalu lintas dengan kapasitas jalan. Berikut adalah contoh perhitungan derajat kejenuhan lengan Timur simpang Monjali.

$$\begin{aligned}
 D_s &= \frac{Q}{C} \\
 &= \frac{1687,3}{2306} \\
 &= 0,732
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan analisis simpang Monjali kondisi eksisting dengan metode MKJI dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Monjali Kondisi Eksisting

Keterangan		Timur	Barat	Utara	Selatan
Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)	So	10140	10140	4680	4680
Faktor Ukuran Kota	F _{CS}	1	1	1	1
Faktor Hambatan Samping	F _{SF}	0,95	0,95	0,95	0,95
Faktor Kelandaian	F _G	1	1	1	1
Faktor Parkir	F _P	1	1	1	1
Faktor Belok Kiri	F _{LT}	0,990	0,969	0,959	0,932
Faktor Belok Kanan	F _{RT}	1,039	1,030	1,090	1,064

**Lanjutan Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Monjali
Kondisi Eksisting**

Keterangan		Timur	Barat	Utara	Selatan
Arus Jenuh (smp/jam hijau)	S	9915	9620	4647	4411
Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Q	1687,3	1890,5	703,8	772,8
Rasio Arus	FR	0,170	0,197	0,151	0,175
Rasio Arus Simpang	IFR	0,693			
Waktu Hijau (detik)	G	40	40	30	30
Kapasitas (smp/jam)	C	2306	2238	811	770
Derajat Kejenuhan	Ds	0,732	0,845	0,868	1,004

5.2.2 Analisis Simpang Bersinyal Setelah Dilakukan Rekayasa Perpindahan *U-Turn* Ke Simpang

Rekayasa pemodelan lalu lintas dilakukan dengan pemindahan putaran balik di simpang bersinyal pada lengan Timur. Menurut pedoman Bina Marga 2005 tentang Perencanaan Putaran Balik, syarat geometri simpang untuk putaran balik perlu dilakukan penambahan ruas lajur selebar 2,75 m pada ruas berlawanan *u-turn* pada simpang pendekat. Akan tetapi pada kondisi eksisting ruas berlawanan pada lengan Timur sudah tersedia lajur 3 (terluar) dengan lebar 4 m sehingga tidak diperlukan penambahan ruas lajur. Perhitungan analisis kondisi setelah dilakukan rekayasa perpindahan *u-turn* ke simpang sama dengan perhitungan analisis kondisi eksisting. Rekapitulasi hasil perhitungan analisis simpang Monjali setelah dilakukan rekayasa pemodelan pemindahan putaran balik di simpang bersinyal dengan metode MKJI dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Monjali Setelah Dilakukan Pemindahan U-Turn Di Simpang bersinyal

		Timur	Barat	Utara	Selatan
Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)	So	10140	10140	4680	4680
Faktor Ukuran Kota	Fcs	1	1	1	1
Faktor Hambatan Samping	F _{sf}	0,95	0,95	0,95	0,95
Faktor Kelandaian	F _G	1	1	1	1
Faktor Parkir	F _P	1	1	1	1
Faktor Belok Kiri	F _{LT}	0,991	0,969	0,959	0,932
Faktor Belok Kanan	F _{RT}	1,036	1,030	1,090	1,064
Arus Jenuh (smp/jam hijau)	S	9895	9620	4647	4411
Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Q	1813,3	1890,5	703,8	772,8
Rasio Arus	FR	0,183	0,197	0,151	0,175
Rasio Arus Simpang	IFR	0,706			
Waktu Hijau (detik)	G	40	40	30	30
Kapasitas (smp/jam)	C	2302	2238	811	770
Derajat Kejenuhan	Ds	0,788	0,845	0,868	1,004

5.2.3 Analisis Simpang Bersinyal Alternatif Perubahan Waktu Siklus

Alternatif pada penelitian ini adalah perubahan waktu siklus sinyal lalu lintas. Untuk menentukan waktu siklus sinyal yang baru perlu dihitung waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua}).

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)}$$

dengan :

c_{ua} = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Total waktu hilang persiklus (detik)

IFR = Perbandingan arus simpang

$$c_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)}$$

$$c_{ua} = \frac{(1,5 \times 32 + 5)}{(1 - 0,693)} = 173 \text{ detik}$$

Berdasarkan MKJI 1997, untuk pengaturan empat fase memiliki nilai waktu siklus yang layak antara 80-130 detik. Waktu siklus yang melebihi 130 detik diperbolehkan pada kasus sangat khusus (simpang besar). Dikarenakan penelitian ini dilakukan pada simpang Monjali maka didapatkan waktu siklus sinyal penyesuaian 173 detik. Akan tetapi waktu siklus sinyal yang digunakan pada alternatif 1 ini adalah 182 detik. Selanjutnya adalah perhitungan waktu hijau. Perhitungan waktu hijau dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{g lengan Utara} &= (c_{ua} - LTI) \times PR \\ &= (182 - 32) \times 0,218 \\ &= 33 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g lengan Timur} &= (c_{ua} - LTI) \times PR \\ &= (182 - 32) \times 0,245 \\ &= 37 \text{ detik} \end{aligned}$$

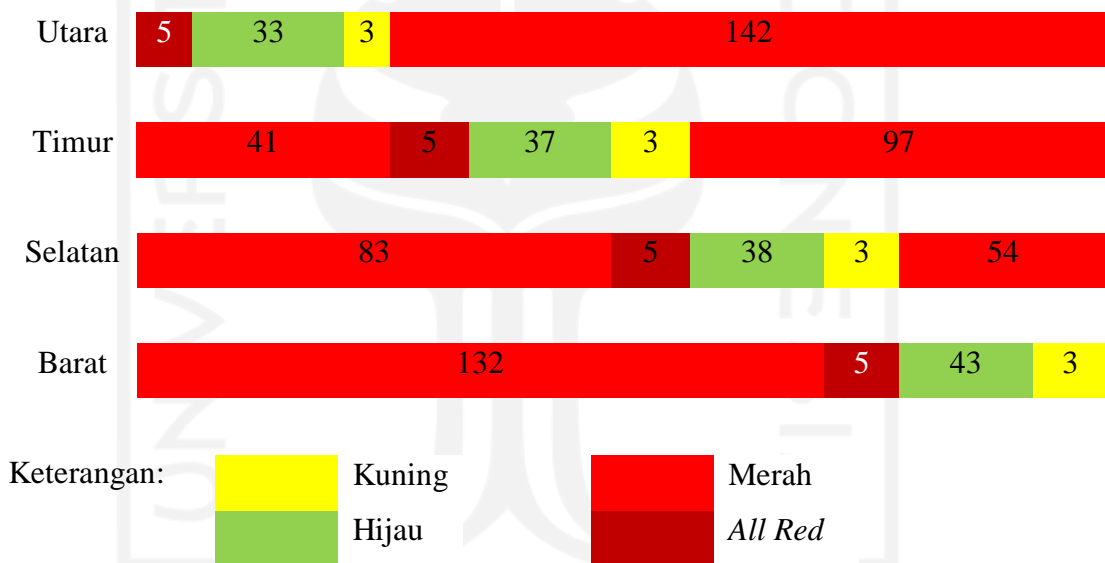
$$\begin{aligned} \text{g lengan Selatan} &= (c_{ua} - LTI) \times PR \\ &= (182 - 32) \times 0,253 \\ &= 38 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g lengan Barat} &= (c_{ua} - LTI) \times PR \\ &= (182 - 32) \times 0,283 \\ &= 43 \text{ detik} \end{aligned}$$

Data sinyal lalu lintas dan diagram waktu siklus simpang pada kondisi alternatif perubahan waktu siklus dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.12 Data Sinyal Lalu Lintas Pada Kondisi Alternatif Perubahan Waktu Siklus

Lengan Sim pang	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Merah	Kuning	Hijau	All Red	
Utara	142	3	33	5	183
Timur	138	3	37	5	183
Selatan	137	3	38	5	183
Barat	132	3	43	5	183



Gambar 5.6 Diagram Waktu Siklus Sim pang Pada Kondisi Alternatif

Perhitungan analisis menggunakan MKJI 1997 pada kondisi alternatif perubahan waktu siklus sama dengan perhitungan analisis kondisi eksisting. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Monjali Pada Kondisi Alternatif Perubahan Waktu Siklus

		Timur	Barat	Utara	Selatan
Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)	So	10140	10140	4680	4680
Faktor Ukuran Kota	Fcs	1	1	1	1
Faktor Hambatan Samping	F _{SF}	0,95	0,95	0,95	0,95
Faktor Kelandaian	F _G	1	1	1	1
Faktor Parkir	F _P	1	1	1	1
Faktor Belok Kiri	F _{LT}	0,990	0,969	0,959	0,932
Faktor Belok Kanan	F _{RT}	1,039	1,030	1,090	1,064
Arus Jenuh (smp/jam hijau)	S	9915	9620	4647	4411
Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Q	1687,3	1890,5	703,8	772,8
Rasio Arus	FR	0,170	0,197	0,151	0,175
Rasio Arus Simpang	IFR	0,693			
Waktu Hijau (detik)	G	37	43	33	38
Kapasitas (smp/jam)	C	2005	2261	838	916
Derajat Kejenuhan	Ds	0,842	0,836	0,840	0,844

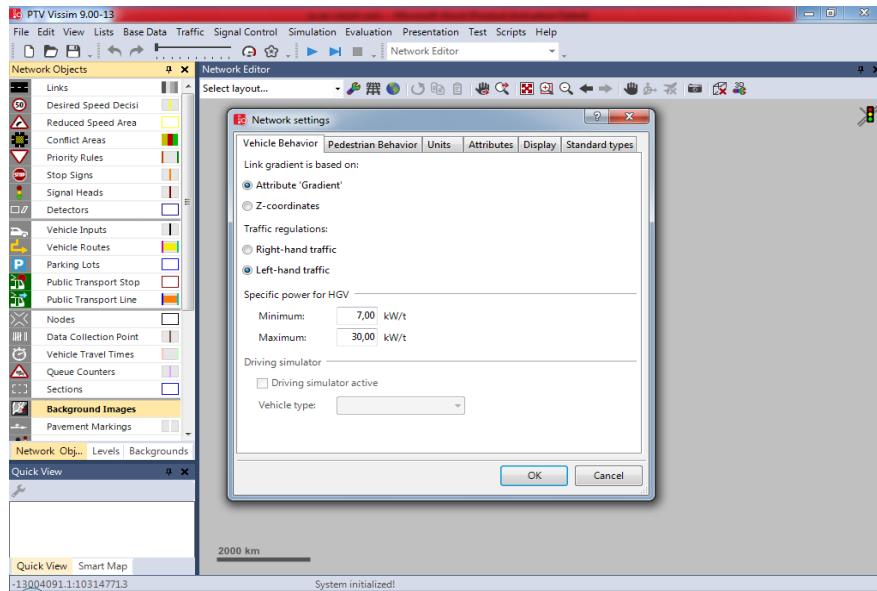
5.3 Analisis Data Menggunakan *Software VISSIM*

Berikut ini adalah analisis kinerja simpang dengan *software VISSIM*.

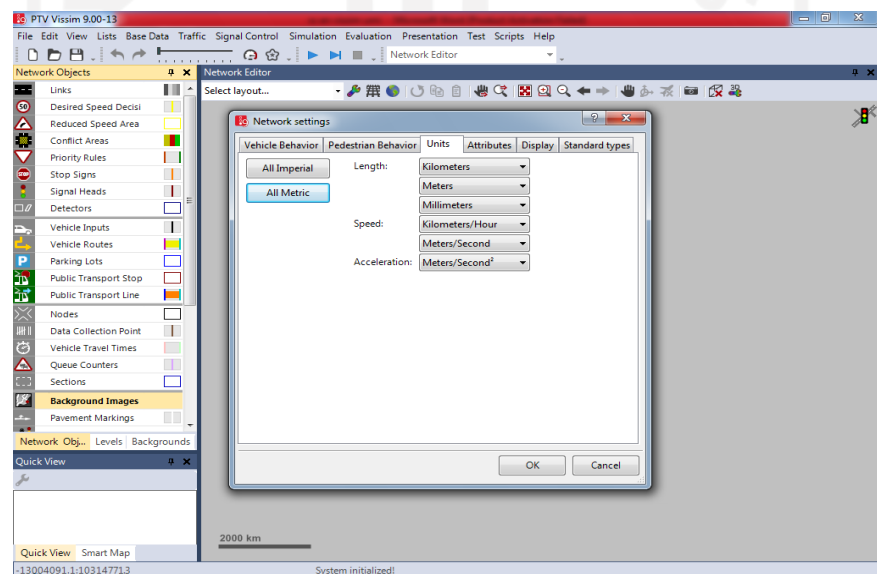
1. *Network Setting*

Software VISSIM adalah sebuah *software* buatan Jerman, sehingga terdapat perbedaan pengaturan dengan yang ada di Indonesia. Perbedaan pengaturan tersebut harus disesuaikan dengan yang ada di Indonesia. Perubahan dilakukan

pada menu bar kemudian klik *Base Data*, *Network Setting* pada pilihan *Vehicle Behaviour* diubah ke *left-side traffic* dan pada *Unit* diubah ke *All Metrics*. Langkah-langkah merubah *Vehicle Behaviour* dan *Units* dapat dilihat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8 sebagai berikut.



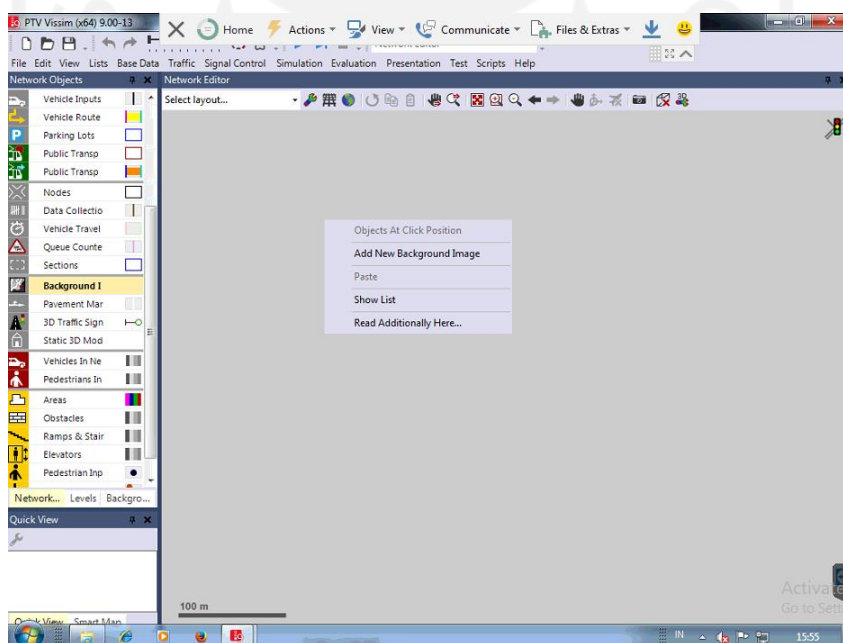
Gambar 5.7 Tampilan Perubahan *Driving Behaviour*



Gambar 5.8 Tampilan Perubahan *Units*

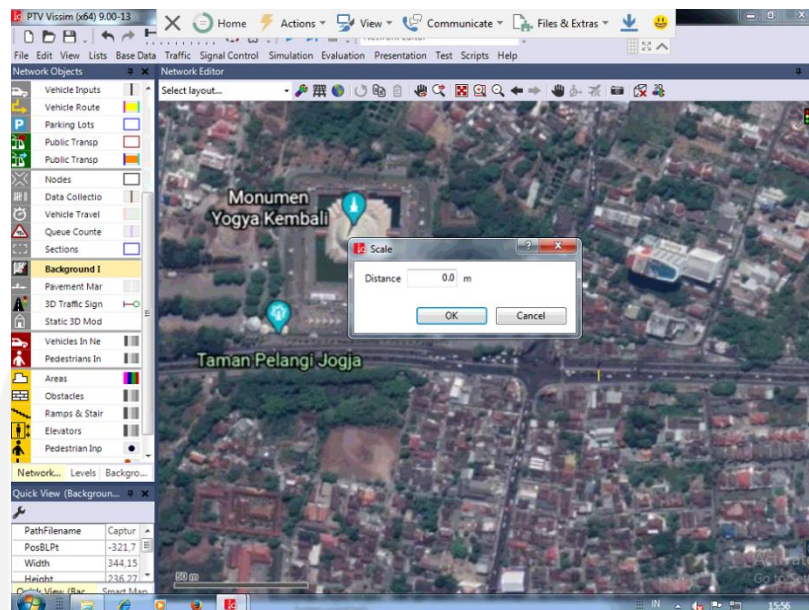
2. *Background Image*

Dalam pemodelan *software VISSIM* perlu dilakukan *input background* menggunakan gambar peta dari lokasi eksisting penelitian. Gambar peta didapatkan melalui *Google Maps/ Google Earth*. Penyetelan *Background Images* dilakukan dengan tujuan sebagai penyesuaian lebar jalan asli dengan peta dari *Google Maps/ Google Earth*. Cara *Input Background Images* dilakukan dengan klik menu *Background Images* yang ada pada *Network Object*, klik kanan pada jendela *Network Object*, pilih menu *Add New Background Image*, pilih gambar peta yang sudah disiapkan, klik *Open*. Kemudian atur perbesaran gambar dengan cara memainkan kursor. *Input Background Images* pada *VISSIM* dapat ditunjukkan pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Tampilan *Input Background Image*

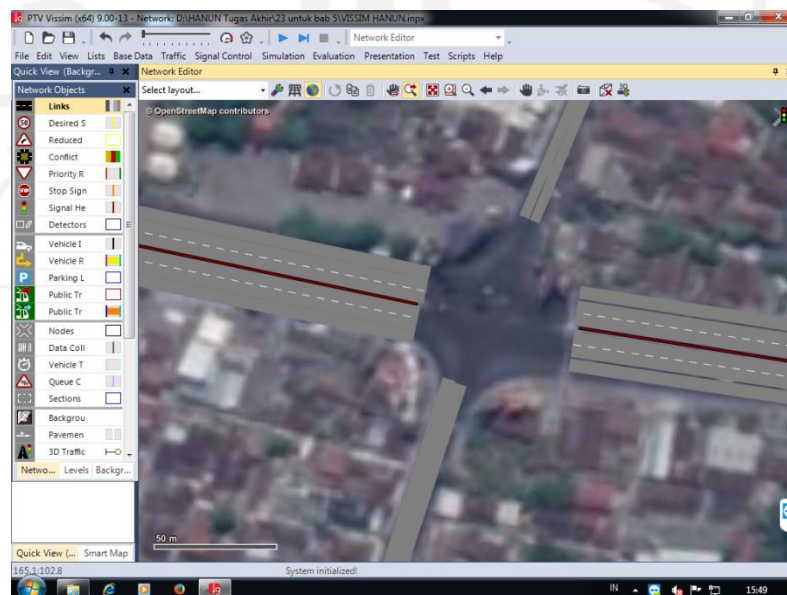
Selanjutnya harus dilakukan pengaturan skala antara lebar jalan di lapangan dengan lebar jalan pada gambar peta yang sudah dimasukkan. Pengaturan skala dapat dilakukan dengan cara klik kanan pada gambar peta kemudian *Set Scale*. Tarik garis pada jalan kemudian masukkan lebar jalan asli di lapangan. Pengaturan *Set Scale* dapat dilihat pada Gambar 5.10.



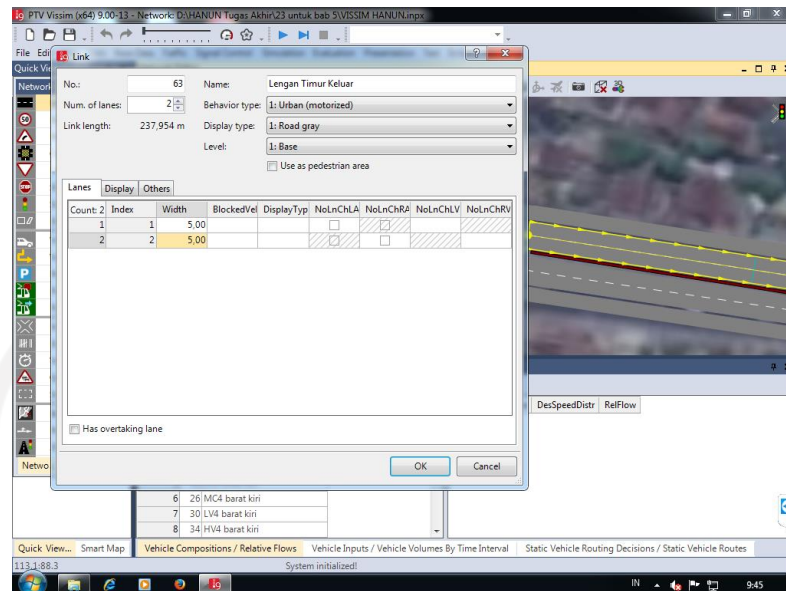
Gambar 5.10 Tampilan Set Scale

3. *Link* dan *Connector*

Link digunakan dalam membuat lajur jalan. Cara membuat *Link* yaitu dengan klik menu *Link*, klik ctrl dan klik kanan pada *mouse* secara bersamaan kemudian tarik sesuai panjang *Link* yang diinginkan. Kemudian mengatur nama *Link*, lebar lajur sesuai dengan kondisi di lapangan. Pembuatan *Link* dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan Gambar 5.12 sebagai berikut.

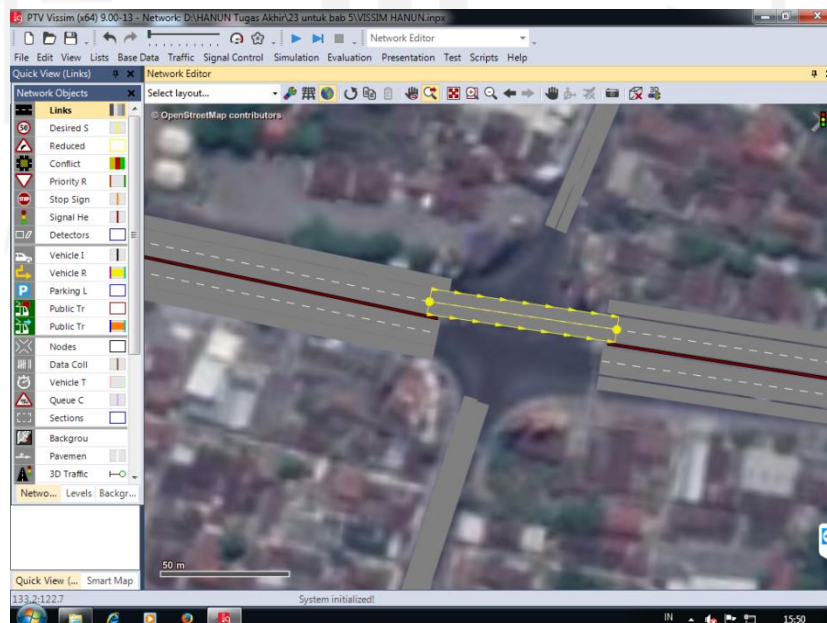


Gambar 5.11 Pembuatan *Link*

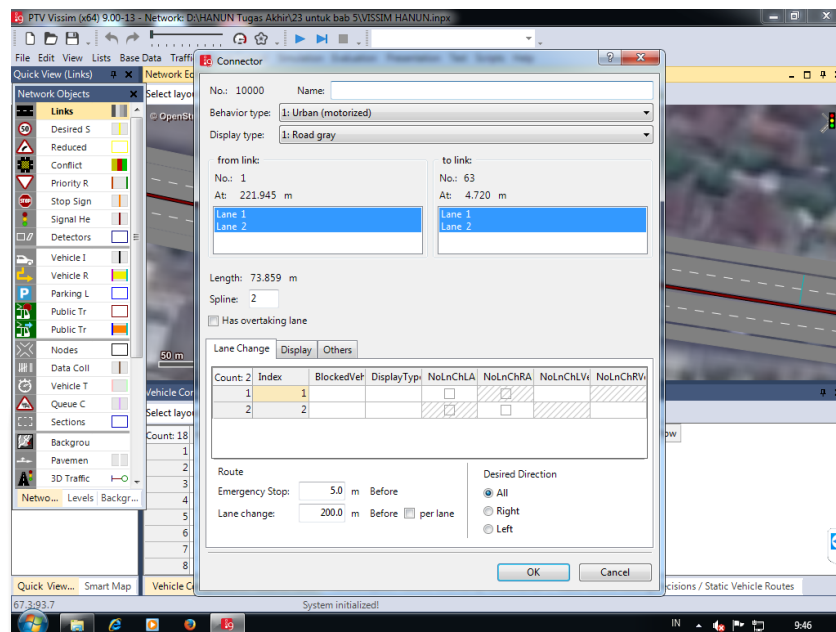


Gambar 5.12 Tampilan Pengaturan Link

Connector digunakan untuk menyambungkan antar *link*. Cara membuat *connector* dapat dilakukan dengan klik *link* yang akan diberi *connector*, lalu tekan tombol ctrl pada *keyboard* dan klik kanan pada *mouse* secara bersamaan, kemudian tarik dan arahkan pada *link* yang akan dituju. Pembuatan *connector* dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14 sebagai berikut.



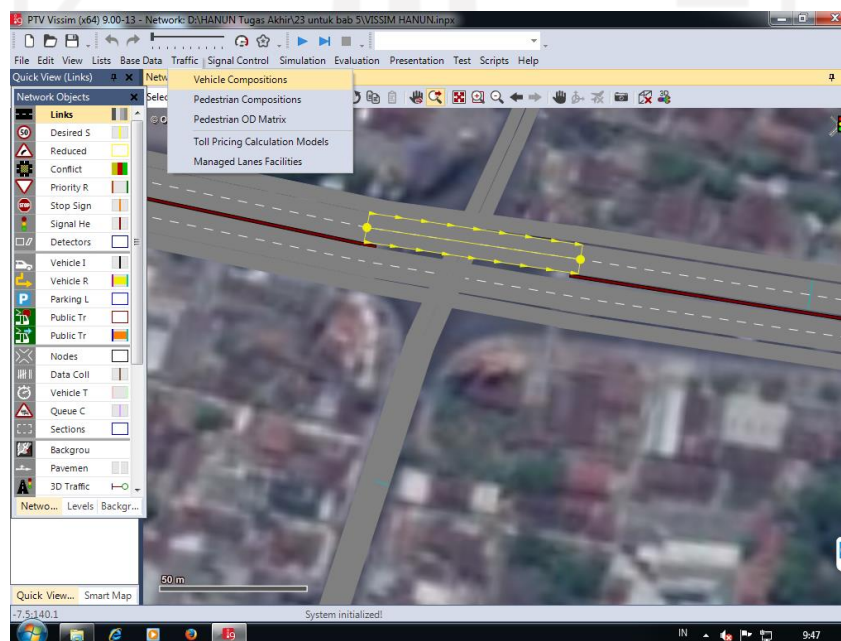
Gambar 5.13 Pembuatan Connector



Gambar 5.14 Tampilan Pengaturan Connector

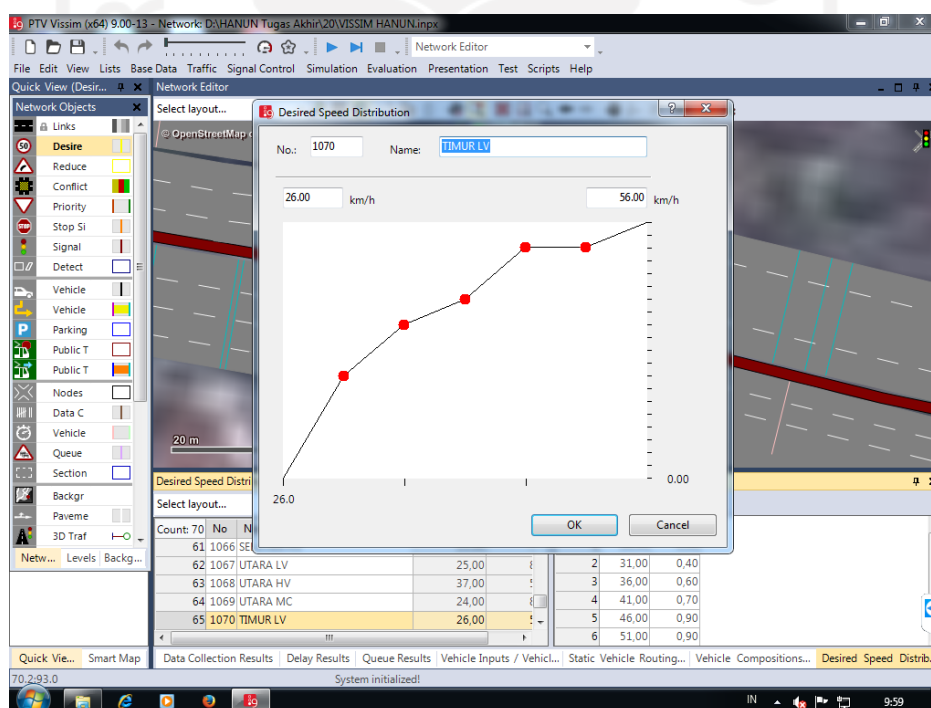
4. *Vehicle Composition*

Cara untuk mengatur *vehicle composition* dengan klik *Traffic* yang ada pada menu bar. Lalu klik *Vehicle Composition*. Pengaturan *vehicle composition* dapat dilihat pada Gambar 5.15 sebagai berikut.

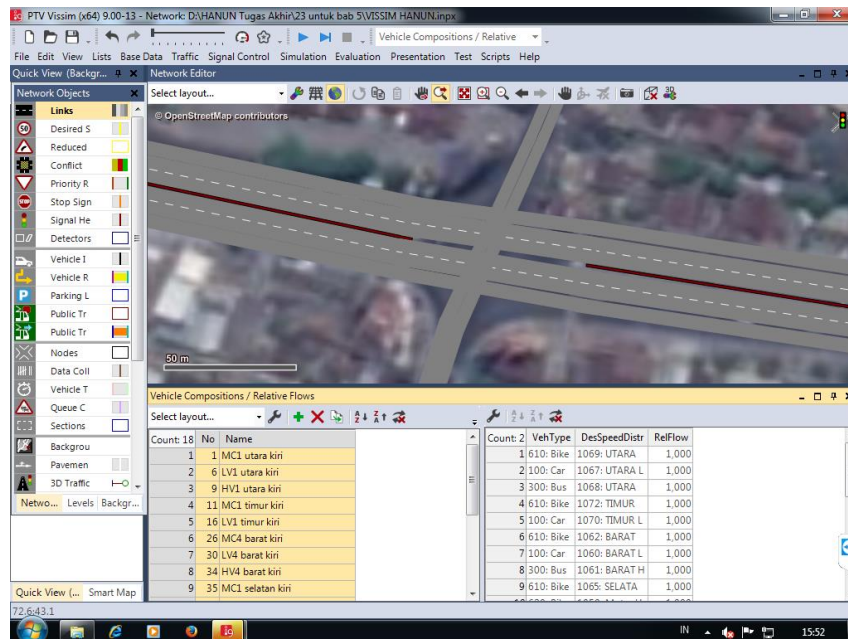


Gambar 5.15 Pengaturan Vehicle Composition

Untuk menambahkan jenis komposisi kendaraan klik tanda + pada bagian jendela sebelah kiri. Isikan kolom nama komposisi kendaraan pada baris baru yang muncul. Untuk menambahkan tipe kendaraan yang diinginkan klik tanda + pada bagian jendela sebelah kanan. Ubah kolom *VehType* dengan tipe kendaraan yang sesuai. Selanjutnya pada bagian kanan jendela, terdapat kolom *Desired Speed Distribution* untuk mengubah kecepatan kendaraan sesuai kecepatan survei. Cara untuk mengubah kecepatan yaitu klik *new* pada *Desired Speed Distribution* lalu atur besaran kecepatan untuk tiap jenis kendaraan pada masing-masing lengan simpang. Setelah selesai memasukkan data-data maka akan muncul tampilan seperti Gambar 5.18. Pada kolom *reflow* diisi dengan nilai perbandingan volume satu jenis kendaraan yang ada pada *link* tersebut dengan jumlah total volume. Tampilan *Vehicle Composition* dapat dilihat pada Gambar 5.15



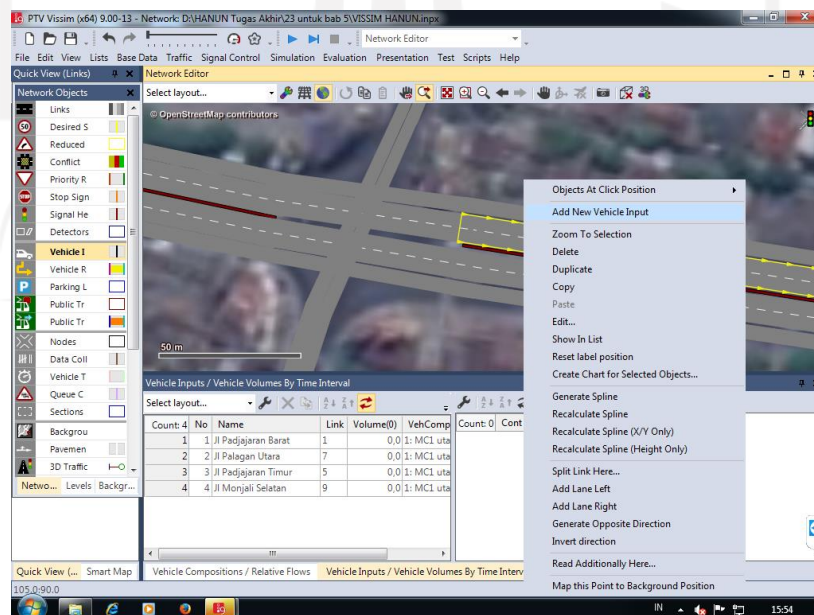
Gambar 5.16 Tampilan *Input Desired Speed Distribution*



Gambar 5.17 Tampilan *Vehicle Composition*

5. *Vehicle Input*

Vehicle Input digunakan untuk memasukkan data jumlah kendaraan. Caranya klik menu *Vehicle Input* yang berada di bagian *Network Object*, klik link yang akan dimasukkan data jumlahnya, klik kanan pada *mouse* kemudian pilih *Add New Vehicle Input*. *Vehicle Input* dapat dilihat pada Gambar 5.18

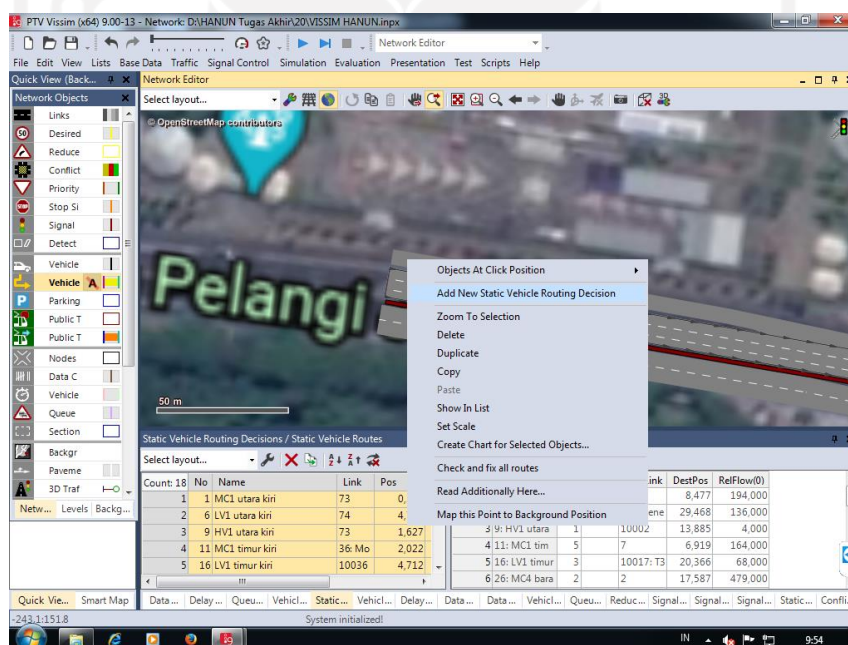


Gambar 5.18 Tampilan *Vehicle Input*

Pada tampilan *Vehicle Input*, bagian *Name* diisi dengan nama jalan atau nama jenis kendaraan yang dimasukkan. Pada bagian *Volume* diisi dengan jumlah total volume yang akan dimasukkan pada *link* tersebut. Pada bagian *VehComp* sesuaikan dengan jenis kendaraan yang sudah dibuat sebelumnya di *Vehicle Composition*.

6. *Vehicle Route*

Vehicle Route yaitu pembuatan rute pergerakan kendaraan. Fungsi rute tersebut digunakan sebagai arah gerakan kendaraan. Pengaturan *Vehicle Route* yaitu klik *Vehicle Route* pada *Network Object*, pilih *link* yang akan dibuat rute, klik kanan pada mouse, pilih *add new routing*, kemudian arahkan kursor ke link tujuan. Selanjutnya adalah isi volume kendaraan (*Real Flow*) pada masing-masing pergerakan. Pengaturan *Vehicle Route* dapat dilihat pada Gambar 5.19.

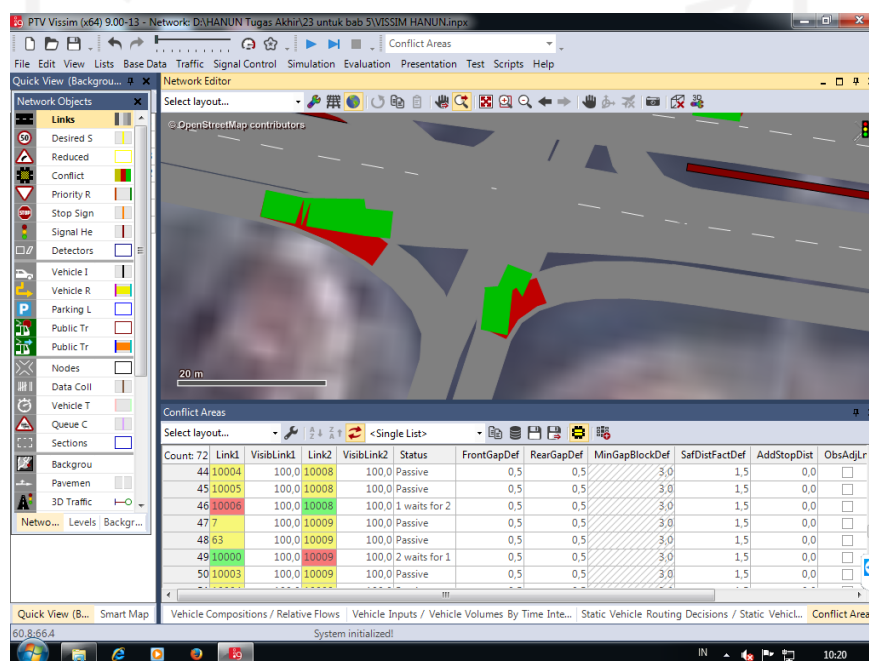


Gambar 5.19 Tampilan Pengaturan *Vehicle Route*

7. *Conflict Area*

Conflict Area digunakan untuk mencegah kendaraan satu sama lain agar tidak saling bertabrakan. *Conflict Area* juga digunakan untuk memprioritaskan kendaraan untuk berjalan terlebih dahulu sesuai dengan kondisi di lapangan.

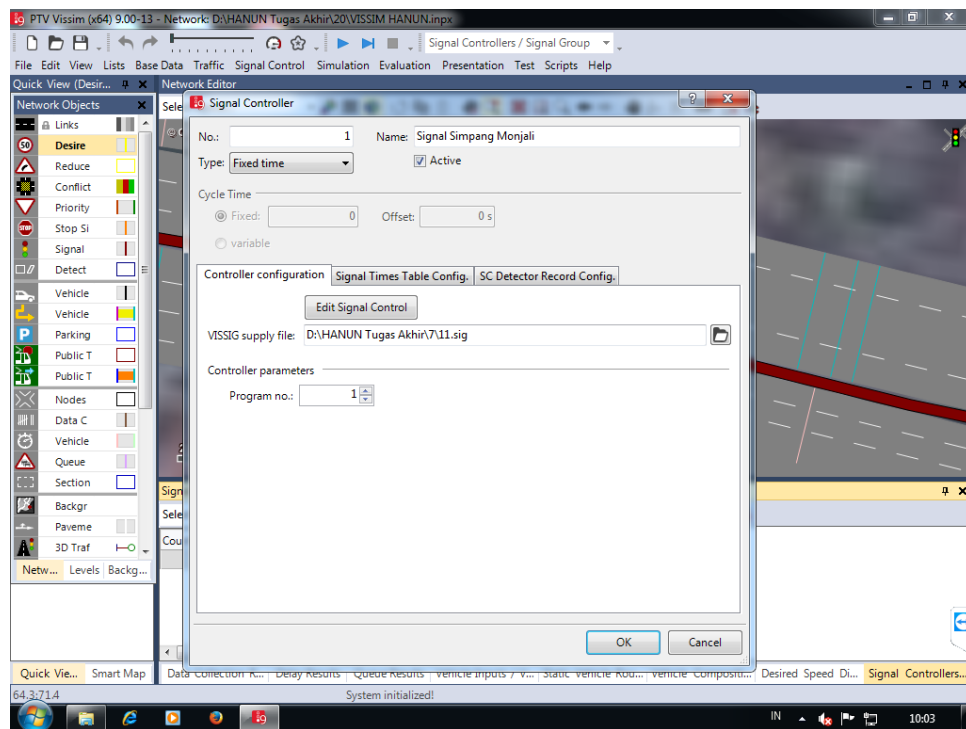
Cara untuk pengaturan *Conflict Area* yaitu klik *Conflict Area* pada *Network Object*, setelah itu akan muncul konflik berwarna kuning. Atur konflik yang sebelumnya berwarna kuning diubah ke pengaturan menjadi warna hijau dan merah. Warna hijau menunjukkan bahwa kendaraan dari suatu arah diprioritaskan untuk melintas terlebih dahulu, sedangkan warna merah menunjukkan kendaraan dari arah lain menunggu kendaraan yang diprioritaskan telah melintas. Pengaturan *Conflict Area* dapat dilihat pada Gambar 5.20 sebagai berikut.



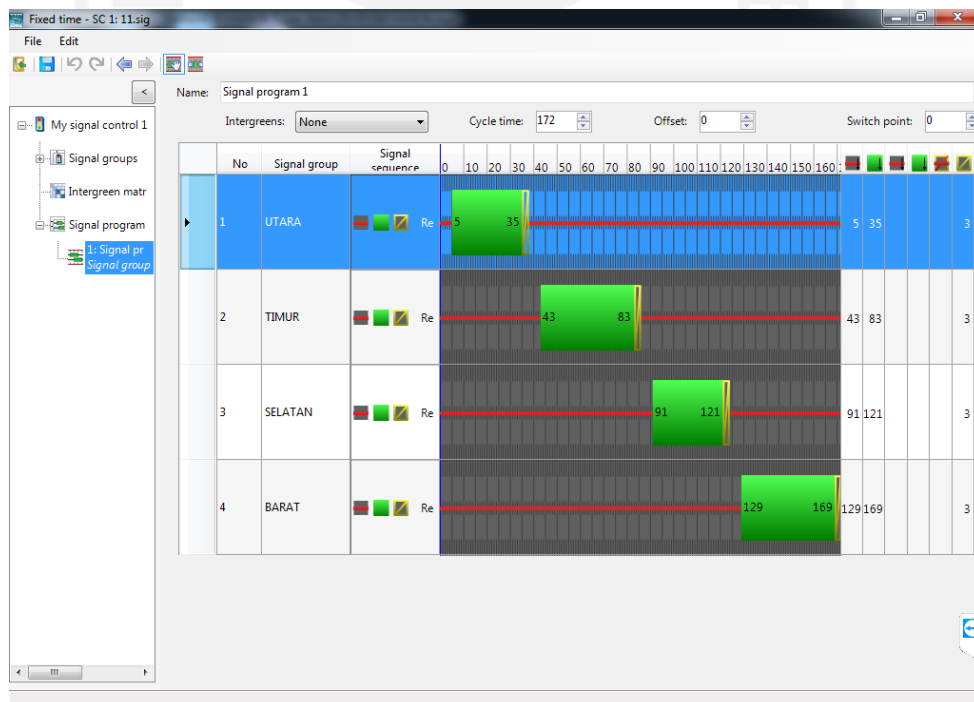
Gambar 5.20 Pengaturan *Conflict Area*

8. Signal Control

Signal Control adalah perangkat pengaturan sinyal lalu lintas yang bisa disesuaikan dengan durasi lampu lalu lintas pada kondisi di lapangan. Cara pengaturan *signal control* yaitu klik menu *signal control* pada menu bar, klik *signal controller*, klik *add* maka akan muncul tampilan jendela pada gambar 5.21. Kolom *name* isikan dengan nama yang diinginkan, klik *edit signal control*. Hasil pengaturan *signal control* dapat dilihat pada Gambar 5.22.



Gambar 5.21 Pengaturan *Signal Control*



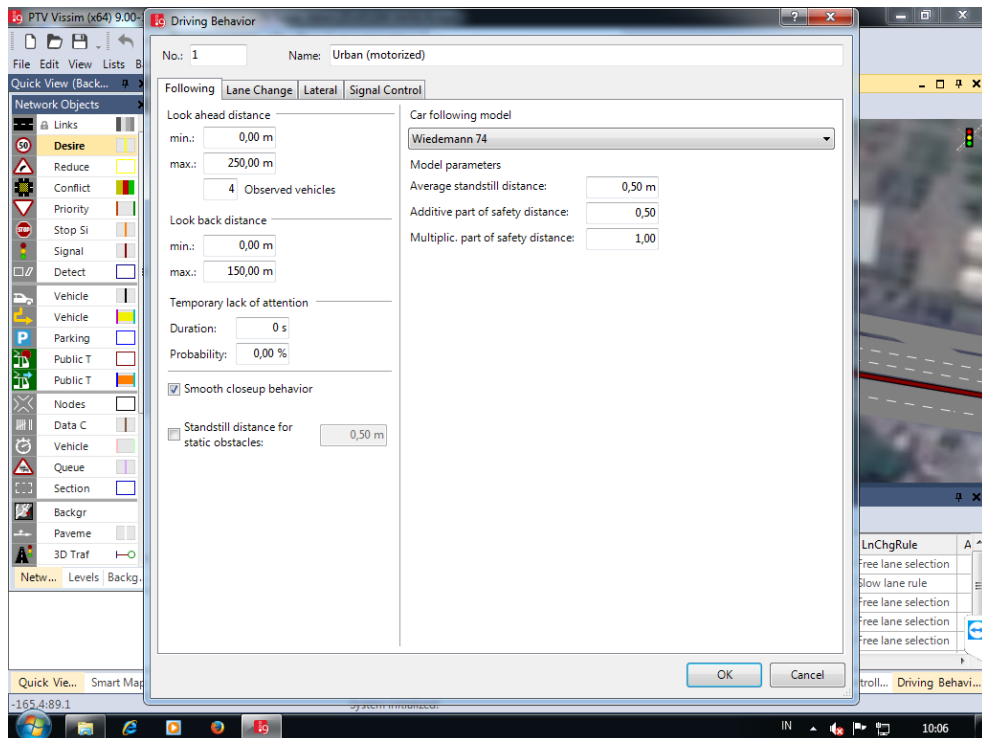
Gambar 5.22 Pengaturan *Signal Control*

9. *Driving Behavior*

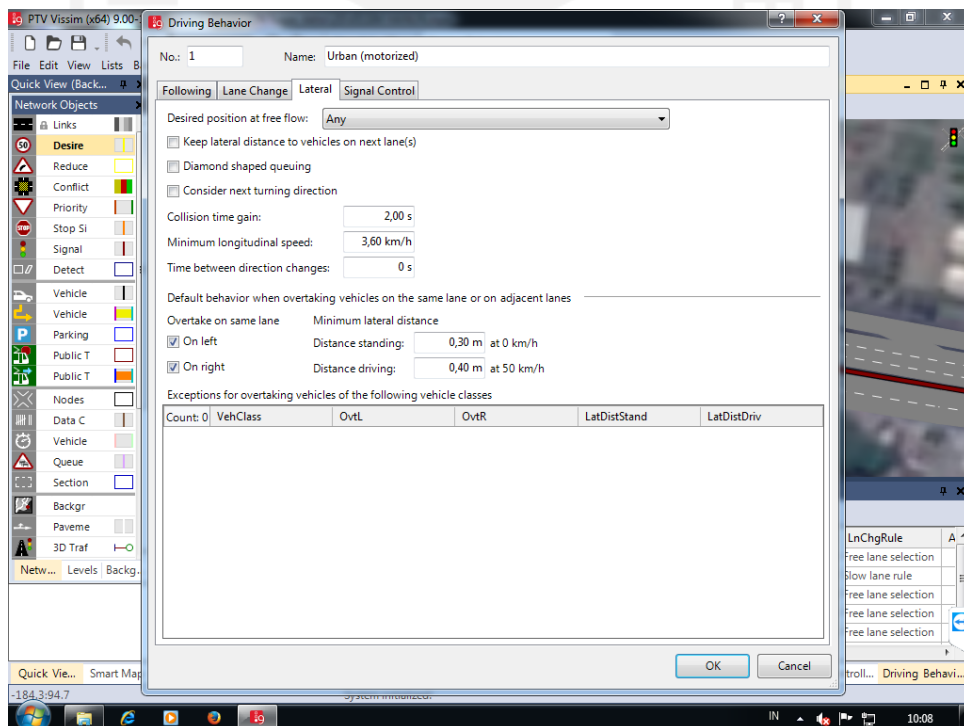
Driving behavior yaitu perilaku pengemudi dalam berkendara. *Driving behavior* dilakukan sebagai proses kalibrasi yang digunakan untuk memberikan gambaran kondisi kendaraan di lapangan. Dikarenakan *VISSIM* adalah *software* buatan Jerman maka secara *default* kondisi pengemudi berbeda dengan di Indonesia. Oleh sebab itu perlu disesuaikan dengan kondisi pengemudi di Indonesia. Pengaturan *Driving Behaviour* dapat dilakukan dengan cara memilih menu Base Data, *Driving Behaviour*, kemudian edit bagian Urban (motorized). Kemudian muncul beberapa parameter yang dapat diubah, seperti sebagai berikut.

- a. *Desire position at free flow*, yaitu pengaturan untuk memilih lajur kendaraan yang akan berjalan.
- b. *Overtake on same lane*, yaitu pengaturan pengemudi dalam menyalip kendaraan yang lain.
- c. *Distance standing*, yaitu pengaturan jarak samping antar pengemudi ketika kendaraan dalam kondisi berhenti.
- d. *Distance driving*, yaitu pengaturan jarak samping antar pengemudi ketika kendaraan dalam kondisi bergerak.
- e. *Average standstill distance*, yaitu pengaturan jarak depan belakang antar pengemudi dalam kondisi berhenti.
- f. *Additive part of safety distance*, yaitu pengaturan jarak depan belakang antar pengemudi dalam kondisi berjalan.
- g. *Multiplicative part of safety distance*, yaitu koefisien pengali yang digunakan dalam jarak aman.

Pengaturan *Driving Behaviour* dapat dilihat pada Gambar 5.23 dan Gambar 5.24 sebagai berikut.



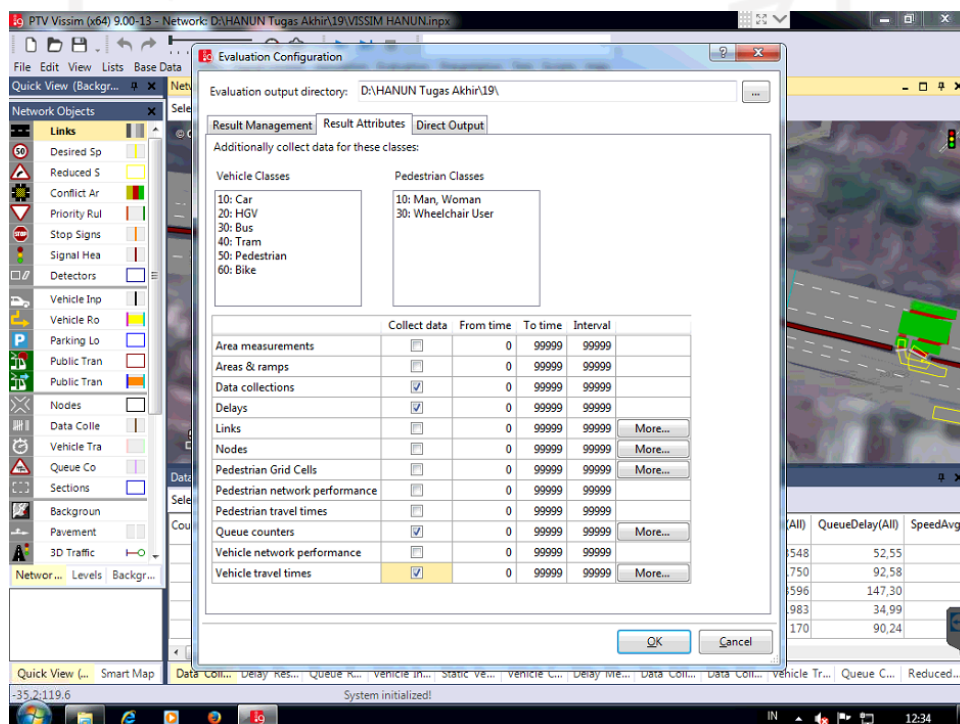
Gambar 5.23 Tampilan Pengaturan *Driving Behaviour* untuk *Car Following*



Gambar 5.24 Tampilan Pengaturan *Driving Behaviour* untuk *Lateral*

10. Evaluation

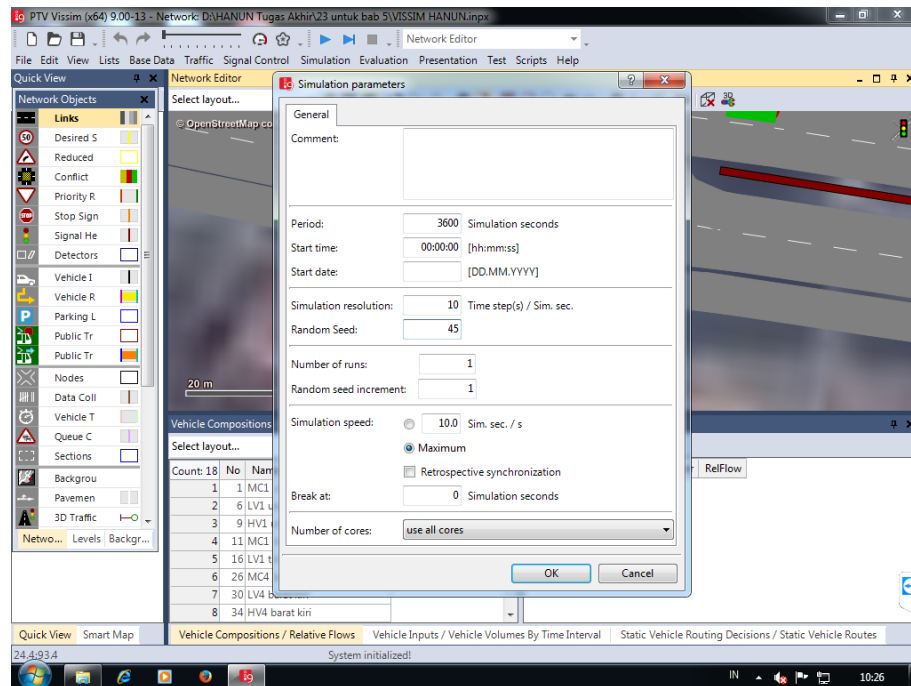
Setelah semua data dan pemodelan sudah sesuai, maka pemodelan VISSIM dapat dimulai dengan parameter *Data Collection*, *Delays*, dan *Queue Length*. Cara untuk pengaturan evaluasi yaitu klik menu *Evaluation* pada menu *Bar*, pilih *Result Lists* untuk menampilkan hasil atribut dalam daftar hasil yang diperlukan. Konfigurasi evaluasi yang digunakan yaitu *Data Collection*, *Delays*, dan *Queue Length*. Tampilan peraturan *Evaluation Configuration* dapat dilihat pada Gambar 5.25.



Gambar 5.25 Tampilan Pengaturan *Evaluation Configuration*

5.4 Validasi

Pengujian validasi dilakukan dengan cara melakukan *running* permodelan VISSIM sebanyak 5 kali dengan nilai *random seed* yang berbeda. Kemudian setiap volume kendaraan diambil untuk dibandingkan dengan volume kendaraan di lapangan. Syarat nilai validasi harus dibawah 5%. Pengaturan *random seed* dapat dilakukan melalui *simulation parameters* pada Gambar 5.26.



Gambar 5.26 Tampilan Pengaturan *Simulation Parameters*

Proses validasi menggunakan metode *Geoffrey E. Havers (GEH)* . Berikut adalah contoh perhitungan validasi *VISSIM* kondisi eksisting pada lengan Barat simpang Monjali.

$$GEH = \sqrt{\frac{(Q_{\text{simulated}} - Q_{\text{observed}})^2}{0,5 \times (Q_{\text{simulated}} + Q_{\text{observed}})}}$$

$$GEH = \sqrt{\frac{(3576 - 3593)^2}{0,5 \times (3576 + 3593)}}$$

$$GEH = 0,28\%$$

Hasil validasi permodelan pada kondisi eksisting terdapat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.14 Hasil Validasi Pada Kondisi Eksisting

Lengan Simping	R45	R50	R55	R60	R65	Rata-rata	Volume Lapangan	Validasi (%)
	Kendaraan/jam							
Barat	3576	3465	3432	3465	3540	3495,6	3593	1,636
Utara	1779	1795	1816	1539	1551	1696	1863	3,959
Timur	3552	3599	3594	3582	3572	3579,8	3877	4,867
Selatan	1981	2104	2110	2048	2087	2066	2096	0,658

Hasil validasi di atas menunjukkan semua lengan simping memiliki nilai validasi dibawah 5% maka pemodelan pada kondisi eksisting sudah memenuhi syarat.

5.5 Hasil Analisis Menggunakan *Software VISSIM*

5.5.1 Hasil Analisis Menggunakan *Software VISSIM* Pada Kondisi Eksisting

Hasil yang perlu dianalisis menggunakan *software VISSIM* setelah validasi yaitu tundaan dan panjang antrean. Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan tingkat pelayanan pada masing-masing lengan simping Monjali. Hasil dari analisis menggunakan *VISSIM* pada kondisi eksisting untuk tundaan dan panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.14

Tabel 5.15 Hasil Analisis Software VISSIM Pada Kondisi Eksisting

Lengan Simping	Panjang Antrean (meter)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Barat	49,1	27	D
Utara	93,4	52	E
Timur	153,5	34	D
Selatan	43,1	38	D

Dari Tabel 5.12 dapat diketahui nilai panjang antrean dan tundaan lengan Barat sebesar 49,1 meter dan 27 detik. Nilai panjang antrean dan tundaan lengan Utara sebesar 93,4 meter dan 52 detik. Nilai panjang antrean dan tundaan lengan Timur sebesar 153,5 meter dan 34 detik. Sedangkan nilai panjang antrean dan tundaan lengan Selatan senilai 43,1 meter dan 38 detik. Berdasarkan nilai tundaan, tingkat pelayanan untuk lengan Barat yaitu D, lengan Utara yaitu E, lengan Timur yaitu D dan lengan Selatan yaitu D.

5.5.2 Hasil Analisis Menggunakan *Software VISSIM* Setelah Dilakukan Rekayasa Perpindahan *U-Turn* Ke Simpang

Hasil yang perlu dianalisis pada rekayasa pemodelan setelah dilakukan perpindahan *u-turn* ke simpang adalah nilai panjang antrean dan tundaan. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.16 Hasil Analisis *Software VISSIM* Setelah Dilakukan Rekayasa Perpindahan *U-Turn* ke Simpang

Lengan Simpang	Panjang Antrean (meter)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Barat	48,3	27	D
Utara	95,2	54	E
Timur	237,2	41	E
Selatan	42,7	39	D

5.5.3 Hasil Analisis Menggunakan *Software VISSIM* pada Alternatif Perubahan Waktu Siklus

Alternatif 1 pada penelitian ini adalah perubahan waktu siklus sinyal lalu lintas. Data sinyal lalu lintas dan diagram siklus lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan Gambar 5.11. Setelah dilakukan pemodelan alternatif 1 dengan menggunakan *software VISSIM* maka didapatkan hasil analisis sebagai berikut.

Tabel 5.17 Hasil Analisis *Software VISSIM* pada Alternatif Perubahan Siklus

Lengan Simping	Panjang Antrean (meter)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Barat	76,7	31	D
Utara	48,5	38	D
Timur	262,3	44	E
Selatan	34,1	25	C

5.6 Pembahasan

5.6.1 Kinerja Simping Monjali Pada Kondisi Eksisting

Pada penelitian ini kinerja simping pada kondisi eksisting dianalisis melalui beberapa parameter, yaitu derajat kejenuhan, panjang antrian dan nilai tundaan. Derajat kejenuhan didapatkan melalui analisis metode MKJI 1997, sedangkan untuk panjang antrian dan nilai tundaan didapatkan melalui analisis dengan *software VISSIM*.

1. Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5.18 Hasil Analisis Derajat Kejenuhan Pada Kondisi Eksisting

Lengan Simping	Derajat Kejenuhan
Barat	0,845
Utara	0,868
Timur	0,732
Selatan	1,004

Tabel 5.17 menunjukkan pada kondisi eksisting lengan Utara dan lengan Selatan memiliki nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,85 yaitu 0,868 dan 1,004. Hal ini menunjukkan bahwa lengan Utara dan lengan Selatan sudah *over saturated* (lewat jenuh). Sedangkan untuk lengan Barat dan lengan Timur memiliki nilai derajat kejenuhan kurang dari 0,85 yaitu 0,845 dan 0,732.

2. Panjang Antrian

Nilai panjang antrian pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.18 sebagai berikut.

Tabel 5.19 Hasil Analisis Panjang Antrian Pada Kondisi Eksisting

Lengan Simping	Panjang Antrean (meter)
Barat	49,1
Utara	93,4
Timur	153,5
Selatan	43,1

Tabel 5.18 menunjukkan nilai panjang antrian pada kondisi eksisting. Panjang antrian lengan Barat yaitu 49,1 meter, lengan Utara 93,4 meter, lengan Timur 153,5 meter dan lengan Selatan yaitu 43,1 meter. Lengan Timur memiliki nilai panjang antrian tertinggi.

3. Tundaan

Nilai tundaan pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.20 Hasil Analisis Tundaan Pada Kondisi Eksisting

Lengan Simping	Tundaan (detik)
Barat	27
Utara	52
Timur	34
Selatan	38

Tabel 5.19 dapat diketahui nilai tundaan Lengan Barat sebesar 27 detik menunjukkan lengan Barat memiliki tingkat pelayanan D. Nilai tundaan lengan Utara sebesar 52 detik memiliki tingkat pelayanan E. Nilai tundaan lengan Timur sebesar 34 detik memiliki tingkat pelayanan D dan nilai tundaan lengan Selatan sebesar 38 detik memiliki tingkat pelayanan D.

Beberapa upaya pemodelan dilakukan untuk memperbaiki kinerja simpang Monjali yaitu dengan memindahkan putaran balik lengan Timur dan mengubah

waktu siklus simpang. Sehingga efek dari perubahan tersebut dapat memperbaiki nilai dari derajat kejenuhan, panjang antrian dan nilai tundaan kendaraan.

5.6.2 Perbandingan Hasil Analisis Masing-Masing Kondisi

Kondisi yang akan dibandingkan yaitu pada kondisi eksisting, kondisi setelah dilakukan rekayasa pemodelan memindahkan *u-turn* ke simpang pada lengan Timur dan kondisi pada alternatif 1 yaitu perubahan waktu siklus lalu lintas. Hasil perbandingan derajat kejenuhan pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.20 sebagai berikut.

Tabel 5.21 Hasil Analisis Derajat Kejenuhan Masing-Masing Kondisi dengan Menggunakan Metode MKJI 1997

Lengan Simpang	Derajat Kejenuhan		
	Kondisi Eksisting	Perpindahan <i>U-Turn</i> ke Simpang	Perubahan Waktu Siklus
Barat	0,845	0,845	0,836
Utara	0,868	0,868	0,840
Timur	0,732	0,788	0,842
Selatan	1,004	1,004	0,844

Tabel 5.20 menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting maupun pada kondisi setelah dilakukan pemindahan *u-turn* ke simpang, lengan Utara dan lengan Selatan memiliki nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,85. Sedangkan pada kondisi setelah perubahan waktu siklus menunjukkan semua lengan memiliki nilai derajat kejenuhan dibawah 0,85 sesuai dengan persyaratan nilai derajat kejenuhan pada simpang bersinyal yaitu $D_s < 0,85$. Hal ini menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan simpang setelah dilakukan perubahan waktu siklus lebih baik dari pada kondisi eksisting dan kondisi setelah dilakukan pemindahan *u-turn* ke simpang.

Hasil perbandingan panjang antrian pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.21 sebagai berikut.

Tabel 5.22 Hasil Analisis Panjang Antrian Masing-Masing Kondisi Dengan Menggunakan *Software VISSIM*

Lengan	Panjang Antrean (meter)			Perbandingan		
	Kondisi Eksisting	Perpindahan <i>U-Turn</i> ke Simping	Perubahan Waktu Siklus	Kondisi Eksisting	Perpindahan <i>U-Turn</i> ke Simping	Perubahan Waktu Siklus
Barat	49,1	48,3	76,7	0	-1,6	56,3
Utara	93,4	95,2	48,5	0	1,9	-48,0
Timur	153,5	237,2	262,3	0	54,6	70,9
Selatan	43,1	42,7	34,1	0	-0,9	-20,9

Tabel 5.21 merupakan perbandingan hasil analisis panjang antrean masing-masing kondisi. Hasil analisis simpang pada kondisi setelah pemindahan *u-turn* ke simpang menunjukkan panjang antrean lengan Barat 48,3 meter, lengan Utara 95,2 meter, lengan Timur 237,2 meter dan lengan Selatan 42,7 meter. Sedangkan hasil analisis simpang pada kondisi setelah perubahan waktu siklus menunjukkan panjang antrean lengan Barat 76,7 meter, lengan Utara 48,5 meter, lengan Timur 262,3 meter dan lengan Selatan 34,1 meter.

Kondisi setelah pemindahan *u-turn* ke simpang dan kondisi setelah perubahan waktu siklus mengalami penurunan dan kenaikan pada panjang antrian jika dibandingkan dengan kondisi eksisting. Hasil analisis simpang pada kondisi setelah pemindahan *u-turn* ke simpang menunjukkan nilai panjang antrean lengan Barat dan Selatan mengalami penurunan sebesar 1,6% dan 0,9% terhadap kondisi eksisting, lengan Utara dan lengan Timur mengalami kenaikan sebesar 1,9% dan 54,6% terhadap kondisi eksisting. Pada kondisi setelah perubahan waktu siklus menunjukkan nilai panjang antrean lengan Utara dan Selatan mengalami penurunan 48% dan 20,9% terhadap kondisi eksisting, lengan Barat dan lengan Timur mengalami kenaikan sebesar 56,3% dan 20,9% terhadap kondisi eksisting.

Hasil perbandingan nilai tundaan pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut

Tabel 5.23 Hasil Analisis Tundaan Masing-Masing Kondisi Dengan Menggunakan *Software VISSIM*

Lengan Sim pang	Kondisi Eksisting		Perpindahan <i>U-Turn</i> ke Sim pang		Perubahan Waktu Siklus	
	Tundaan (detik)	Kinerja Sim pang	Tundaan (detik)	Kinerja Sim pang	Tundaan (detik)	Kinerja Sim pang
Barat	27	D	27	D	31	D
Utara	52	E	54	E	38	D
Timur	34	D	41	E	44	E
Selatan	38	D	39	D	25	C

Tabel 5.22 merupakan perbandingan hasil analisis tundaan masing-masing kondisi. Hasil analisis pada kondisi pemindahan *u-turn* ke simpang menunjukkan tundaan lengan Barat 27 detik memiliki tingkat pelayanan D, tundaan lengan Utara 54 detik memiliki tingkat pelayanan E, tundaan lengan Timur 41 detik memiliki tingkat pelayanan E dan tundaan lengan Selatan 39 detik memiliki tingkat pelayanan D. Hasil analisis pada kondisi perubahan waktu siklus menunjukkan tundaan lengan Barat 31 detik memiliki tingkat pelayanan D, tundaan lengan Utara 38 detik memiliki tingkat pelayanan D, tundaan lengan Timur 44 detik memiliki tingkat pelayanan E dan tundaan lengan Selatan 25 detik memiliki tingkat pelayanan C. Pada rekayasa kondisi pemindahan *u-turn* ke simpang memiliki nilai tundaan yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi eksisting. Hal ini menunjukkan bahwa rekayasa kondisi pemindahan *u-turn* ke simpang tidak disarankan karena tidak dapat memperbaiki kinerja dan tingkat pelayanan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang menggunakan metode MKJI 1997 dan *software VISSIM* didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil analisis pada kondisi eksisting menghasilkan nilai panjang antrean untuk lengan Barat 49,1 meter, lengan Utara 93,4 meter, lengan Timur 153,5 meter, dan lengan Selatan 43,1 meter. Nilai tundaan untuk lengan Barat sebesar 27 detik tingkat pelayanan D, nilai tundaan lengan Utara 52 detik tingkat pelayanan E, nilai tundaan lengan Timur 34 detik tingkat pelayanan D dan nilai tundaan lengan Selatan 38 detik tingkat pelayanan D. Dengan metode MKJI 1997 dapat diketahui nilai derajat kejenuhan lengan Barat 0,845, lengan Utara 0,868, lengan Timur 0,732, dan lengan Selatan 1,004.
2. Berikut ini adalah hasil kinerja simpang Monjali pada kondisi perpindahan *u-turn* ke simpang dan kondisi perubahan waktu siklus.
 - a. Setelah dilakukan pemindahan *u-turn* ke simpang Monjali nilai panjang antrean untuk lengan Barat 48,3 meter, lengan Utara 95,2 meter, lengan Timur 237,2 meter, dan lengan Selatan 42,7 meter. Nilai tundaan untuk lengan Barat 27 detik tingkat pelayanan D, lengan Utara 54 detik tingkat pelayanan E, lengan Timur 41 detik tingkat pelayanan E dan lengan Selatan 40 detik tingkat pelayanan D. Nilai derajat kejenuhan lengan Barat 0,845, lengan Utara 0,868, lengan Timur 0,778 dan lengan Selatan 1,004.
 - b. Setelah dilakukan perubahan waktu siklus menghasilkan nilai panjang antrean untuk lengan Barat 76,7 meter, lengan Utara 48,5 meter, lengan Timur 262,3 meter dan lengan Selatan 34,1 meter. Nilai tundaan untuk lengan Barat 31 detik tingkat pelayanan D, lengan Utara 37 detik tingkat pelayanan D, lengan Timur 44 detik tingkat pelayanan E dan lengan Selatan 25 detik tingkat pelayanan C. Nilai derajat kejenuhan lengan Barat 0,836, lengan Utara 0,840, lengan Timur 0,842 dan lengan Selatan 0,844.

3. Kinerja Simpang Monjali setelah dilakukan modifikasi pemindahan *u-turn* ke simpang dibandingkan kondisi eksisting menunjukkan nilai panjang antrean mengalami perburukan pada Lengan Utara dan Timur, sedangkan mengalami perbaikan pada Lengan Barat dan Selatan . Berdasarkan nilai tundaan, Lengan Utara, Lengan Selatan dan Lengan Barat tidak mengalami perubahan tingkat pelayanan sedangkan Lengan Timur justru mengalami penurunan tingkat pelayanan dari D menjadi E. Nilai derajat kejenuhan juga belum memenuhi syarat $D_s < 0,85$. Dapat diambil kesimpulan bahwa rekayasa pemindahan *u-turn* ke simpang tidak disarankan karena tidak dapat memperbaiki kinerja dan tingkat pelayanan. Kinerja simpang pada kondisi alternatif perubahan waktu siklus dibandingkan dengan kondisi eksisting menunjukkan nilai panjang antrean mengalami perbaikan pada lengan Utara dan lengan Selatan akan tetapi mengalami penurunan pada lengan Barat dan lengan Timur. Berdasarkan nilai tundaan tingkat pelayanan Lengan Utara berubah dari E menjadi D, Lengan Selatan berubah dari D menjadi C sedangkan Lengan Timur menurun dari D menjadi E. Lengan Barat tidak mengalami perubahan tingkat pelayanan. Masing-masing lengan simpang memiliki nilai derajat kejenuhan sesuai dengan syarat nilai derajat kejenuhan pada simpang bersinyal yaitu $D_s < 0,85$.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis, penulis memiliki beberapa saran untuk penilitan selanjutnya sebagai berikut.

1. Melakukan kajian ulang simpang Monjali dari simpang sebidang menjadi simpang tidak sebidang, atau dilakukan rekayasa pemodelan penggunaan bundaran besar pada simpang Monjali. Hal ini dengan tujuan untuk memperbaiki kinerja dan tingkat pelayanan simpang.
2. Alternatif yang dilakukan pada penelitian ini hanya melakukan perubahan waktu siklus, sehingga tingkat pelayanan simpang mengalami perbaikan hanya pada lengan Utara dan Selatan, sedangkan pada lengan Timur justru mengalami perburukan. Pada penelitian selanjutnya diharapkan membuat alternatif yang mengutamakan perbaikan pada lengan Timur seperti perubahan geometri simpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryandi, R.D. dan Munawar, A. 2014. Penggunaan *Software* Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). *17th FSTPT International Symposium*. 22–24 Agustus. Universitas Jember. Jember.
- Bimantoro, A. T. 2016. Evaluasi Dan Rekayasa Peningkatan Kinerja Simpang Bersinyal Pingit Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2005. Perencanaan Putaran Balik (*U-Turn*). Penerbit Bina Marga, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 1996. Buku Menuju Tertib Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan Yang Tertib. Jakarta.
- Gumelar, A. 2019. Pengaruh Buka Median (*U-Turn*) Terhadap Kinerja Jalan (studi kasus: Jalan Laksada Adisucipto Arah Barat – Timur). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Maulana dan Nugraha. 2019. Studi Mikrosimulasi Penilaian Kinerja Persimpangan Bersinyal Jalan Ir. H Juanda-Cikapayang. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. 26 No. 2: 183-188. Bandung.
- Morlok, E.K. 1988. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2015. Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Utomo, I.R. 2016. Pemodelan Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan (Studi Kasus: Simpang Bersinyal Ring Road Utara, Monumen Jogja Kembali, Yogyakarta). *Tugas Akhir*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.

LAMPIRAN



Lampiran 1 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Utara Kanan

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Utara Kanan		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	12	20
06.15 - 06.30	2	3	15	30
06.30 - 06.45	3	0	22	34
06.45 - 07.00	4	0	34	58
07.00 - 07.15	5	1	42	98
07.15 - 07.30	6	0	38	102
07.30 - 07.45	7	1	33	62
07.45 - 08.00	8	1	40	60
08.00 - 08.15	9	2	35	134
08.15 - 08.30	10	0	37	85
08.30 - 08.45	11	0	30	161
08.45 - 09.00	12	1	33	60
JUMLAH		9	371	904
11.00 - 11.15	13	0	25	28
11.15 - 11.30	14	1	27	30
11.30 - 11.45	15	1	46	49
11.45 - 12.00	16	1	49	49
12.00 - 12.15	17	0	54	68
12.15 - 12.30	18	0	46	76
12.30 - 12.45	19	1	48	57
12.45 - 13.00	20	0	22	72
13.00 - 13.15	21	0	53	79
13.15 - 13.30	22	0	37	81
13.30 - 13.45	23	0	40	69
13.45 - 14.00	24	0	45	76
JUMLAH		4	492	734
15.30 - 15.45	25	0	33	56
15.45 - 16.00	26	0	38	115
16.00 - 16.15	27	0	38	43
16.15 - 16.30	28	0	42	25
16.30 - 16.45	29	0	25	114
16.45 - 17.00	30	1	31	118
17.00 - 17.15	31	0	36	114
17.15 - 17.30	32	0	34	110
17.30 - 17.45	33	0	44	85
17.45 - 18.00	34	0	43	61
JUMLAH		1	364	1014

Lampiran 2 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Utara Lurus

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Utara Lurus		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	8	105
06.15 - 06.30	2	0	11	116
06.30 - 06.45	3	0	10	115
06.45 - 07.00	4	0	20	142
07.00 - 07.15	5	0	28	176
07.15 - 07.30	6	0	31	193
07.30 - 07.45	7	0	29	184
07.45 - 08.00	8	0	31	178
08.00 - 08.15	9	0	8	213
08.15 - 08.30	10	0	31	158
08.30 - 08.45	11	0	13	113
08.45 - 09.00	12	0	21	186
JUMLAH		0	241	1879
11.00 - 11.15	13	0	24	104
11.15 - 11.30	14	0	33	116
11.30 - 11.45	15	0	36	133
11.45 - 12.00	16	0	36	140
12.00 - 12.15	17	0	36	135
12.15 - 12.30	18	0	30	149
12.30 - 12.45	19	1	35	173
12.45 - 13.00	20	0	45	159
13.00 - 13.15	21	1	35	172
13.15 - 13.30	22	0	30	172
13.30 - 13.45	23	0	33	143
13.45 - 14.00	24	0	33	177
JUMLAH		2	406	1773
15.30 - 15.45	25	0	32	114
15.45 - 16.00	26	0	39	151
16.00 - 16.15	27	1	35	158
16.15 - 16.30	28	0	37	153
16.30 - 16.45	29	0	32	196
16.45 - 17.00	30	0	29	201
17.00 - 17.15	31	0	41	160
17.15 - 17.30	32	0	37	173
17.30 - 17.45	33	0	29	144
17.45 - 18.00	34	0	26	142
JUMLAH		1	337	1592

Lampiran 3 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Utara Kiri

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Utara Kiri		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	15	40
06.15 - 06.30	2	0	19	35
06.30 - 06.45	3	0	19	51
06.45 - 07.00	4	0	10	49
07.00 - 07.15	5	0	23	42
07.15 - 07.30	6	0	24	66
07.30 - 07.45	7	0	24	89
07.45 - 08.00	8	0	34	89
08.00 - 08.15	9	0	30	67
08.15 - 08.30	10	1	42	66
08.30 - 08.45	11	0	28	68
08.45 - 09.00	12	1	26	75
JUMLAH		2	294	737
11.00 - 11.15	13	3	19	27
11.15 - 11.30	14	1	44	55
11.30 - 11.45	15	1	60	51
11.45 - 12.00	16	0	37	59
12.00 - 12.15	17	1	38	59
12.15 - 12.30	18	0	41	48
12.30 - 12.45	19	1	29	57
12.45 - 13.00	20	0	38	65
13.00 - 13.15	21	0	39	63
13.15 - 13.30	22	2	32	73
13.30 - 13.45	23	0	22	70
13.45 - 14.00	24	0	33	103
JUMLAH		9	432	730
15.30 - 15.45	25	0	21	49
15.45 - 16.00	26	0	31	72
16.00 - 16.15	27	0	43	50
16.15 - 16.30	28	2	34	46
16.30 - 16.45	29	2	25	52
16.45 - 17.00	30	0	38	50
17.00 - 17.15	31	0	39	46
17.15 - 17.30	32	0	19	46
17.30 - 17.45	33	0	43	41
17.45 - 18.00	34	0	15	24
JUMLAH		4	308	476

Lampiran 4 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Timur Kanan

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Timur Kanan		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	7	6
06.15 - 06.30	2	0	11	19
06.30 - 06.45	3	3	9	23
06.45 - 07.00	4	0	21	22
07.00 - 07.15	5	1	20	53
07.15 - 07.30	6	0	28	65
07.30 - 07.45	7	1	16	141
07.45 - 08.00	8	0	17	72
08.00 - 08.15	9	1	22	43
08.15 - 08.30	10	1	15	45
08.30 - 08.45	11	2	22	38
08.45 - 09.00	12	0	18	41
JUMLAH		9	206	568
11.00 - 11.15	13	0	40	50
11.15 - 11.30	14	0	43	61
11.30 - 11.45	15	1	47	50
11.45 - 12.00	16	1	40	42
12.00 - 12.15	17	0	48	64
12.15 - 12.30	18	0	39	66
12.30 - 12.45	19	0	45	52
12.45 - 13.00	20	2	35	40
13.00 - 13.15	21	1	58	74
13.15 - 13.30	22	2	31	67
13.30 - 13.45	23	2	46	73
13.45 - 14.00	24	0	39	59
JUMLAH		9	511	698
15.30 - 15.45	25	0	29	59
15.45 - 16.00	26	0	24	66
16.00 - 16.15	27	0	39	76
16.15 - 16.30	28	1	54	85
16.30 - 16.45	29	0	57	52
16.45 - 17.00	30	0	40	54
17.00 - 17.15	31	1	52	52
17.15 - 17.30	32	0	30	40
17.30 - 17.45	33	0	37	73
17.45 - 18.00	34	1	47	53
JUMLAH		3	409	610

Lampiran 5 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Timur Lurus

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Timur Lurus		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	10	150	80
06.15 - 06.30	2	8	130	95
06.30 - 06.45	3	8	174	158
06.45 - 07.00	4	16	124	194
07.00 - 07.15	5	11	213	351
07.15 - 07.30	6	9	155	410
07.30 - 07.45	7	28	204	460
07.45 - 08.00	8	10	333	436
08.00 - 08.15	9	16	130	339
08.15 - 08.30	10	2	121	266
08.30 - 08.45	11	14	193	310
08.45 - 09.00	12	10	220	276
JUMLAH		142	2147	3375
11.00 - 11.15	13	14	152	170
11.15 - 11.30	14	21	193	185
11.30 - 11.45	15	18	252	191
11.45 - 12.00	16	18	246	262
12.00 - 12.15	17	23	216	291
12.15 - 12.30	18	30	216	269
12.30 - 12.45	19	15	203	305
12.45 - 13.00	20	28	201	307
13.00 - 13.15	21	24	209	372
13.15 - 13.30	22	16	216	310
13.30 - 13.45	23	20	214	326
13.45 - 14.00	24	14	229	342
JUMLAH		241	2547	3330
15.30 - 15.45	25	16	192	364
15.45 - 16.00	26	18	176	435
16.00 - 16.15	27	12	174	524
16.15 - 16.30	28	13	210	663
16.30 - 16.45	29	20	224	569
16.45 - 17.00	30	6	203	499
17.00 - 17.15	31	12	159	619
17.15 - 17.30	32	6	187	482
17.30 - 17.45	33	11	184	397
17.45 - 18.00	34	6	205	387
JUMLAH		120	1914	4939

Lampiran 6 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Timur Kiri

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Timur Kiri		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	10	30
06.15 - 06.30	2	0	15	37
06.30 - 06.45	3	0	13	41
06.45 - 07.00	4	0	14	68
07.00 - 07.15	5	0	12	56
07.15 - 07.30	6	0	24	84
07.30 - 07.45	7	0	13	62
07.45 - 08.00	8	0	25	110
08.00 - 08.15	9	0	19	78
08.15 - 08.30	10	0	19	65
08.30 - 08.45	11	0	25	71
08.45 - 09.00	12	1	27	46
JUMLAH		1	216	748
11.00 - 11.15	13	0	10	27
11.15 - 11.30	14	0	19	30
11.30 - 11.45	15	0	21	30
11.45 - 12.00	16	0	13	29
12.00 - 12.15	17	0	22	31
12.15 - 12.30	18	0	12	20
12.30 - 12.45	19	2	11	40
12.45 - 13.00	20	1	15	31
13.00 - 13.15	21	0	16	32
13.15 - 13.30	22	0	17	32
13.30 - 13.45	23	0	13	28
13.45 - 14.00	24	1	20	43
JUMLAH		4	189	373
15.30 - 15.45	25	0	15	27
15.45 - 16.00	26	0	17	30
16.00 - 16.15	27	0	20	38
16.15 - 16.30	28	0	20	50
16.30 - 16.45	29	0	25	45
16.45 - 17.00	30	0	11	30
17.00 - 17.15	31	0	12	39
17.15 - 17.30	32	1	22	31
17.30 - 17.45	33	0	17	38
17.45 - 18.00	34	0	23	39
JUMLAH		1	182	367

Lampiran 7 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Selatan Kanan

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Selatan Kanan		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	3	13	34
06.15 - 06.30	2	2	12	57
06.30 - 06.45	3	2	13	58
06.45 - 07.00	4	5	26	81
07.00 - 07.15	5	2	32	68
07.15 - 07.30	6	1	53	98
07.30 - 07.45	7	3	31	180
07.45 - 08.00	8	2	33	158
08.00 - 08.15	9	3	32	94
08.15 - 08.30	10	2	13	72
08.30 - 08.45	11	4	57	65
08.45 - 09.00	12	0	22	50
JUMLAH		24	337	1015
11.00 - 11.15	13	7	52	84
11.15 - 11.30	14	2	30	98
11.30 - 11.45	15	5	44	87
11.45 - 12.00	16	0	36	94
12.00 - 12.15	17	2	54	97
12.15 - 12.30	18	2	50	101
12.30 - 12.45	19	2	53	102
12.45 - 13.00	20	2	47	125
13.00 - 13.15	21	1	49	114
13.15 - 13.30	22	3	49	130
13.30 - 13.45	23	3	74	120
13.45 - 14.00	24	5	40	91
JUMLAH		34	578	1243
15.30 - 15.45	25	1	21	58
15.45 - 16.00	26	0	42	143
16.00 - 16.15	27	1	56	181
16.15 - 16.30	28	1	39	203
16.30 - 16.45	29	3	42	186
16.45 - 17.00	30	1	52	156
17.00 - 17.15	31	3	42	161
17.15 - 17.30	32	1	53	163
17.30 - 17.45	33	2	56	121
17.45 - 18.00	34	2	34	99
JUMLAH		15	437	1471

Lampiran 8 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Selatan Lurus

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Selatan Lurus		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	10	60
06.15 - 06.30	2	0	8	80
06.30 - 06.45	3	0	11	48
06.45 - 07.00	4	0	7	93
07.00 - 07.15	5	1	10	94
07.15 - 07.30	6	0	21	128
07.30 - 07.45	7	2	26	166
07.45 - 08.00	8	2	33	201
08.00 - 08.15	9	0	39	215
08.15 - 08.30	10	3	14	127
08.30 - 08.45	11	1	25	120
08.45 - 09.00	12	0	30	105
JUMLAH		29	234	1437
11.00 - 11.15	13	0	23	78
11.15 - 11.30	14	0	39	90
11.30 - 11.45	15	3	28	100
11.45 - 12.00	16	0	40	112
12.00 - 12.15	17	2	41	127
12.15 - 12.30	18	1	36	130
12.30 - 12.45	19	1	48	96
12.45 - 13.00	20	1	18	117
13.00 - 13.15	21	2	35	124
13.15 - 13.30	22	1	38	119
13.30 - 13.45	23	1	42	110
13.45 - 14.00	24	0	42	95
JUMLAH		12	430	1298
15.30 - 15.45	25	0	21	113
15.45 - 16.00	26	0	42	124
16.00 - 16.15	27	2	48	128
16.15 - 16.30	28	0	40	186
16.30 - 16.45	29	0	18	137
16.45 - 17.00	30	0	44	168
17.00 - 17.15	31	0	33	113
17.15 - 17.30	32	0	33	142
17.30 - 17.45	33	0	39	124
17.45 - 18.00	34	0	42	92
JUMLAH		12	360	1327

Lampiran 9 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Selatan Kiri

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Selatan Kiri		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	7	50
06.15 - 06.30	2	0	5	66
06.30 - 06.45	3	0	6	47
06.45 - 07.00	4	0	11	42
07.00 - 07.15	5	0	9	46
07.15 - 07.30	6	0	14	58
07.30 - 07.45	7	0	24	100
07.45 - 08.00	8	0	15	165
08.00 - 08.15	9	0	14	57
08.15 - 08.30	10	1	14	67
08.30 - 08.45	11	1	15	69
08.45 - 09.00	12	0	12	73
JUMLAH		2	146	840
11.00 - 11.15	13	0	29	41
11.15 - 11.30	14	1	32	65
11.30 - 11.45	15	1	26	67
11.45 - 12.00	16	1	27	71
12.00 - 12.15	17	0	32	74
12.15 - 12.30	18	0	28	65
12.30 - 12.45	19	0	37	85
12.45 - 13.00	20	0	16	67
13.00 - 13.15	21	0	25	78
13.15 - 13.30	22	0	35	78
13.30 - 13.45	23	0	35	75
13.45 - 14.00	24	1	43	83
JUMLAH		4	365	849
15.30 - 15.45	25	1	14	49
15.45 - 16.00	26	0	28	89
16.00 - 16.15	27	0	18	91
16.15 - 16.30	28	0	28	89
16.30 - 16.45	29	0	19	92
16.45 - 17.00	30	0	43	97
17.00 - 17.15	31	0	31	69
17.15 - 17.30	32	1	21	91
17.30 - 17.45	33	0	35	75
17.45 - 18.00	34	0	20	48
JUMLAH		2	257	790

Lampiran 10 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Barat Kanan

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Barat Kanan		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	15	50
06.15 - 06.30	2	0	13	62
06.30 - 06.45	3	1	21	89
06.45 - 07.00	4	1	29	100
07.00 - 07.15	5	2	44	85
07.15 - 07.30	6	2	46	127
07.30 - 07.45	7	4	44	142
07.45 - 08.00	8	1	51	119
08.00 - 08.15	9	1	37	98
08.15 - 08.30	10	2	37	70
08.30 - 08.45	11	4	31	75
08.45 - 09.00	12	1	44	60
JUMLAH		19	412	1077
11.00 - 11.15	13	0	10	20
11.15 - 11.30	14	4	12	47
11.30 - 11.45	15	0	36	58
11.45 - 12.00	16	3	33	54
12.00 - 12.15	17	1	38	49
12.15 - 12.30	18	2	39	71
12.30 - 12.45	19	2	27	72
12.45 - 13.00	20	2	32	53
13.00 - 13.15	21	1	29	59
13.15 - 13.30	22	1	33	81
13.30 - 13.45	23	1	46	93
13.45 - 14.00	24	1	42	80
JUMLAH		18	377	737
15.30 - 15.45	25	3	29	37
15.45 - 16.00	26	2	33	47
16.00 - 16.15	27	2	27	62
16.15 - 16.30	28	2	30	76
16.30 - 16.45	29	0	36	63
16.45 - 17.00	30	5	55	53
17.00 - 17.15	31	2	42	40
17.15 - 17.30	32	1	44	59
17.30 - 17.45	33	2	33	63
17.45 - 18.00	34	3	33	37
JUMLAH		22	362	537

Lampiran 11 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Barat Lurus

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Barat Lurus		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	8	34	250
06.15 - 06.30	2	19	92	264
06.30 - 06.45	3	10	114	330
06.45 - 07.00	4	15	118	326
07.00 - 07.15	5	8	139	446
07.15 - 07.30	6	8	158	452
07.30 - 07.45	7	9	178	550
07.45 - 08.00	8	13	173	625
08.00 - 08.15	9	9	226	516
08.15 - 08.30	10	16	158	415
08.30 - 08.45	11	13	231	471
08.45 - 09.00	12	16	154	370
JUMLAH		117	1775	5015
11.00 - 11.15	13	19	162	168
11.15 - 11.30	14	21	214	259
11.30 - 11.45	15	28	228	292
11.45 - 12.00	16	24	224	256
12.00 - 12.15	17	24	205	248
12.15 - 12.30	18	25	255	304
12.30 - 12.45	19	18	245	296
12.45 - 13.00	20	26	263	288
13.00 - 13.15	21	22	255	287
13.15 - 13.30	22	19	245	262
13.30 - 13.45	23	19	252	320
13.45 - 14.00	24	21	244	384
JUMLAH		266	2792	3364
15.30 - 15.45	25	23	200	295
15.45 - 16.00	26	19	275	387
16.00 - 16.15	27	16	248	313
16.15 - 16.30	28	18	224	359
16.30 - 16.45	29	18	182	350
16.45 - 17.00	30	20	220	445
17.00 - 17.15	31	15	297	295
17.15 - 17.30	32	9	224	352
17.30 - 17.45	33	23	201	395
17.45 - 18.00	34	10	223	176
JUMLAH		171	2294	3367

Lampiran 12 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Simpang Barat Kiri

REKAPITULASI VOLUME LALU LINTAS				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Barat Kiri		
Lokasi : Simpang Monjali		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	1	8	78
06.15 - 06.30	2	1	9	73
06.30 - 06.45	3	0	14	81
06.45 - 07.00	4	0	17	90
07.00 - 07.15	5	1	18	125
07.15 - 07.30	6	1	30	165
07.30 - 07.45	7	1	28	190
07.45 - 08.00	8	1	30	180
08.00 - 08.15	9	2	48	111
08.15 - 08.30	10	2	35	120
08.30 - 08.45	11	2	33	95
08.45 - 09.00	12	1	30	103
JUMLAH		13	300	1411
11.00 - 11.15	13	1	35	46
11.15 - 11.30	14	1	10	23
11.30 - 11.45	15	0	39	54
11.45 - 12.00	16	4	66	46
12.00 - 12.15	17	2	49	59
12.15 - 12.30	18	6	66	42
12.30 - 12.45	19	4	81	67
12.45 - 13.00	20	1	49	45
13.00 - 13.15	21	3	39	44
13.15 - 13.30	22	0	42	41
13.30 - 13.45	23	2	35	64
13.45 - 14.00	24	0	42	44
JUMLAH		24	553	575
15.30 - 15.45	25	1	33	62
15.45 - 16.00	26	1	56	122
16.00 - 16.15	27	1	62	112
16.15 - 16.30	28	3	67	118
16.30 - 16.45	29	0	55	128
16.45 - 17.00	30	1	76	122
17.00 - 17.15	31	1	64	111
17.15 - 17.30	32	3	77	130
17.30 - 17.45	33	2	62	94
17.45 - 18.00	34	1	55	74
JUMLAH		14	607	1073

Lampiran 13 Rekapitulasi Putar Balik (*U-Turn*)

REKAPITULASI VOLUME PUTAR BALIK (<i>U-Turn</i>)				
Hari : Kamis, 25 Maret 2021		Arah : Timur – Timur		
Lokasi : Lengan Timur		Cuaca : Cerah		
Waktu	interval 15 menit ke-	HV	LV	MC
06.00 - 06.15	1	0	5	7
06.15 - 06.30	2	0	10	10
06.30 - 06.45	3	0	5	13
06.45 - 07.00	4	0	9	15
07.00 - 07.15	5	0	10	24
07.15 - 07.30	6	0	8	24
07.30 - 07.45	7	1	9	9
07.45 - 08.00	8	0	15	17
08.00 - 08.15	9	0	12	18
08.15 - 08.30	10	1	18	34
08.30 - 08.45	11	0	15	10
08.45 - 09.00	12	0	6	8
JUMLAH		2	122	189
11.00 - 11.15	13	0	8	11
11.15 - 11.30	14	0	7	10
11.30 - 11.45	15	1	19	18
11.45 - 12.00	16	0	6	10
12.00 - 12.15	17	0	8	24
12.15 - 12.30	18	0	13	10
12.30 - 12.45	19	0	11	16
12.45 - 13.00	20	0	5	21
13.00 - 13.15	21	0	24	20
13.15 - 13.30	22	2	14	25
13.30 - 13.45	23	1	8	11
13.45 - 14.00	24	0	9	18
JUMLAH		4	132	194
15.30 - 15.45	25	0	21	38
15.45 - 16.00	26	0	19	36
16.00 - 16.15	27	0	17	48
16.15 - 16.30	28	1	15	32
16.30 - 16.45	29	1	31	34
16.45 - 17.00	30	2	27	41
17.00 - 17.15	31	0	22	22
17.15 - 17.30	32	0	20	26
17.30 - 17.45	33	0	25	27
17.45 - 18.00	34	0	24	19
JUMLAH		4	221	323

Lampiran 14 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Utara

No	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)
	MC	LV	HV
1	45,6	1,58	37,1
2	72,0	1	49,0
3	72,7	0,99	54,1
4	33,0	2,18	48,0
5	31,0	2,32	42,4
6	64,3	1,12	46,2
7	60,0	1,2	43,9
8	47,4	1,52	40,9
9	76,6	0,94	46,5
10	82,8	0,87	40,9
11	49,7	1,45	
12	55,8	1,29	
13	25,4	2,83	
14	44,2	1,63	
15	51,8	1,39	
16	72,7	0,99	
17	54,1	1,33	
18	60,5	1,19	
19	38,9	1,85	
20	53,7	1,34	

Lampiran 15 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Timur

No	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)
	MC	LV	HV
1	32,1	26,1	19,3
2	45,6	29,5	33,2
3	54,1	26,7	49,3
4	44,7	28,0	24,7
5	60,5	37,5	44,2
6	35,0	35,3	35,1
7	35,1	33,2	27,7
8	45,3	34,1	
9	23,3	41,6	
10	23,8	27,5	
11	27,9	27,3	
12	41,9	45,0	
13	47,4	26,7	
14	52,2	54,1	
15	47,4	33,0	
16	33,3	37,5	
17	34,0	41,1	
18	32,1	43,9	
19	35,3	37,5	
20	27,3	42,1	

Lampiran 16 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Selatan

No	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)
	MC	LV	HV
1	46,2	34,0	36,0
2	36,4	31,0	23,2
3	53,7	32,6	28,8
4	40,4	32,4	27,0
5	29,4	36,9	34,3
6	28,1	38,1	25,7
7	43,1	24,0	30,0
8	46,8	34,0	
9	40,4	30,9	
10	37,5	33,6	
11	54,5	32,9	
12	43,1	36,2	
13	32,7	31,0	
14	43,1	33,6	
15	38,5	36,0	
16	36,2	35,5	
17	58,5	34,0	
18	54,5	31,0	
19	50,3	45,0	
20	50,3	39,0	

Lampiran 17 Data Kecepatan Konstan Kendaraan Lengan Barat

No	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)	Kecepatan (km/jam)
	MC	LV	HV
1	41,1	55,0	48,0
2	60,0	55,4	48,0
3	45,9	68,6	44,2
4	54,5	43,1	35,5
5	52,6	47,7	18,4
6	48,0	61,0	52,2
7	52,6	68,6	49,7
8	39,3	65,5	48,0
9	29,0	60,5	52,2
10	44,2	55,0	40,0
11	68,6	54,5	30,0
12	41,1	44,2	
13	52,6	45,9	
14	68,6	44,2	
15	55,0	64,9	
16	68,6	83,7	
17	52,2	64,9	
18	50,7	45,9	
19	29,0	44,2	
20	51,4	55,0	

Lampiran 18 Data *Driving Behavior*

No	Berdampingan Kendaraan berjalan (meter)	Depan-Belakang Berjalan (meter)	Berdampingan Kendaraan berhenti (meter)	Depan- Belakang Berhenti (meter)
1	0,5	0,5	0,3	0,5
2	1	0,5	0,5	1
3	0,5	0,5	0,3	0,5
4	1	0,5	0,5	0,5
5	0,5	1	0,3	1
6	0,5	0,5	0,5	0,5
7	0,5	1	0,3	0,5
8	1	0,5	1	1
9	1	0,5	0,3	1
10	0,5	1	0,5	0,5
11	1	1	0,5	1
12	1	0,5	0,5	0,5
13	1	0,5	1	0,5
14	1	1	0,5	0,5
15	1,5	1	0,3	0,5
16	1	0,5	0,4	0,5
17	0,5	0,5	0,5	1
18	1	1	0,3	0,5
19	1	0,5	0,5	1
20	0,5	0,5	0,3	0,5

Lampiran 19 Data Panjang Antrean Sempang

No	Panjang Antrean (meter)			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
1	89	220	45	48
2	110	187	50	53
3	95	205	35	45
4	120	160	54	54
5	95	180	60	67
6	99	170	65	48
7	110	169	65	53
8	90	165	60	49
9	90	175	70	60
10	95	180	45	45
11	110	155	50	52
12	91	160	55	56
13	95	167	55	43
14	115	175	65	65
15	95	175	45	45
16	87	190	40	45
17	115	200	43	68
18	110	215	50	43
19	90	205	50	39
20	100	210	55	43

Lampiran 20 Time Schedule

Bulan				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus													
Minggu ke				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4										
NO	Kegiatan	Jam Kerja	Bobot (%)																																						
1	PERSIAPAN																																								
	Kajian Pustaka	10	7,0422535	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																										
	Penyusunan Proposal	36	25,352113	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																										
2	PENGAMBILAN DATA																																								
	b. Data pada Simpang	12	8,4507042																	6	6																				
	c. Data pada U-Turn	12	8,4507042																			6	6																		
3	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN																																								
	Pengolahan Data	32	22,535211																			8	8	8	8																
	Pembahasan Data	5	3,5211268																					5																	
	Penarikan Kesimpulan	5	3,5211268																					5																	
4	PENYELESAIAN																																								
	Penyusunan Laporan TA	30	21,126761																																						
	TOTAL	142	100	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	5	5	8	8	5	5	2	2						
				4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	43	46	52	58	64	70	78	86	94	102	107	112	120	128	133	138	140	142										