

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL GRAMEDIA DAN USULAN PERBAIKAN WAKTU SIKLUS DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *HEADWAY* TRANS JOGJA

(PERFORMANCE EVALUATION OF GRAMEDIA SIGNAL INTERSECTION AND THE PROPOSED CYCLE TIME IMPROVEMENT BASED ON TRANS JOGJA HEADWAY)

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



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

**Naufaldy Hadyan Yudhatama
14511086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS
ISLAM INDONESIA
2021**

TUGAS AKHIR

Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Gramedia Dan Usulan Perbaikan Waktu Siklus Dengan Mempertimbangkan *Headway* Trans Jogja ***(Performance Evaluation Of Gramedia Signal Intersection And The Proposed Cycle Time Improvement By Considering Trans Jogja Headway)***

Disusun oleh

Naufaldy Hadyan Yudhatama

14511086

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

Diuji pada tanggal 6 Mei 2021

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Prima Juanita R., ST., M.Sc.

NIK: 135111103

Penguji I

Ir. Subarkah, M.T.

NIK: 865110101

Penguji II

Rizki Budi Utomo, S.T., M.T.

NIK: 045110406

Mengesahkan



Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amin Yuni Astuti, MT.

NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya 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, 4 Maret 2021
Yang membuat pernyataan,



Naufaldy Hadyan Yudhatama
(14511086)

KATA PENGANTAR

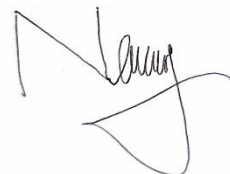
Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas ijin-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Gramedia Dan Usulan Perbaikan Waktu Siklus Dengan Mempertimbangkan *Headway* Trans Jogja. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dalam penyusunan Tugas akhir ini tentunya banyak hambatan yang dihadapi dan menjadi penghambat dalam proses penyelesaiannya. Berkaitan dengan ini, saya mengucapkan terima kasih kepada.

1. Ibu Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Proposal dan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Subarkah, M.T. dan Bapak Rizki Budi Utomo, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Kedua orangtua saya yang telah berkorban baik secara moril maupun materil
5. Seluruh teman - teman seperjuangan di Teknik Sipil UII maupun di Yogyakarta yang telah membantu saya hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat diterima dengan baik dan dapat segera direalisasikan.

Yogyakarta, 4 Maret 2021

Penulis,



Naufaldy Hadyan Yudhatama

14511086

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Simpang Bersinyal dan <i>Headway</i>	4
2.1.1 Simpang Bersinyal	4
2.1.2 <i>Headway</i>	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.2.1 Evaluasi Kinerja Simpang	4
2.2.2 Evaluasi Kinerja Simpang dengan Mikrosimulasi <i>VISSIM</i>	5
2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	6
BAB III LANDASAN TEORI	9

3.1 Persimpangan	9
3.2 Simpang Bersinyal	11
3.3 Arus Lalu Lintas, Fase Waktu Siklus dan Waktu Hijau	11
3.3.1 Arus Jenuh	12
3.3.2 Rasio Arus Dengan Arus Jenuh	18
3.3.3 Waktu Siklus sebelum Penyesuaian (Cas)	18
3.3.4 Waktu Hijau (g)	20
3.4 Kapasitas Simpang (C)	20
3.5 Derajat Kejenuhan (DS)	21
3.6 Panjang Antrean	21
3.7 Kendaraan Terhenti	24
3.8 Tundaan	24
3.9 Tingkat Pelayanan Simpang	26
3.10 <i>Headway</i>	27
3.11 Distribusi <i>Time Headway</i>	27
3.12 <i>VISSIM</i>	28
BAB IV METODE PENELITIAN	29
4.1 Jenis Penelitian	29
4.2 Lokasi Penelitian	29
4.3 Tahapan Penelitian	30
4.4. Pengumpulan Data	30
4.4.1 Peralatan Penelitian	31
4.4.2 Waktu Penelitian	32

4.4.3 Skema Penelitian	32
4.5 Pemodelan dengan Menggunakan Perangkat Lunak <i>VISSIM</i>	37
4.6 Validasi Model	40
4.7 Mekanisme Pemberian Prioritas Trans Jogja	40
4.7.1 Parameter yang Dipertimbangkan	40
4.7.2 Penentuan Alternatif	41
4.8 Diagram Alir Metode Penelitian	42
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	43
5.1 Data	43
5.2 Pemodelan Simpang Bersinyal Gramedia Dengan Menggunakan Perangkat Lunak <i>VISSIM</i>	54
5.3. Pemodelan <i>Link</i> dan Pembagian Arus Pada Software <i>VISSIM</i>	64
5.4 Validasi <i>VISSIM</i> Model dengan Rumus Statistik GEH	99
5.5 Alternatif Pemecahan Masalah	102
5.5.1 Alternatif Pemecahan I	102
5.5.2 Alternatif Pemecahan II	106
5.6 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Gramedia	111
5.6.1 Waktu Tundaan (<i>Delay Result</i>)	112
5.6.2 Panjang Antrean (<i>Queue Result</i>)	113
5.6.3 Perbandingan Kinerja Lalu Lintas	114
BAB VI DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	115
6.1 Kesimpulan	116
6.2 Saran	116

DAFTAR PUSTAKA

118

LAMPIRAN

120



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang akan Dilakukan	7
Tabel 3.1 Konversi Kendaraan Berat, Kendaraan Ringan, dan Sepeda Motor	12
Tabel 3.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	13
Tabel 3.3 Faktor Hambatan Sampling	13
Tabel 3.4 Waktu Siklus yang Disarankan	19
Tabel 3.5 Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Simpang Bersinyal	26
Tabel 5.1 Kondisi Geometrik Simpang Gramedia	43
Tabel 5.2 Data Waktu Siklus Simpang Gramedia kondisi <i>Eksisting</i>	45
Tabel 5.3 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gramedia	47
Tabel 5.4 Data <i>Time Headway</i> Trans Jogja Simpang Gramedia	50
Tabel 5.5 Rekapitulasi Kecepatan (km/jam) Periode Jam Puncak	52
Tabel 5.6 Data <i>Driving Behavior</i>	53
Tabel 5.7 Pembagian Arus <i>Link</i> Utama Lengan Utara	65
Tabel 5.8 Pembagian Arus <i>Link</i> Khusus MC Lengan Utara	67
Tabel 5.9 Pembagian Arus <i>Link</i> Khusus MC Lengan Utara 2	68
Tabel 5.10 <i>Vehicle Route Link</i> RT Lengan Barat	70
Tabel 5.11 <i>Vehicle Route Link</i> LT Lengan Barat	72
Tabel 5.12 <i>Link</i> Khusus MC RT Lengan Barat	74
Tabel 5.13 <i>Link</i> Khusus MC RT Lengan Barat 2	75
Tabel 5.14 <i>Link</i> Khusus MC RT Lengan Barat 3	76
Tabel 5.15 <i>Link</i> Khusus MC RT Lengan Barat	77
Tabel 5.16 <i>Link</i> ST Lengan Selatan	79
Tabel 5.17 <i>Link</i> LT Lengan Selatan	81
Tabel 5.18 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan	83
Tabel 5.19 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan 2	84
Tabel 5.20 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan 3	85
Tabel 5.21 <i>Link</i> Khusus MC LT Lengan Selatan	86
Tabel 5.22 <i>Link</i> ST Lengan Timur	88

Tabel 5.23 <i>Link</i> RT Lengan Timur	89
Tabel 5.24 <i>Link</i> LT Lengan Timur	91
Tabel 5.25 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur	93
Tabel 5.26 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur 2	94
Tabel 5.27 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur 3	95
Tabel 5.28 <i>Link</i> Khusus MC RT Lengan Selatan	96
Tabel 5.29 <i>Link</i> Khusus MC LT Lengan Selatan	97
Tabel 5.30 Kriteria Hasil Perhitungan GEH	99
Tabel 5.31 Hasil Validasi Uji Statistik GEH	99
Tabel 5.32 Tundaan pada Simpang Gamedia Kondisi <i>Eksisting</i>	100
Tabel 5.33 Panjang Antrean pada Simpang Gamedia Kondisi <i>Eksisting</i>	101
Tabel 5.34 Tingkat Pelayanan Simpang Gamedia Kondisi <i>Eksisting</i>	101
Tabel 5.35 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Gamedia Alternatif 1	103
Tabel 5.36 Tundaan pada Simpang Gamedia Alternatif 1	104
Tabel 5.37 Panjang Antrean pada Simpang Gamedia Alternatif 1	105
Tabel 5.38 Tingkat Pelayanan Simpang Gamedia Alternatif 1	105
Tabel 5.39 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif II	108
Tabel 5.40 Tundaan pada Simpang Gamedia Alternatif II	110
Tabel 5.41 Panjang Antrean pada Simpang Gamedia Alternatif II	110
Tabel 5.42 Tingkat Pelayanan Simpang Gamedia Alternatif 2	111
Tabel 5.43 Perbandingan Waktu Tundaan	112
Tabel 5.44 Perbandingan Nilai Panjang Antrean	113
Tabel 5.45 Perbandingan Kinerja Lalu Lintas pada Simpang	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Titik Konflik Pada Simpang Empat Lengan	10
Gambar 3.2 Faktor Koreksi Gradien (Fg)	15
Gambar 3.3 Faktor Koreksi Parkir (Fp)	16
Gambar 3.4 Faktor Koreksi Belok Kanan (FRT)	16
Gambar 3.5 Faktor Koreksi Belok Kiri (FLT)	17
Gambar 3.6 Penentuan Waktu Siklus	19
Gambar 3.7 Jumlah Antrean Kendaraan	22
Gambar 3.8 Peluang untuk Pembebanan Lebih (P _{OL})	23
Gambar 3.9 Penentuan Nilai A dalam Persamaan Tundaan	25
Gambar 3.10 Tinjauan <i>Headway</i> vs Jarak secara Mikroskopis	27
Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian	29
Gambar 4.2 Lokasi Penempatan Surveyor	33
Gambar 4.3 Survei Waktu Siklus Sinyal	35
Gambar 4.4 Survei <i>Driving Behavior</i>	36
Gambar 4.5 Diagram Alir (<i>flowchart</i>) Penelitian	42
Gambar 5.1 Geometrik Simpang Gramedia pada kondisi <i>Eksisting</i>	44
Gambar 5.2 Diagram Fase Simpang Gramedia	45
Gambar 5.3 Pengaturan Fase Simpang Gramedia	46
Gambar 5.4 Grafik Volume Lalu Lintas Pagi Hari	48
Gambar 5.5 Grafik Volume Lalu Lintas Siang Hari	48
Gambar 5.6 Grafik Volume Lalu Lintas Sore Hari	49
Gambar 5.7 Distribusi Arus pada Jam Puncak	49
Gambar 5.8 Hasil Perubahan <i>Network Setting</i>	54
Gambar 5.9 Hasil Perubahan <i>Units</i>	55
Gambar 5.10 Hasil <i>Input Background Images</i>	56
Gambar 5.11 Hasil <i>Input Set Scale</i>	56
Gambar 5.12 Pembuatan <i>Link</i>	57
Gambar 5.13 Pembuatan <i>Connector</i>	57

Gambar 5.14 Input Volume Kendaraan	58
Gambar 5.15 <i>Input Vehicle Composition</i>	58
Gambar 5.16 <i>Input Vehicle Route</i>	59
Gambar 5.17 Analisis Area Konflik	59
Gambar 5.18 <i>Input Signal Control</i>	60
Gambar 5.19 <i>Input Signal Group</i>	61
Gambar 5.20 Penyesuaian <i>Intergreen</i>	61
Gambar 5.21 <i>Input Diagram Fase</i>	62
Gambar 5.22 <i>Input Signal Head</i>	62
Gambar 5.23 <i>Input Driving Behavior</i>	63
Gambar 5.24 <i>Input Driving Behavior</i>	63
Gambar 5.25 <i>Evaluation Configuration</i>	64
Gambar 5.28 <i>Link Utama Lengan Utara pada VISSIM</i>	65
Gambar 5.29 <i>Vehicle Route Link Utama Lengan Utara</i>	66
Gambar 5.30 <i>Link Khusus MC Lengan Utara pada VISSIM</i>	66
Gambar 5.31 <i>Link Khusus MC Lengan Utara 2 pada VISSIM</i>	67
Gambar 5.32 <i>Vehicle Route Link Khusus MC Lengan Utara</i>	68
Gambar 5.33 <i>Vehicle Route Link Khusus MC Lengan Utara 3</i>	68
Gambar 5.34 Tampilan Simulasi Lengan Utara	69
Gambar 5.35 <i>Link RT Lengan Barat pada VISSIM</i>	70
Gambar 5.36 <i>Vehicle Route Link RT Lengan Barat</i>	71
Gambar 5.37 <i>Link LT Lengan Timur pada VISSIM</i>	71
Gambar 5.38 <i>Vehicle Route Link LT Lengan Barat</i>	72
Gambar 5.39 <i>Link Khusus MC RT Lengan Barat pada VISSIM</i>	73
Gambar 5.40 <i>Link Khusus MC RT Lengan Barat 2 pada VISSIM</i>	73
Gambar 5.41 <i>Link Khusus MC RT Lengan Barat 3 pada VISSIM</i>	74
Gambar 5.42 <i>Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Barat</i>	75
Gambar 5.43 <i>Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Barat 2</i>	75
Gambar 5.44 <i>Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Barat 3</i>	76
Gambar 5.45 <i>Link Khusus MC LT Lengan Barat pada VISSIM</i>	77
Gambar 5.46 <i>Vehicle Route Khusus MC RT Lengan Barat</i>	78

Gambar 5.47 Tampilan Simulasi Lengan Barat	78
Gambar 5.48 <i>Link</i> ST Lengan Selatan pada <i>VISSIM</i>	79
Gambar 5.49 <i>Vehicle Route Link</i> ST Lengan Selatan	80
Gambar 5.50 <i>Link</i> LT Lengan Selatan pada <i>VISSIM</i>	80
Gambar 5.51 <i>Vehicle Route Link</i> LT Lengan Selatan	81
Gambar 5.52 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan pada <i>VISSIM</i>	82
Gambar 5.53 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan 2 pada <i>VISSIM</i>	82
Gambar 5.54 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan 3 pada <i>VISSIM</i>	83
Gambar 5.55 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan	84
Gambar 5.56 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan 2	84
Gambar 5.57 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC ST Lengan Selatan 3	85
Gambar 5.58 <i>Link</i> Khusus MC LT Lengan Selatan pada <i>VISSIM</i>	86
Gambar 5.59 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC LT Lengan Selatan	86
Gambar 5.60 Tampilan Simulasi Lengan Selatan	87
Gambar 5.61 <i>Link</i> ST Lengan Timur pada <i>VISSIM</i>	88
Gambar 5.62 <i>Vehicle Route Link</i> ST Lengan Timur	88
Gambar 5.63 <i>Link</i> RT Lengan Timur pada <i>VISSIM</i>	89
Gambar 5.64 <i>Vehicle Route Link</i> RT Lengan Timur	90
Gambar 5.65 <i>Link</i> LT Lengan Timur pada <i>VISSIM</i>	90
Gambar 5.66 <i>Vehicle Route Link</i> LT Lengan Timur	91
Gambar 5.67 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur 1 pada <i>VISSIM</i>	92
Gambar 5.68 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur 2 pada <i>VISSIM</i>	92
Gambar 5.69 <i>Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur 3 pada <i>VISSIM</i>	93
Gambar 5.70 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur	94
Gambar 5.71 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur 2	94
Gambar 5.72 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC ST Lengan Timur 3	95
Gambar 5.73 <i>Link</i> Khusus MC RT Lengan Timur pada <i>VISSIM</i>	96
Gambar 5.74 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC RT Lengan Timur	96
Gambar 5.75 <i>Link</i> Khusus MC LT Lengan Timur pada <i>VISSIM</i>	97
Gambar 5.76 <i>Vehicle Route Link</i> Khusus MC LT Lengan Timur	98
Gambar 5.77 Tampilan Simulasi Lengan Timur	98

Gambar 5.78 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Gramedia	
Alternatif 1	103
Gambar 5.79 Fase Sinyal Simpang Gramedia Alternatif 1	104
Gambar 5.80 Penyesuaian Waktu Siklus dengan <i>Headway</i> Trans Jogja Fase 1	106
Gambar 5.81 Penyesuaian Waktu Siklus dengan <i>Headway</i> Trans Jogja Fase 2	107
Gambar 5.82 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Gramedia	
Alternatif II	109
Gambar 5.83 Fase Sinyal Simpang Gramedia Alternatif II	109
Gambar 5.84 Grafik Perbandingan Waktu Tundaan	112
Gambar 5.85 Grafik Perbandingan Nilai Panjang Antrean	113



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Survei Volume Lalu Lintas	121
lampiran 2 Formulir Survei <i>Time Headway</i>	130
Lampiran 3 Formulir Survei Kecepatan	135



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

S_o	= Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)
W_e	= Lebar efektif (m)
S	= Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)
S_o	= Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)
F_{CS}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_{SF}	= Faktor penyesuaian untuk hambatan samping
F_G	= Faktor penyesuaian untuk kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parker
F_{RT}	= Faktor penyesuaian belok kanan
F_{LT}	= Faktor penyesuaian belok kiri
L_p	= Jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama
W_A	= Lebar pendekat (m)
G	= Waktu hijau pada pendekat (detik)
C_{ua}	= Waktu siklus sinyal (detik)
LTI	= Total waktu hijau hilang per siklus (detik)
IFR	= Perbandingan arus simpang $\sum F_{rcrit}$
C	= Kapasitas (smp/jam hijau)
S	= Arus Jenuh (smp/jam hijau)
G	= Waktu Hijau (detik)
c	= Panjang Siklus (detik)
$NQ1$	= Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
D_s	= Derajat jenuh
GR	= Rasio hijau
C	= Kapasitas (smp/jam) = $S \times GR$
$NQ2$	= Jumlah smp yang datang selama fase merah
Q	= Volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik)
C	= Waktu siklus (detik)

Ds	= Derajat jenuh
GR	= Rasio hijau (detik)
DT	= Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)
DGj	= Tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (detik/smp)
SV	= Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\text{Min}(\text{NS}, 1)$
T	= Rasio kendaraan berbelok pada pendekat



ABSTRAK

Lalu lintas kendaraan pada Simpang Gamedia di Kota Yogyakarta terbilang cukup padat. Kepadatan dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, salah satunya adalah letak yang strategis pada pusat kota dekat dengan pusat wisata maupun pusat pendidikan sering menyebabkan penumpukan kendaraan sehingga terjadi kepadatan arus lalu lintas khususnya pada pagi dan sore hari. Kepadatan arus lalu lintas pada simpang mengakibatkan peningkatan waktu tempuh dan penurunan efektivitas kinerja transportasi umum khususnya Trans Jogja. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja Simpang Gamedia *eksisting* dan usulan perbaikan waktu siklus dengan mempertimbangkan *headway* Trans Jogja.

Data yang digunakan adalah data survei di lapangan selama 2 hari pada hari kerja dan hari libur, dan dilakukan analisis sesuai dengan syarat teknis simpang bersinyal menurut MKJI 1997. Selanjutnya dilakukan pemodelan dengan *software VISSIM* pada kondisi eksisting dan alternatif penanganan dengan dan tanpa mempertimbangkan *headway* Trans Jogja untuk membandingkan tundaan, panjang antrean dan tingkat pelayanan simpangnya.

Hasil dari penelitian ini didapatkan kinerja lalu lintas pada simpang eksisting menunjukkan tundaan rata-rata sebesar 13,77 detik/kendaraan, panjang antrean sebesar 45,82 meter dan nilai tingkat pelayanan C. Setelah dilakukan pengaturan waktu siklus didapatkan 2 usulan alternatif yang dapat digunakan yaitu Alternatif 1 dengan merubah waktu siklus pada simpang dari semula 93 detik menjadi 110 detik dengan mempertimbangkan nilai tundaan dan panjang antrean terkecil. Didapatkan nilai rata-rata tundaan sebesar 8,267 detik/kendaraan atau mengalami penurunan sebesar 66% dan nilai panjang antrean sebesar 39,77 meter atau mengalami penurunan sebesar 15% dibandingkan dengan kondisi eksisting. Sedangkan Alternatif 2 merubah waktu siklus simpang menjadi 104 detik dengan mempertimbangkan *headway* Trans Jogja sehingga Trans Jogja dapat melewati Simpang Gamedia dengan hambatan seminimal mungkin. Nilai rata-rata tundaan pada Alternatif 2 sebesar 8,365 detik/kendaraan atau penurunan sebesar 64% dan nilai panjang antrean sebesar 37,875 meter atau penurunan sebesar 20% bila dibandingkan dengan kondisi eksisting. Kedua alternatif juga menunjukkan tingkat pelayanan B, mengalami peningkatan apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting dengan tingkat pelayanan C.

Kata Kunci: *Headway*, MKJI 1997, Panjang antrian, Simpang bersinyal, Trans Jogja, Tundaan, *VISSIM*

ABSTRACT

Traffic Vehicle at the Gramedia intersection is quite dense. Traffic is influenced by various factors, one of them is its strategic location in the center of the city, close to the center of tourism and education that often causes the cumulation of vehicles so that a high traffic density occurred, especially in the morning and evening. The result of this high traffic density is an increasing of travel time and a decreasing of the public transportation effectiveness, especially Trans Jogja. This study was conducted to determine the performance of the existing Gramedia intersection and the proposed cycle time improvement by considering to the Trans Jogja headway.

The used data obtained directly based on a survey in the field for 2 days on weekdays and weekends, and analyzed using *technical guidance of signalized intersections according to MKJI 1997*. Then modeling by VISSIM software on existing conditions and alternative treatments at the Gramedia intersection with considering to Trans Jogja headway and without considering to Trans Jogja headway to compare the delay, queue length and level of service.

The results of this study at the existing intersection shows an average delay of 13.77 second/vehicle, Queue length is 45.82 meters and the intersection level of service value is C. After the cycle time set up, there are 2 alternative suggestions that can be used, Alternative 1 by changing the cycle time at the intersection to 110 second considering the lowest value of the delay and queue length. The average value of delay is 8.2675 seconds/vehicle or decreased by 66% and the queue length is 39.77 meters or decreased by 15% compared to existing condition. While alternative 2 is changes the cycle time of the intersection to 104 seconds considering the Trans Jogja headway so that Trans Jogja can pass through Gramedia Intersections with the minimum possible obstacles. The average value of delay in alternative 2 is 8.365 seconds/vehicle or decreased by 20% and the queue length is 37.875 meters or decrease of 20% when compared to the existing conditions. Both Alternative also show the level of service value B, increased when compared to the existing condition with the level of service value C.

Keywords: Headway, MKJI 1997, Queue length, Signalized intersection, Trans Jogja, Delay, VISSIM

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Simpang Gramedia merupakan simpang yang terletak di pusat Kota Yogyakarta, mempertemukan Jl. Cik Di Tiro, Jl. Jenderal Sudirman, dan Jl. Suroto. Simpang Gramedia merupakan simpang cukup strategis karena mempertemukan arus dari berbagai destinasi wisata dan pendidikan di Kota Yogyakarta. Namun, kondisi lalu lintas di Simpang Gramedia saat ini cukup mengkhawatirkan. Hal ini disebabkan pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan jumlah kendaraan bermotor secara pesat di Kota Yogyakarta, sehingga menyebabkan kepadatan lalu lintas meningkat.

Kepadatan lalu lintas yang meningkat juga dipengaruhi banyaknya kendaraan luar kota yang memasuki Yogyakarta karena merupakan salah satu destinasi wisata utama di Indonesia menarik wisatawan lokal maupun mancanegara, menyebabkan penumpukan kendaraan di berbagai titik di pusat kota, salah satunya pada simpang ini. Dampak paling besar dirasakan oleh transportasi umum yang melalui simpang tersebut, penumpukan kendaraan menyebabkan waktu tempuh transportasi umum meningkat dan menyebabkan efektivitas kinerjanya menurun.

Trans Jogja merupakan angkutan perkotaan yang merupakan angkutan utama di Kawasan Perkotaan Yogyakarta, yang meliputi seluruh Kota Yogyakarta, sebagian Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Sebagian besar rute trayeknya melalui Simpang Gramedia, apabila terjadi penumpukan kendaraan, Trans Jogja mengalami keterlambatan pada seluruh titik pemberhentian selanjutnya. Untuk mengatasi hal ini dibutuhkan solusi dengan merubah atau mengoptimalkan Simpang Gramedia sebaik mungkin dengan cara memprioritaskan perjalanan Trans Jogja untuk meminimalisasi keterlambatannya, sehingga Trans Jogja dapat memberikan pelayanan terbaik kepada seluruh masyarakat.

Optimalisasi simpang tersebut diharapkan dapat bermanfaat bagi aksesibilitas bus Trans Jogja khususnya yang melewati Simpang Gramedia agar menjadi lebih teratur. Namun untuk mencapai tujuan tersebut secara sempurna terdapat hal yang harus diperhatikan, seperti tata guna lahan yang terlalu dekat dengan pusat pemukiman dan perkotaan, sehingga tidak ada lagi lahan untuk pelebaran jalan maupun penambahan rute khusus karena di sekitar simpang sudah dipenuhi oleh bangunan. Solusi untuk mengoptimalkan kinerja simpang dapat dilakukan dengan pengaturan fase sinyal agar Trans Jogja dapat diprioritaskan.

Terkait permasalahan di atas, beberapa alternatif dapat diterapkan untuk mengoptimalkan kinerja simpang tersebut, penelitian fokus pada perubahan sinyal untuk meminimalisasi penumpukan kendaraan. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan waktu tempuh Trans Jogja yang melewati simpang tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software VISSIM* yang merupakan perangkat lunak multi-moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain, sehingga *VISSIM* menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dirumuskan 4 (empat) permasalahan utama yang diteliti, yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja Simpang Gramedia pada kondisi eksisting?
2. Bagaimana usulan penanganan untuk meningkatkan kinerja simpang dengan mempertimbangkan aspek *headway* Bus Trans Jogja ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mengetahui kinerja Simpang Gramedia pada kondisi eksisting.
2. Mengetahui usulan penanganan untuk meningkatkan kinerja simpang mempertimbangkan aspek *headway* Bus Trans Jogja.
3. Mengetahui perbandingan usulan penanganan kinerja simpang dengan memperhatikan *headway* Trans Jogja dan tanpa memperhatikan *headway* Trans Jogja.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kinerja simpang bersinyal Gramedia pada kondisi eksisting.
2. Mengetahui cara memaksimalkan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) dengan memperhatikan pengaruhnya terhadap *headway* Trans Jogja.
3. Mengetahui usulan untuk meningkatkan kinerja simpang bersinyal Gramedia dengan memperhatikan *headway* Trans Jogja dan tanpa memperhatikan *headway* Trans Jogja.
4. Memberikan referensi kepada instansi terkait dan pihak yang berkepentingan di dalam perencanaan lalu lintas serta dampaknya terhadap Trans Jogja pada Simpang Bersinyal Gramedia

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas maka penelitian memerlukan batasan-batasan sebagai berikut.

1. Pengambilan data primer berupa survei lalu lintas dilakukan di 2 hari kerja dan 1 hari libur pada jam puncak (*peak hour*).
2. Pengambilan data *headway* Trans Jogja dilakukan 1 hari kerja pada jam puncak (*peak hour*).
3. Jenis kendaraan yang ditinjau yaitu semua jenis kendaraan bermotor.
4. Pengambilan data geometrik simpang dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan.

5. Data volume kendaraan pada simpang bersinyal Gramedia ini didapatkan dengan cara menghitung secara manual sesuai waktu yang telah ditentukan.
6. Analisis dan pemodelan menggunakan perangkat lunak *VISSIM*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpang Bersinyal dan *Headway*

2.1.1 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Berdasarkan MKJI 1997, tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan yaitu sebagai berikut.

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

2.1.2 *Headway*

Headway adalah waktu antara satu kendaraan dengan kendaraan lain yang berurutan di belakangnya pada satu rute yang sama. *Headway* makin kecil menunjukkan frekuensi semakin tinggi, sehingga menyebabkan waktu tunggu yang rendah. Hal ini merupakan kondisi yang menguntungkan bagi penumpang, namun di sisi lain menyebabkan proses *bunching* atau saling menempel antar kendaraan dan ini mengakibatkan gangguan pada arus lalu lintas lainnya. (Asikin, 2001).

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Evaluasi Kinerja Simpang

Dasar atau acuan yang berupa teori-teori atau temuan-temuan melalui hasil berbagai penelitian sebelumnya merupakan hal yang sangat perlu dan dapat dijadikan sebagai data pendukung. Judul-judul penelitian terdahulu yang dijadikan bahan pertimbangan adalah topik yang sangat bersinggungan dengan penelitian yang hendak dilakukan. Dalam hal ini, fokus penelitian terdahulu adalah terkait

dengan studi tentang *headway* dan simpang bersinyal yang sudah mulai dilakukan oleh beberapa peneliti di Indonesia. Dengan menelaah penelitian-penelitian yang sudah ada diharapkan pengulangan atau plagiasi dapat dihindari.

Aminsyah (2004) melakukan analisis kondisi *eksisting* Simpang Jalan Aziz Chan-Proklamasi-M. Yamin jika diberlakukan pembatasan rute angkot dan mendapatkan hasil yaitu pada kondisi *eksisting* pada Simpang Aziz Chan-Proklamasi-M Yamin ternyata masih bisa dioptimasi dengan menjadikan 3 fase, menyeragamkan lebar lajur belok kiri langsung 2,5 m dan menyeragamkan waktu *intergreen* 5 detik, yang menghasilkan perbaikan kinerja persimpangan yang cukup besar. Optimasi dengan merubah rute angkot dapat menghasilkan kinerja persimpangan yang lebih optimal lagi, yang disertai dengan usulan rute baru selanjutnya setelah angkot belok kiri di persimpangan.

Arief dan Nahdalina (2014) melakukan penelitian dengan judul Analisis Penerapan Transit Signal Priority (TSP) pada Sistem Transjakarta Busway (Studi Kasus: Koridor VI, Ragunan – Kuningan). Berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa setelah diterapkan Transit Signal Priority (TSP), waktu tempuh rata-rata bus transjakarta pada periode *peak* menjadi 23,36 menit ke arah Utara dan 19,72 menit ke arah Selatan. Dengan demikian terjadi pengurangan waktu tempuh rata-rata sebesar 24,39 persen ke arah Utara dan 25,86 persen ke arah Selatan. Pada periode *off peak* menjadi 20,12 menit ke arah Utara dan 15,77 menit ke arah Selatan. Dengan demikian terjadi pengurangan waktu tempuh rata-rata sebesar 26,44 persen ke arah utara dan 34,92 persen ke arah Selatan. Maka disimpulkan bahwa dengan menerapkan TSP pada periode *peak* dan *off peak* dapat mengurangi waktu tempuh Bus Transjakarta.

2.2.2 Evaluasi Kinerja Simpang dengan Mikrosimulasi VISSIM

Cahyaning (2016) dalam penelitian penggunaan *software VISSIM* untuk analisis simpang bersinyal dan pengaruhnya terhadap angkutan umum (studi kasus Simpang Bersinyal Pamungkas Jalan Kaliurang km 14). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja Simpang Bersinyal Pamungkas pada kondisi *eksisting*, bagaimana cara meningkatkan kinerja Simpang Bersinyal Pamungkas, bagaimana

cara meningkatkan kinerja Simpang Bersinyal Pamungkas dengan memperhatikan pengaruhnya terhadap angkutan umum Jogja - Kaliurang, dan mengetahui kinerja Simpang Bersinyal Pamungkas pada kondisi 5 tahun mendatang.

Windarto (2016) dalam penelitian *software VISSIM* untuk analisis simpang bersinyal dan pengaruhnya terhadap angkutan umum (studi kasus Simpang Pelemgurih). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pada kinerja simpang bersinyal di jalan perkotaan Yogyakarta khususnya Simpang Pelemgurih Yogyakarta, mengevaluasi kinerja Simpang Bersinyal Pelemgurih Yogyakarta, dan memberikan alternatif solusi yang berupa rekomendasi terbaik untuk menyelesaikan masalah terkait yang ada pada Simpang Bersinyal Pelemgurih sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan.

Aryandi (2014) dalam penelitian penggunaan *software VISSIM* untuk analisis simpang bersinyal (studi kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kehandalan *software VISSIM* untuk diterapkan dalam analisis masalah transportasi di Indonesia, dalam penelitian ini di Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta, membandingkan hasil analisis panjang antrean maksimum, minimum dan rata-rata dengan menggunakan *software VISSIM* dan hasil survei di lapangan, mengetahui prediksi tundaan yang terjadi pada simpang eksisting.

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

Perbedaan antara penelitian yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini dengan penelitian yang telah disebutkan di atas dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang Dilakukan
Peneliti	Aminsyah (2004)	Arief dan Nahdalina (2014)	Cahyaning (2016)	Windarto (2016)	Aryandi (2014)	Yudhatama (2019)
Judul penelitian	Optimalisasi Persimpangan dengan Alternatif Mengalihkan Rute Angkot.	Analisis Penerapan <i>Transit Signal Priority (TSP)</i> Pada Sistem Transjakarta Busway (Studi Kasus: Ragunan – Kuningan).	Optimalisasi Kinerja Simpang 3 Bersinyal Pamungkas dan Pengaruhnya terhadap Angkutan Umum.	Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software <i>VISSIM</i> (Studi Kasus Simpang Bersinyal Pelemgurih Yogyakarta).	Penggunaan Software <i>VISSIM</i> untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta).	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Gramedia dan Usulan Perbaikan Waktu Siklus dengan Mempertimbangkan <i>Headway</i> Trans Jogja.
Tujuan penelitian	Melakukan tinjauan dan analisis terhadap kondisi <i>eksisting</i> simpang dan jika diberlakukan pembatasan rute angkot.	Mengevaluasi dampak dari penerapan TSP pada Sistem Transjakarta Busway Koridor VI yaitu dari Ragunan sampai Kuningan.	Mengetahui kinerja Simpang Bersinyal Pamungkas pada kondisi <i>eksisting</i> , bagaimana cara meningkatkan kinerja Simpang Bersinyal Pamungkas dan meningkatkan kinerja Simpang Bersinyal Pamungkas dengan memperhatikan pengaruhnya terhadap angkutan umum Jogja-Kaliurang.	Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pada kinerja Simpang bersinyal di jalan perkotaan Yogyakarta khususnya Simpang Pelemgurih Yogyakarta, mengevaluasi kinerja Simpang Bersinyal Pelemgurih Yogyakarta.	Mengetahui kehandalan software <i>VISSIM</i> untuk diterapkan dalam analisis masalah transportasi di Indonesia, dalam penelitian ini di Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta, membandingkan hasil analisis panjang antrian maksimum, minimum dan rata-rata dengan menggunakan software <i>VISSIM</i> dan hasil survei di lapangan, mengetahui prediksi tundaan yang terjadi pada simpang <i>eksisting</i> .	Mengetahui kinerja Simpang Bersinyal Gramedia pada kondisi <i>eksisting</i> dan cara meningkatkan kinerja Simpang Bersinyal Gramedia dengan memperhatikan pengaruhnya terhadap Trans Jogja.

Sumber: Aminsyah (2004), Arief dan Nahdalina (2014), Cahyaning (2016), Windarto (2016), Aryandi (2014)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang Dilakukan
Peneliti	Aminsyah (2004)	Arief dan Nahdalina (2014)	Cahyaning (2016)	Windarto (2016)	Aryandi (2014)	Yudhatama (2019)
Metode penelitian	Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 serta membandingkan kondisi eksisting dengan usulan alternatif.	Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan <i>software VISSIM</i> kemudian dicari skenario terbaik yang mungkin diterapkan di koridor yang diteliti.	Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan menggunakan <i>software VISSIM</i> .	Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan menggunakan <i>software VISSIM</i> Serta membandingkan hasil analisis panjang antrian maksimum, minimum dan rata-rata.	Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan menggunakan <i>software VISSIM</i> serta membandingkan hasil analisis panjang antrian maksimum, minimum dan rata-rata.	Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan menggunakan <i>software VISSIM</i> dengan mempertimbangkan <i>headway</i> Trans Jogja.

Sumber: Aminsyah (2004), Arief dan Nahdalina (2014), Cahyaning (2016), Windarto (2016), Aryandi

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Persimpangan

Berdasarkan MKJI 1997, persimpangan adalah pertemuan dua jalan atau lebih yang bersilangan. Umumnya simpang terdiri dari simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan. Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan persimpangan. Masalah masalah yang terkait pada persimpangan adalah sebagai berikut ini.

- a. Volume dan kapasitas (secara langsung mempengaruhi hambatan).
- b. Desain geometrik dan kebebasan pandangan.
- c. Perilaku lalu lintas dan panjang antrean.
- d. Kecepatan.
- e. Pengaturan lampu jalan.
- f. Kecelakaan dan keselamatan.
- g. Parkir.

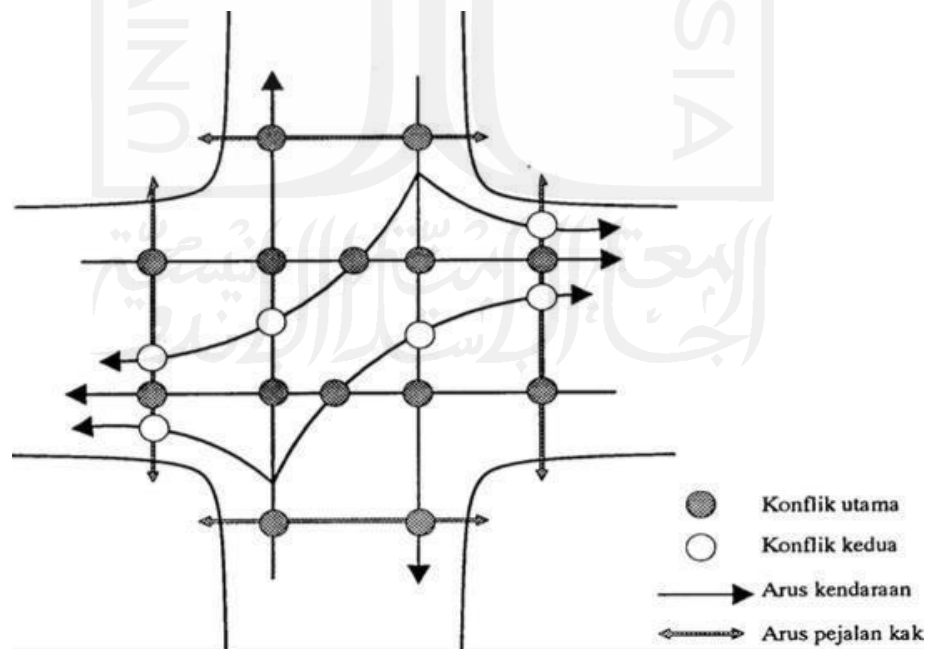
Menurut Morlok, E.K. (1991) jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu.

1. Persimpangan sebidang (*At Grade Intersection*) yaitu pertemuan dua atau lebih jalan raya dalam satu bidang yang mempunyai elevasi yang sama. Desain persimpangan ini berbentuk huruf T, huruf Y, persimpangan empat kaki, serta persimpangan berkaki banyak.

2. Persimpangan tak sebidang (*Grade Separated Intersection*) yaitu suatu persimpangan antara jalan yang satu dengan jalan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi antara keduanya. Lintasan kendaraan pada simpang menimbulkan titik konflik yang berdasarkan alih gerak kendaraan terdapat 4 (empat) jenis dasar titik konflik seperti berikut.

1. Berpencar (*diverging*)
2. Bergabung (*merging*)
3. Bersilangan (*weaving*)
4. Berpotongan (*crossing*)

Jumlah potensial titik konflik pada simpang tergantung dari jumlah arah gerakan, jumlah lengan simpang, jumlah lajur dari setiap lengan simpang dan pengaturan simpang. Pada titik konflik tersebut berpotensi terjadinya kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Pada simpang empat lengan, titik-titik konflik yang terjadi terdiri dari 16 titik *crossing*, 8 titik *diverging*, dan 8 titik *merging* seperti ditunjukkan Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Titik Konflik Pada Simpang Empat Lengan

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

3.2 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Berdasarkan MKJI 1997, tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan adalah sebagai berikut ini.

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

3.3. Arus Lalu Lintas (Q)

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap arus gerakan kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor (Q_{LV} , Q_{HV} , dan Q_{MC}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekuivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Menurut Abubakar, dkk., (1995), karakteristik arus lalu lintas terdiri adalah sebagai berikut ini.

1. Karakteristik Primer

Karakteristik primer dari arus lalu lintas ada tiga macam, yaitu : volume, kecepatan, dan kepadatan.

2. Karakteristik Sekunder

Karakteristik sekunder yang terpenting adalah jarak-antara. Ada dua parameter jarak-antara yaitu waktu-antara kendaraan dan jarak-antara kendaraan.

Untuk menentukan nilai konversi kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor digunakan Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Konversi Kendaraan Berat, Kendaraan Ringan, dan Sepeda Motor

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Kendaraan Ringan (LV)	1	1,0
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

3.3.1. Arus Lalu Lintas, Fase Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan rata rata antrean di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau). Arus jenuh untuk simpang bersinyal dapat dihitung dengan langkah-langkah.

1. Menentukan arus jenuh dasar (S_o) untuk setiap pendekat. Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) digunakan Persamaan 3.1 berikut.

$$S_o = (780 \text{ atau } 600) \times W_e \text{ (smp/jam hijau)} \quad (3.1)$$

Keterangan :

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

W_e = lebar efektif (m)

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

2. Menghitung nilai arus jenuh S yang disesuaikan digunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam hijau)} \quad (3.2)$$

Keterangan :

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

S_o = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
 F_{SF} = Faktor penyesuaian untuk hambatan samping
 F_G = Faktor penyesuaian untuk kelandaian
 F_P = Faktor penyesuaian parker
 F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan
 F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Untuk menentukan Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) digunakan Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1
Sangat Besar	>3,0	1,05

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Sedangkan untuk menentukan faktor hambatan samping perlu diketahui dulu kelas dari hambatan samping tersebut. Berikut data hambatan samping berdasarkan jumlah bobot kejadian dan kondisi wilayah tempat kejadian pada Tabel 3.3 berikut ini.

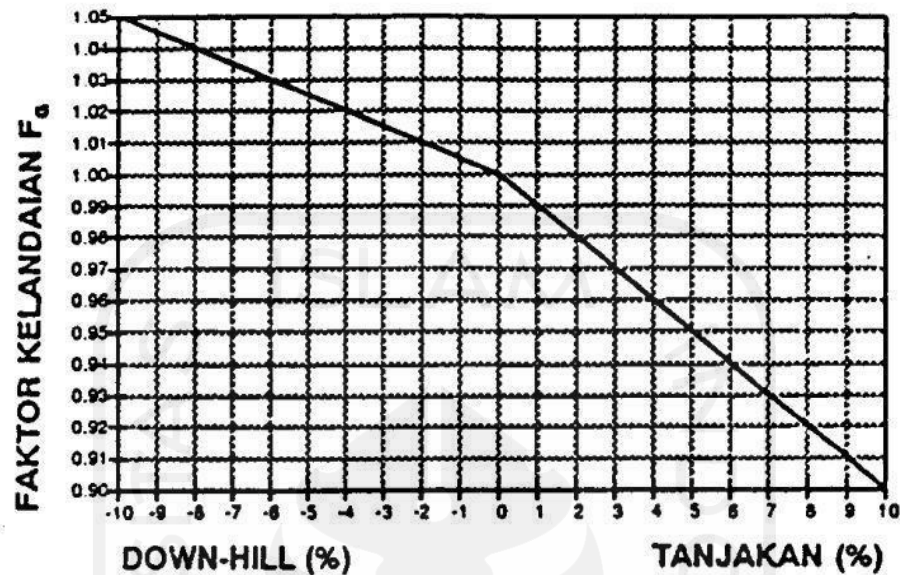
Tabel 3.3 Faktor Hambatan Samping

Tipe Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor				
			0	0,05	0,1	0,15	0,2
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85
		Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75
		Terlindung Terlawan	0,94	0,92 0,9	0,89	0,88	0,86
	Sedang	Terlindung	0,95	0,93	0,86	0,81	0,76
	Rendah		0,95		0,9	0,89	0,87
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,9	0,87
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,8
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88
Akses Terbatas (RA)	T/S/R	Terlawan	1	0,95	0,9	0,85	0,8
		Terlindung	1	0,98	0,95	0,93	0,9

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Untuk menentukan angka faktor koreksi gradien (F_G) dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini. Faktor gradien adalah fungsi dari kelandaian lengan

simpang dimana sesuai kondisi lapangan berapa persen tanjakan ataupun turunan jalan yang diteliti.



Gambar 3.2 Faktor Koreksi Gradien (F_G)

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Sedangkan faktor koreksi parkir (F_P), adalah jarak dari garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lebar pendekat (*approach*), dapat ditentukan dari Persamaan 3.3 di bawah ini atau juga dapat menggunakan Gambar 3.3, cara penggunaan grafik tersebut adalah menentukan lebar pendekat (WA) lalu tentukan garis henti parkir dan tarik sesuai garis lebar pendekat dan tarik arah ke kiri untuk mendapatkan nilai (F_P) dapat dilihat pada Persamaan 3.3 dan Gambar 3.3 berikut ini.

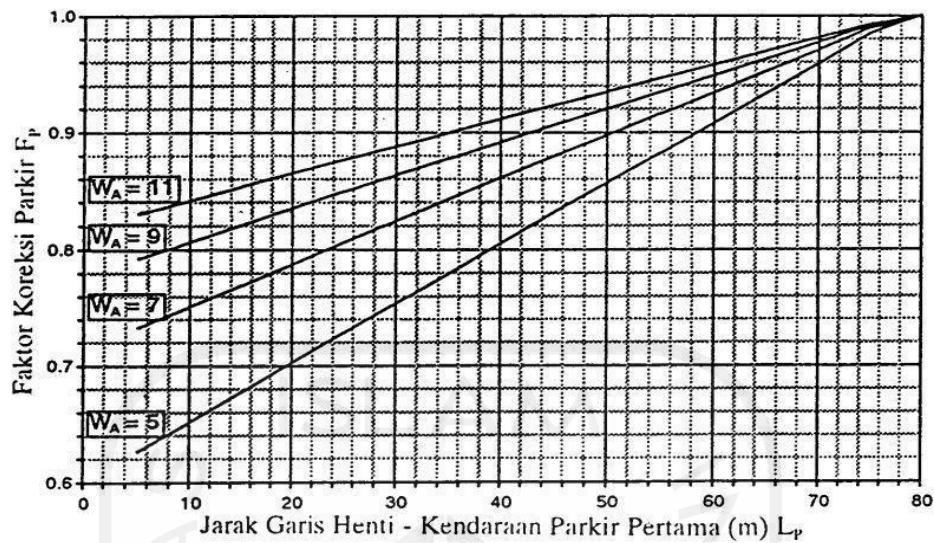
$$FP = (Lp / 3 - (WA - 2) \times (Lp / 3 - g) / WA) / g \quad (3.3)$$

Dengan:

L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama

WA = lebar pendekat (m)

G = waktu hijau pada pendekat (detik)

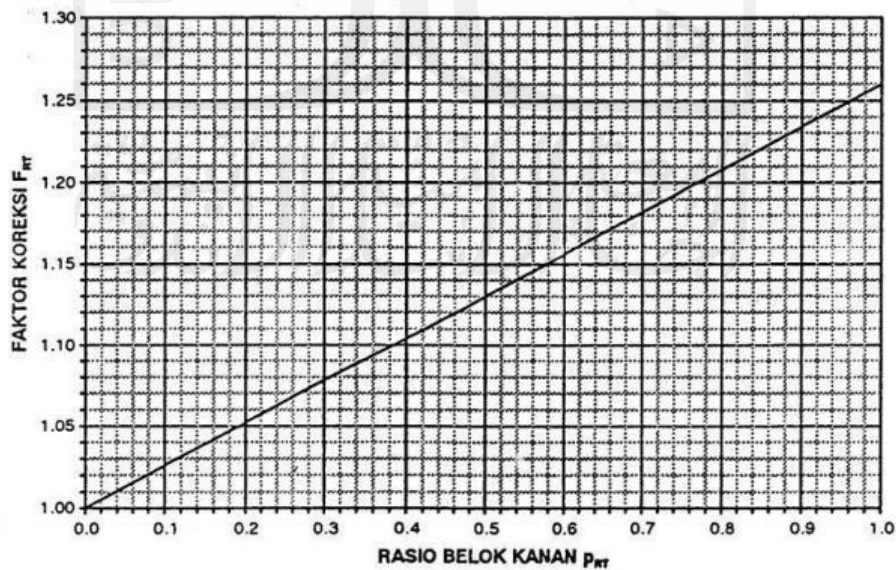


Gambar 3.3 Faktor Koreksi Parkir (F_p)

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Penentuan faktor koreksi untuk nilai arus jenuh dasar selanjutnya adalah hanya untuk tipe pendekat P yaitu sebagai berikut.

1. Faktor koreksi belok kanan (F_{RT}), ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang belok kanan (P_{RT}), faktor ini hanya untuk pendekat P. Dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.

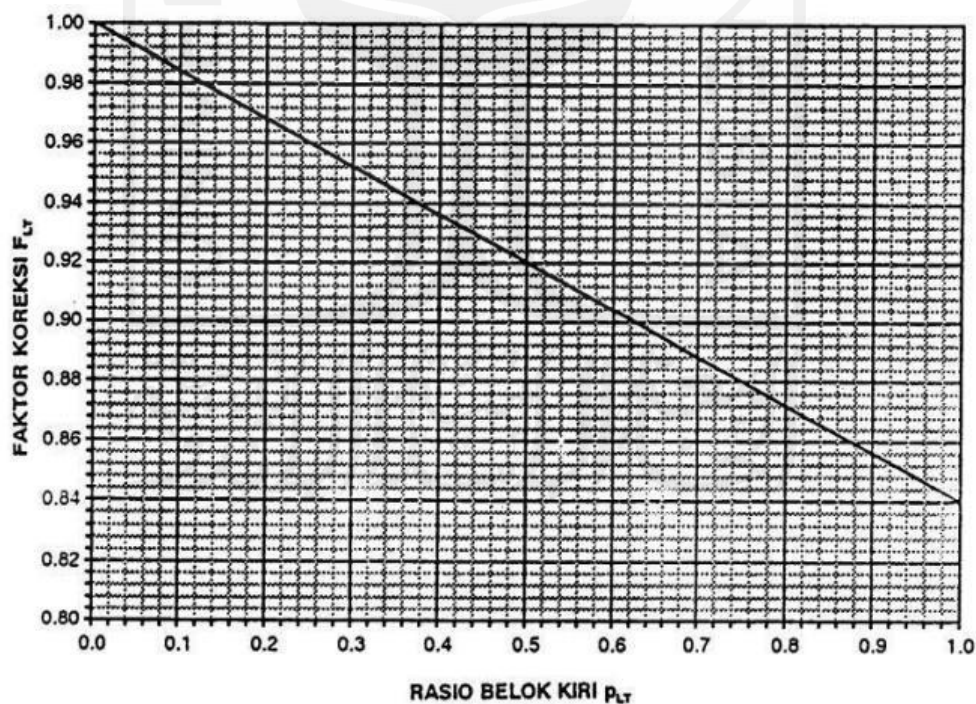


Gambar 3.4 Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{RT})

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Jalan dua arah tanpa median, kendaraan belok kanan dari arus berangkat terlindung (pendekat tipe P) mempunyai kecenderungan untuk memotong garis tengah jalan sebelum melewati garis henti ketika menyelesaikan belokannya, hal ini menyebabkan peningkatan rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh.

2. Faktor koreksi belok kiri (F_{LT}), ditentukan sebagai fungsi perbandingan belok kiri (P_{LT}). Faktor ini hanya untuk tipe pendekat tanpa LTOR lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa penyediaan belok kiri langsung, kendaraan-kendaraan belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat-pendekat terlawan (tipe O) pada umumnya lebih lambat, maka tidak diperlukan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri. Seperti pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{LT})

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

3.3.2 Rasio Arus dengan Arus Jenuh

Perhitungan perbandingan arus (Q) dengan arus jenuh (S) untuk tiap pendekat dapat dirumuskan dengan Persamaan 3.4 di bawah ini.

$$FR = Q/S \quad (3.4)$$

Perbandingan arus kritis (FRcrit) yaitu nilai perbandingan arus tertinggi dalam tiap fase. Jika nilai perbandingan arus kritis untuk tiap fase dijumlahkan didapat perbandingan arus simpang berikut pada Persamaan 3.5 berikut ini.

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \quad (3.5)$$

Perbandingan fase (*phase ratio*, PR) untuk tiap fase merupakan suatu fungsi perbandingan antara FRcrit dengan IFR dapat menggunakan Persamaan 3.6 di bawah ini.

$$PR = FR_{crit} / IFR \quad (3.6)$$

3.3.3 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua)

Waktu siklus untuk fase, dapat dihitung dengan rumus atau pada Gambar 3.5. Waktu siklus hasil perhitungan ini merupakan waktu siklus optimum, yang menghasilkan tundaan kecil dapat menggunakan Persamaan 3.7 dan Gambar 3.6 berikut ini.

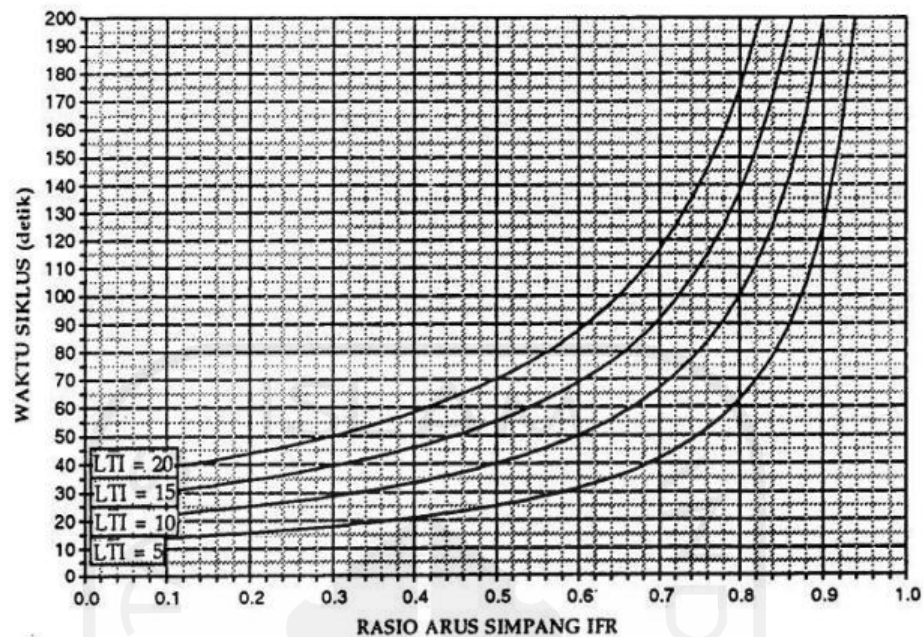
$$C_{ua} = \frac{1,5 \times LT1 + 5}{(1 - IFR)} \quad (3.7)$$

Dengan:

Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = total waktu hijau hilang per siklus (detik)

IFR = perbandingan arus simpang $\sum FR_{crit}$



Gambar 3.6 Penentuan Waktu Siklus

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Jika alternatif sinyal yang direncanakan kemudian dievaluasi menghasilkan nilai yang rendah untuk ($IFR = LT/c$), maka hasil ini lebih efisien. Cara menentukan waktu siklus dengan menggunakan Gambar 3.5 adalah menentukan Rasio IFR sesuai perhitungan dan tarik garis ke atas sesuai kehilangan waktu hijau masing-masing lalu tarik garis ke kiri untuk mendapatkan waktu siklus. Waktu siklus yang dihasilkan diharapkan sesuai batas yang disarankan oleh MKJI 1997, sebagai pertimbangan teknik lalu lintas yang diterangkan dalam Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Waktu Siklus yang Disarankan

Tipe Kontrol	Waktu Siklus yang Layak (Detik)
2 fase	40 - 80
3 fase	50 - 100
4 fase	80 - 130

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Nilai-nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar jalan $< 10\text{m}$, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih besar. Waktu siklus lebih rendah dari nilai yang disarankan, melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus yang sangat khusus (simpang yang sangat besar) karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan. Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi daripada batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari denah simpang tersebut adalah tidak mencukupi.

3.3.4 Waktu Hijau (g)

Perhitungan waktu hijau untuk tiap fase dijelaskan dengan rumus yang terdapat pada Persamaan 3.8 di bawah ini.

$$g_i = (cua - LTI) \times PR_i \quad (3.8)$$

Dengan :

- g_i = waktu hijau dalam fase – i (detik)
- cua = waktu siklus yang ditentukan
- LTI = total waktu hilang per siklus
- PR_i = perbandingan fase FR_{crit} : $(\sum FR_{crit})$

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki ketika menyeberang jalan.

3.4 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau. Kapasitas pada simpang dihitung pada setiap pendekat ataupun kelompok lajur di dalam suatu pendekat. Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus.

$$C = S \times g/c \quad (3.9)$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam hijau);
 S = Arus jenuh (smp/jam hijau);
 g = Waktu hijau (detik);
 c = Waktu siklus (detik).

3.5 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah :

$$DS = Q/C \quad (3.10)$$

3.6 Jumlah Antrean

Dari derajat jenuh dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrean smp (NQ1) yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu. Didapat Persamaan 3.11 dan Gambar 3.6 berikut ini.

Untuk $DS > 0,5$

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + 8 \times (DS-0,5)C}] \quad (3.11)$$

Untuk $DS \leq 0,5$

$$NQ1 = 0 \quad (3.12)$$

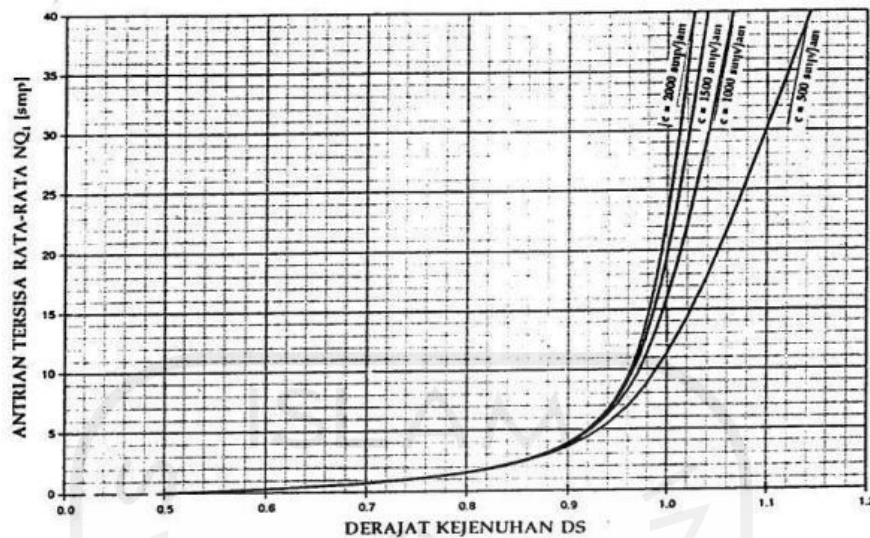
Dengan :

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = derajat jenuh

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam) = S x GR



Gambar 3.7 Jumlah Antrean Kendaraan

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Untuk menentukan NQ1 dapat menggunakan Persamaan 3.12 ataupun Gambar 3.7, yaitu dengan menentukan DS sesuai analisis lalu tarik ke atas sampai tegak lurus dengan kapasitas yang digunakan lalu tarik garis ke kiri untuk mendapatkan nilai NQ1. Kemudian dihitung jumlah antrean smp yang datang selama fase merah (NQ2), dengan Persamaan 3.13 berikut ini.

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR-1-GR \times DS} \times \frac{1-GR}{1-GR} \times DS \times Q / 3600 \quad (3.13)$$

dengan :

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

Q = volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik)

c = waktu siklus (detik)

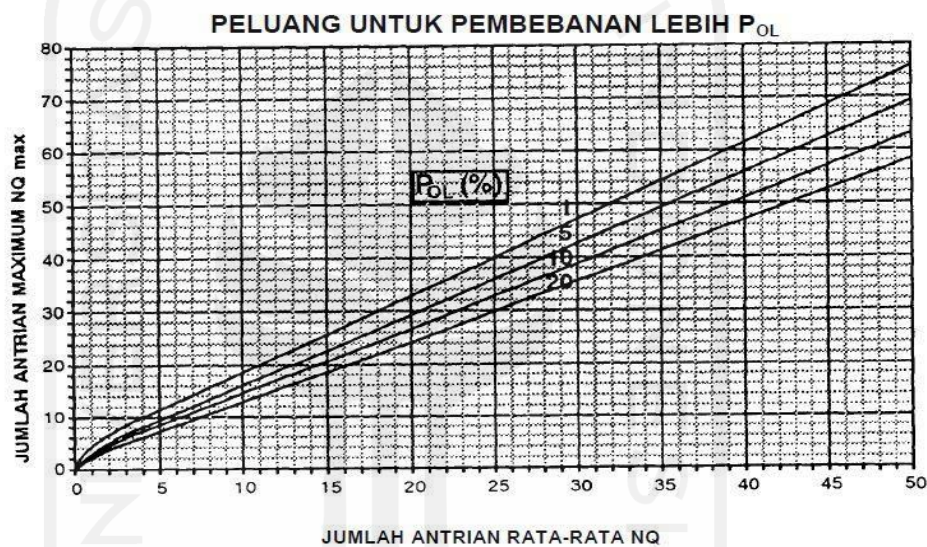
DS = derajat jenuh

GR = rasio hijau (detik)

Untuk menghitung jumlah antrean total dengan menjumlahkan kedua hasil di atas.

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (3.14)$$

Untuk menentukan NQMAX dapat dicari dari Persamaan 3.14 di atas, dengan menghubungkan nilai NQ dan probabilitas *overloading* P_{OL} (%). Untuk perencanaan dan desain disarankan nilai $P_{OL} < 5\%$, sedangkan untuk operasional P_{OL} 5 - 10 %.



Gambar 3.8 Peluang untuk Pembebanan Lebih (P_{OL})

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Menentukan pembebanan lebih (P_{OL}) dapat menggunakan grafik sesuai Gambar 3.8 di atas, caranya adalah menentukan berapa *probaility* yang akan direncanakan lalu tentukan nilai NQ rata-rata tarik garis keatas sesuai *probaility* yang digunakan dan tarik ke kiri mendapatkan nilai NQMAX. Penghitungan panjang antrean (QL) didapat dari perkalian antara NQMAX dengan rata-rata area yang ditempati tiap smp (20 m²) dan dibagi lebar masuk (*Wentry*), dapat dilihat pada Persamaan 3.15 berikut ini

$$QL = NQmax \times 20Wentry \text{ (meter)} \quad (3.15)$$

3.7 Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) adalah jumlah rata-rata berhenti per smp, termasuk berhenti berulang dalam antrean. Angka henti pada masing-masing pendekat dapat dihitung berdasarkan Persamaan 3.16 berikut.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (3.16)$$

Dengan :

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) pada masing-masing pendekat dapat dihitung dengan Persamaan 3.17 berikut.

$$NSV = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \quad (3.17)$$

Angka henti seluruh simpang didapatkan dengan membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend/jam dapat dihitung dengan Persamaan 3.18 berikut.

$$NSTOT = NSV / QTOT \quad (3.18)$$

3.8 Tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata tiap pendekat dapat ditentukan dengan Persamaan 3.19 dan Persamaan 3.20 berikut di bawah ini.

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \quad (3.19)$$

Dengan :

DT = tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

C = waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times ds)} \quad (3.20)$$

Dengan :

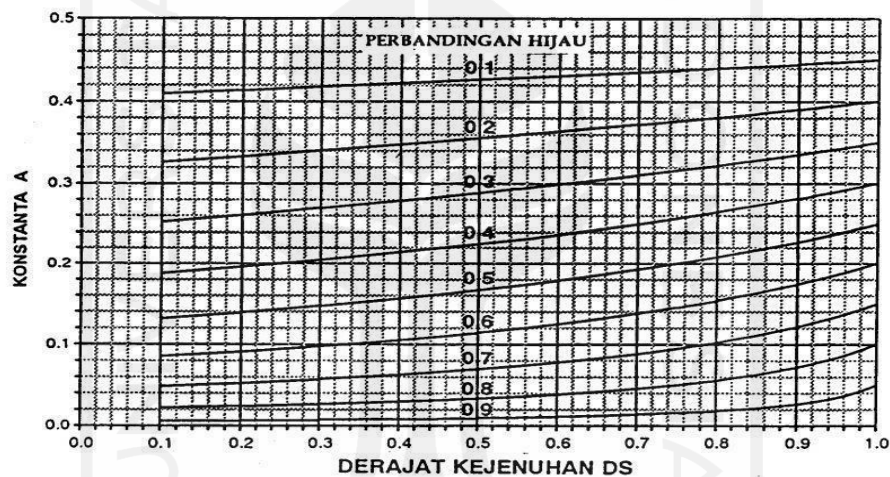
GR = rasio hijau (g/c)

ds = derajat kejenuhan

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

Nilai A merupakan fungsi dari perbandingan hijau (GR) dan derajat jenuh (ds) yang diperoleh dari Gambar 3.9 yaitu dengan menggunakan nilai (DS) pada sumbu horizontal dan memilih *green ratio* yang sesuai kemudian tarik garis mendarat maka didapat nilai A pada sumbu vertikal.



Gambar 3.9 Penentuan Nilai A dalam Persamaan Tundaan

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Tundaan geometrik rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau dihentikan oleh lampu lalu lintas dihitung berdasarkan Persamaan 3.21 berikut ini

$$DGJ = (1 - SV) \times T \times 6 + (SV \times 4) \quad (3.21)$$

Dengan :

DGj = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (detik/smp)

SV = rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\text{Min}(NS, 1)$

T = rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Tundaan geometrik rata-rata LTOR diambil sebesar 6 detik. Tundaan rata-rata (det/smp) adalah penjumlahan dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometrik rata-rata ($D=DT + DG$). Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_1) didapat dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total seperti pada Persamaan 3.22 berikut ini.

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D_j)}{Q_{tot}} \quad (3.22)$$

3.9 Tingkat Pelayanan Simpang

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan PM 96 tahun 2015 tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan menurun, suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan. Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti Tabel 3.5.

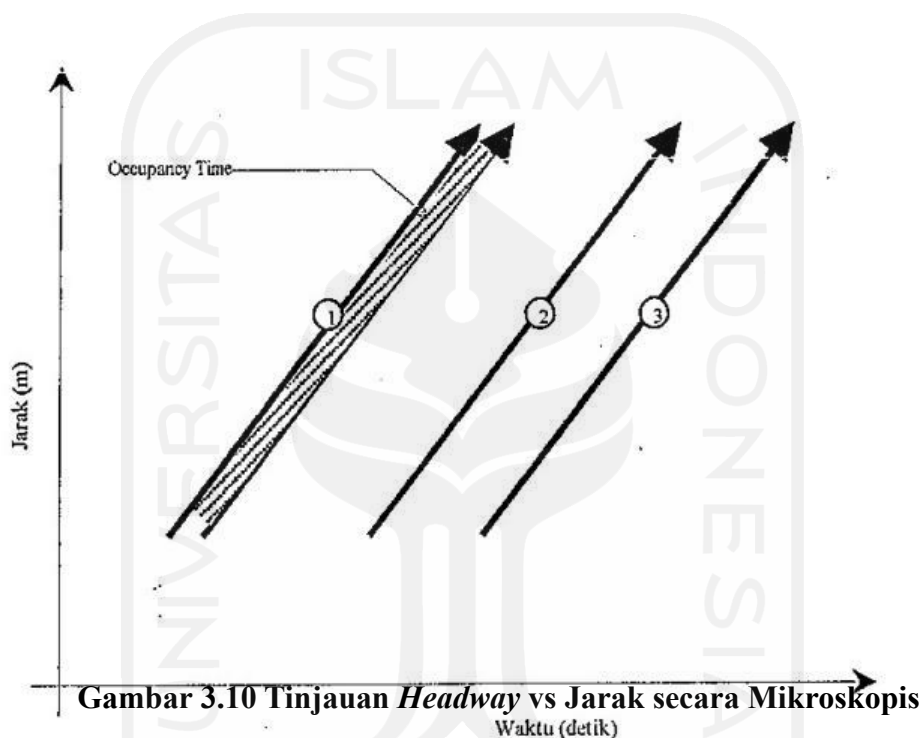
Tabel 3.5. Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Simpang Bersinyal

Tingkat Pelayanan (LOS)	Tundaan (detik per kendaraan)
A	$\leq 5,0$
B	5,1 - 15,0
C	15,1 - 25,0
D	25,1 - 40,0
E	40,1 - 60,0
F	$> 60,0$

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: PM 96 Tahun 2015

3.10 Headway

May, A.D. (1990) memberikan gambaran detail dari *time headway* yang dapat dilihat pada Gambar 3.10, dimana sumbu *horizontal* menunjukkan waktu sedangkan sumbu *vertikal* mewakili jarak. Waktu kedatangan untuk masing-masing kendaraan diwakili oleh t_1 , t_2 , t_3 , dan t_4 .



Gambar 3.10 Tinjauan *Headway* vs Jarak secara Mikroskopis

Sumber: May, A.D. (1990)

3.11 Distribusi *Time Headway*

Distribusi *time headway* untuk kondisi arus di lapangan pada umumnya bervariasi tergantung pada tingkat kepadatan arus lalu lintas yang ada. Misalnya pada kondisi arus yang rendah distribusi *time headway* antara kendaraan biasanya bersifat acak mengingat pada kondisi arus rendah interaksi antara kendaraan dianggap kecil. Untuk arus padat dimana interaksi kendaraan sangat besar, distribusi *time headway* bersifat seragam atau konstan. Sedangkan untuk arus sedang dimana interaksi kendaraan bersifat campuran (May, A.D. 1990).

Interaksi elemen hasil pengamatan arus lalu lintas jalan raya seperti perilaku pengemudi mempunyai nilai yang tetap, namun tidak demikian halnya dengan kondisi jalan maupun cuaca. Untuk itu diperlukan teori peluang untuk menggambarkan dan memperoleh nilai dalam analisis lalu lintas, salah satunya dalam analisis *headway*.

3.12 VISSIM

Menurut PTV-AG (2011), *VISSIM* adalah perangkat lunak multi-moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain, sehingga *VISSIM* menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas. *VISSIM* dikembangkan oleh PTV (*Planung 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.

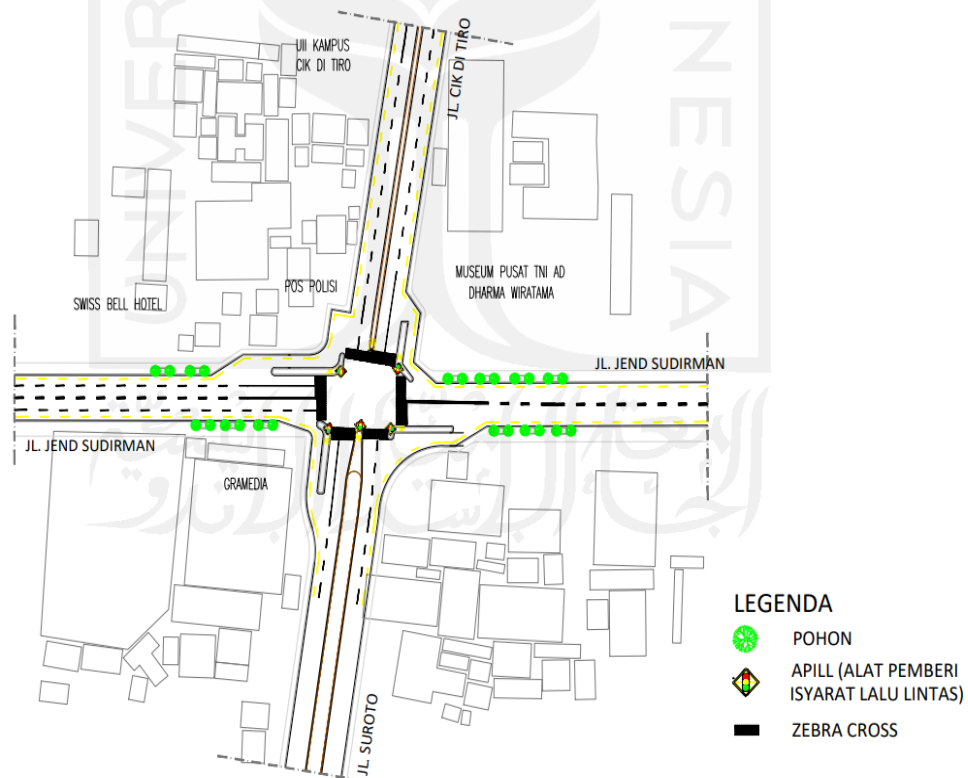
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis tugas akhir ini adalah penelitian yang bersifat studi kasus. Hal ini dikarenakan penelitian dilakukan dengan metode analisis secara empiris karena mengukur langsung di lapangan. Penelitian kemudian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak untuk membantu menyelesaikan permasalahan tersebut.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Simpang Bersinyal Gramedia, Kecamatan Gondokusuman, Kota Yogyakarta. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Denah Lokasi Penelitian

4.3 Tahapan Penelitian

Terdapat 2 tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini, yaitu tahap pengumpulan data dan tahap analisis data.

4.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat dilakukan melalui beberapa ketentuan yang sudah disusun secara sistematis. Sebelum pengumpulan atau pengambilan data dilakukan, perlu dipastikan bahwa semua data yang dibutuhkan telah tersusun rapi sebelumnya. Data yang diperoleh dapat diambil dari beberapa sumber. Sumber data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer adalah data-data aktual yang diperoleh langsung di lapangan.

a. Data Volume Lalu Lintas

Menghitung langsung jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan. Survei dilakukan dengan 2-3 surveyor pada setiap titik pengamatan untuk setiap arah lalu lintas, setiap orang menghitung setiap jenis kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan, dengan jenis kendaraan yang diamati adalah sebagai berikut ini.

- 1) Sepeda Motor (MC)
- 2) Kendaraan Ringan (LV) seperti mobil penumpang, mini bus, *pickup* dan jeep.
- 3) Kendaraan Berat (HV) seperti *truck* dan *bus*.

Data arus lalu lintas kendaraan tiap-tiap pendekat dibagi dalam 3 arus sebagai berikut ini.

- 1) Arus kendaraan lurus (ST)
- 2) Arus kendaraan belok kanan (RT), dan
- 3) Arus kendaraan belok kiri mengikuti *traffic light* (LT) atau belok kiri langsung (LTOR).

b. Data *Time Headway* Trans Jogja

Data *Time Headway* didapat dengan menempatkan surveyor di masing-masing lengan simpang untuk mencatat selang waktu antara angkutan umum satu dengan lainnya yang melewati simpang pada jalur yang sama.

c. Data Geometrik Simpang

Pengamatan pengukuran geometrik simpang dilakukan dengan mencatat jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat (Barat, Timur, Utara dan Selatan) dan tipe pendekat (terlindung atau terlawan), ada tidaknya median jalan, menentukan kelandaian jalan, mengukur lebar pendekat, lebar jalur belok kiri langsung, lebar bahu dan median (jika ada), lebar masuk dan keluar pendekat (Wentry, Wapproach, W).

d. Data Jenis Kendaraan

Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati kendaraan apa saja yang keluar dan masuk simpang, kemudian dicatat setiap jenis kendaraan yang melewati simpang tersebut.

e. Data Waktu Siklus Simpang

Pengumpulan data waktu siklus dilakukan untuk mendapatkan waktu sinyal (waktu hijau, waktu kuning, *all red*) di lapangan yang digunakan sebagai data untuk mencari nilai kapasitas persimpangan.

f. Data *Driving Behavior*

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur jarak antar kendaraan baik depan, belakang, maupun samping. Pengukuran dilakukan ketika kendaraan sedang berhenti dan sedang berjalan. Ketika sedang berhenti pengukuran dilakukan dengan meteran, sedangkan ketika kendaraan berjalan pengukuran dilakukan dengan memberikan penanda pada jalan dengan jarak 50 cm dan kemudian dilakukan pengambilan gambar dengan kamera ketika kendaraan melewati penanda tersebut, lalu dari hasil gambar diamati jarak antar kendaraan tersebut.

4.4.1 PERALATAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan penelitian di lapangan yaitu.

1. Alat tulis
2. Formulir penelitian
3. *Stopwatch*
4. *Hand Tally Counter*
5. Arloji
6. *Walking Measure*

4.4.2 WAKTU PENELITIAN

Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan 2 hari yaitu pada 1 hari kerja dan 1 hari libur. Survei yang mewakili hari kerja dilakukan pada hari Senin, sedangkan survei yang mewakili hari libur yaitu hari Minggu. Survei dilakukan setiap harinya pada pukul 06.00 – 19.00 WIB dengan interval waktu 15 menit.

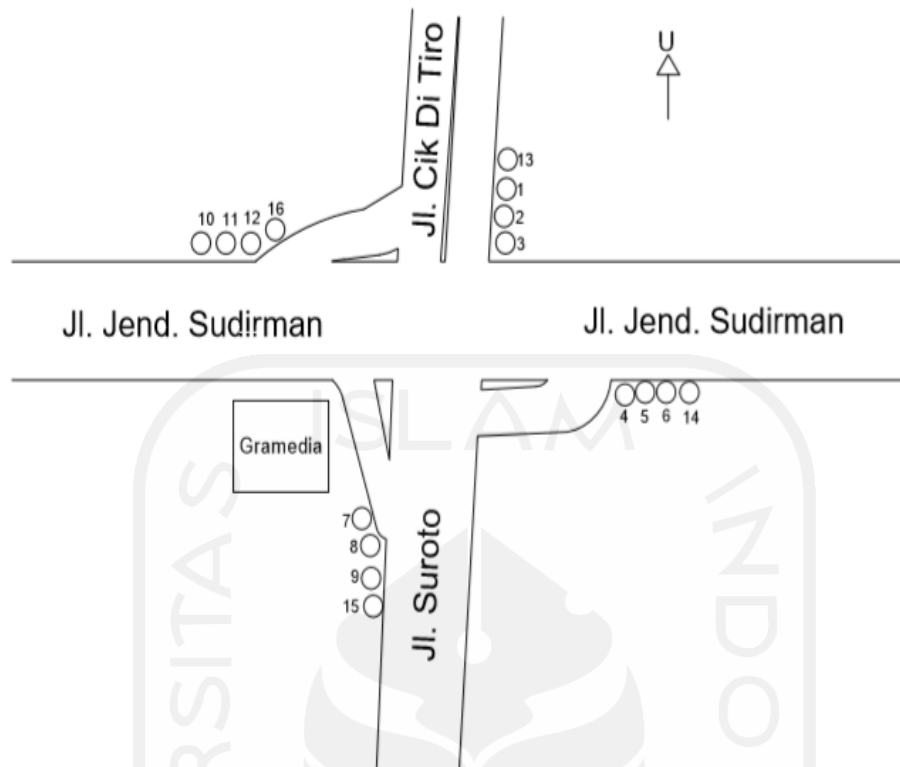
Pengambilan data *time headway* dilakukan pada hari terpisah dengan pengambilan data volume lalu lintas. Data *time headway* dilakukan selama satu hari pada pukul 07.00 – 17.00 WIB.

Pengambilan data *geometric* dan waktu siklus dilakukan pada salah satu hari yang sama dengan pengambilan data volume lalu lintas.

4.4.3 SKEMA SURVEI

1. Volume dan *Headway*

Lokasi penempatan surveyor volume dan *headway* dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



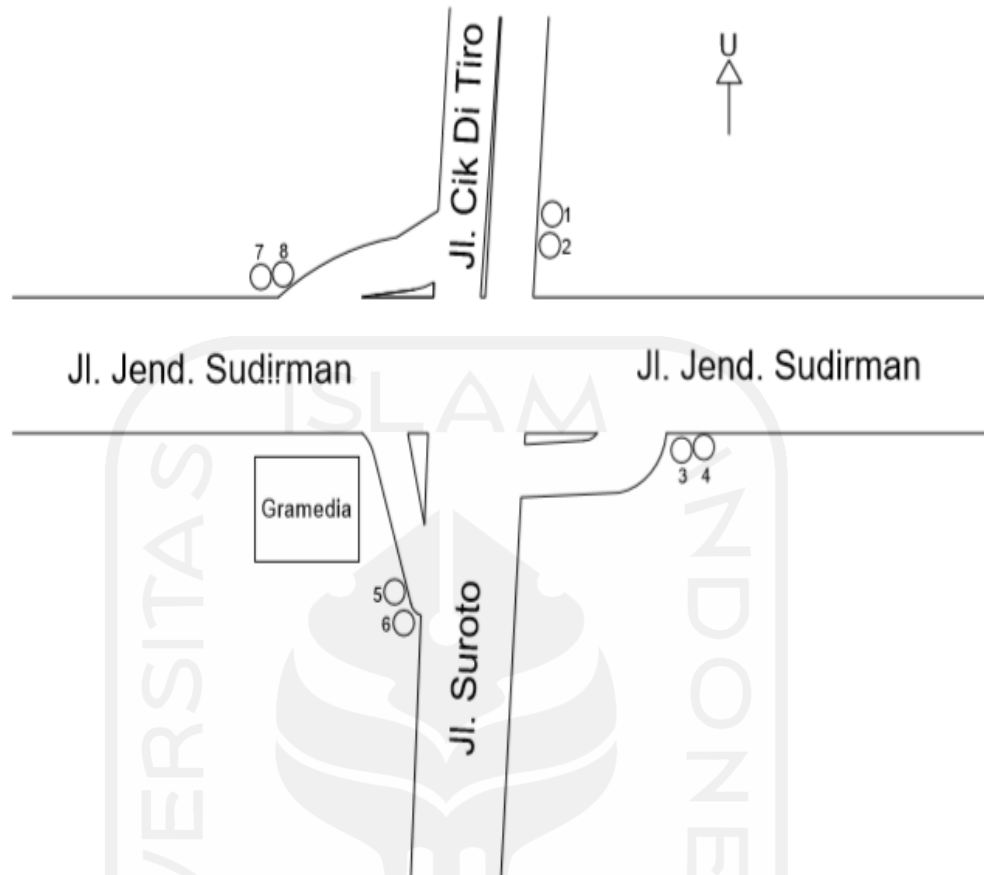
Gambar 4.2 Lokasi Penempatan Surveyor

- Surveyor 1 : Menghitung volume sepeda motor (MC) dari semua arah masuk ke pendekat Utara.
- Surveyor 2 : Menghitung volume kendaraan ringan (LV) dari semua arah yang masuk ke pendekat Utara.
- Surveyor 3 : Menghitung volume kendaraan berat (HV) dari semua arah yang masuk ke pendekat Utara.
- Surveyor 4 : Menghitung volume sepeda motor (MC) dari semua arah yang masuk ke pendekat Timur.
- Surveyor 5 : Menghitung volume kendaraan ringan (LV) dari semua arah yang masuk ke pendekat Timur.
- Surveyor 6 : Menghitung volume kendaraan berat (HV) dari semua arah yang masuk ke pendekat Timur.

- Surveyor 7 : Menghitung volume sepeda motor (MC) dari semua arah yang masuk ke pendekat Selatan.
- Surveyor 8 : Menghitung volume kendaraan ringan (LV) dari semua arah yang masuk ke pendekat Selatan.
- Surveyor 9 : Menghitung volume kendaraan berat (HV) dari semua arah yang masuk ke pendekat Selatan.
- Surveyor 10 : Menghitung volume sepeda motor (MC) dari semua arah yang masuk ke pendekat Barat.
- Surveyor 11 : Menghitung volume sepeda motor (MC) dari semua arah yang masuk ke pendekat Barat.
- Surveyor 12 : Menghitung volume sepeda motor (MC) dari semua arah yang masuk ke pendekat Barat.
- Surveyor 13 : Menghitung *headway* Trans Jogja dari semua arah yang masuk ke pendekat Utara.
- Surveyor 14 : Menghitung *headway* Trans Jogja dari semua arah yang masuk ke pendekat Timur.
- Surveyor 15 : Menghitung *headway* Trans Jogja dari semua arah yang masuk ke pendekat Selatan.
- Surveyor 16 : Menghitung *headway* Trans Jogja dari semua arah yang masuk ke pendekat Barat.

2. Waktu Siklus Sinyal

Lokasi penempatan surveyor waktu siklus sinyal dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Survei Waktu Siklus Sinyal

Surveyor 1 : Surveyor pengamat fase sinyal lengan Utara

Surveyor 2 : Surveyor pencatat fase sinyal lengan Utara

Surveyor 3 : Surveyor pengamat fase sinyal lengan Timur

Surveyor 4 : Surveyor pencatat fase sinyal lengan Timur

Surveyor 5 : Surveyor pengamat fase sinyal lengan Selatan

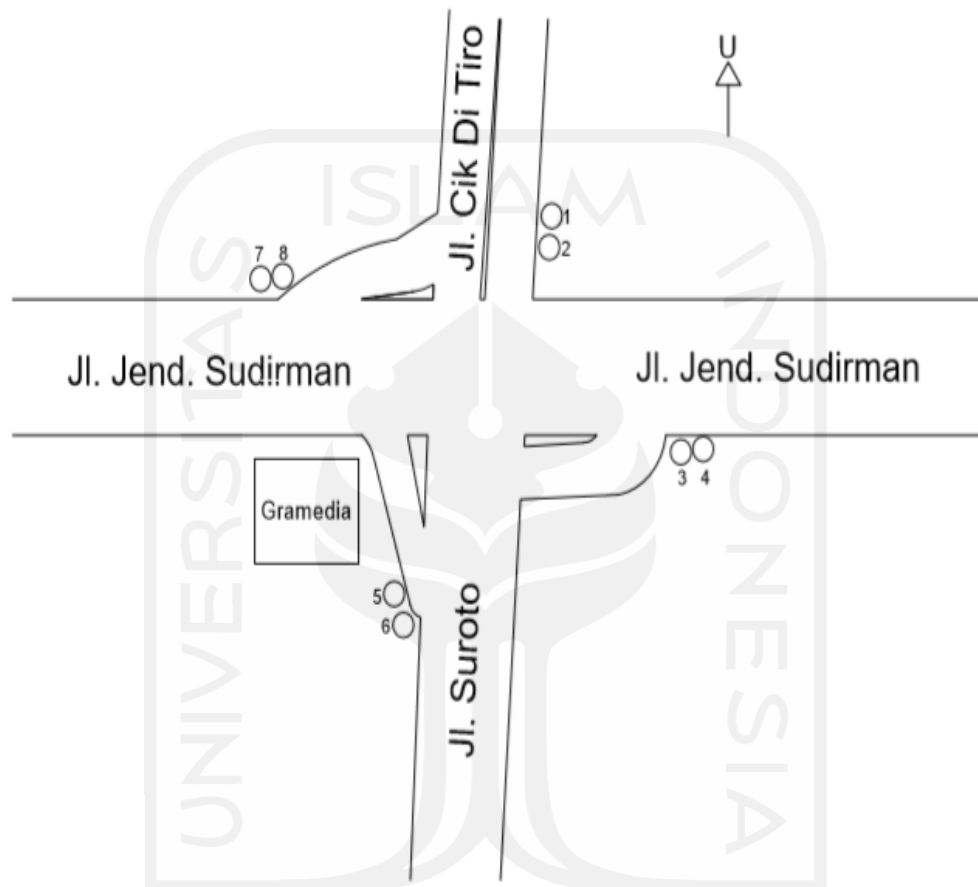
Surveyor 6 : Surveyor pencatat fase sinyal lengan Selatan

Surveyor 7 : Surveyor pengamat fase sinyal lengan Barat

Surveyor 8 : Surveyor pencatat fase sinyal lengan Barat

3. *Driving Behavior*

Lokasi penempatan surveyor *Driving Behavior* dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Survei *Driving Behavior*

Surveyor 1 : Surveyor pengamat *driving behavior* di Utara

Surveyor 2 : Surveyor pencatat *driving behavior* di Utara

Surveyor 3 : Surveyor pengamat *driving behavior* di Timur

Surveyor 4 : Surveyor pencatat *driving behavior* di Timur

Surveyor 5 : Surveyor pengamat *driving behavior* di Selatan

Surveyor 6 : Surveyor pencatat *driving behavior* di Selatan

Surveyor 7 : Surveyor pengamat *driving behavior* di Barat

Surveyor 8 : Surveyor pencatat *driving behavior* di Barat

4.5 Pemodelan Dengan Menggunakan Perangkat Lunak *Vissim*

Data-data hasil survei yang merupakan data primer ditambah dengan data sekunder dari instansi terkait dikumpulkan kemudian dianalisis dan dimodelkan menggunakan perangkat lunak *VISSIM* yaitu dengan tahapan berikut ini.

1. Dalam penelitian ini, survei dilakukan dengan metode *traffic counting*, yaitu dengan menghitung volume lalu lintas (kend/jam) dan komposisi kendaraan serta pemilihan rute oleh masing-masing kendaraan tersebut. Hal ini berkaitan dengan input yang diperlukan dalam perangkat lunak *VISSIM*. Sebelum dilakukan analisis, yaitu *vehicle input* (jumlah arus kendaraan.jam), *vehicle composition* (persentase komposisi kendaraan) dan *route choice* pemilihan rute oleh kendaraan).
2. Selanjutnya adalah *input* data dengan perangkat lunak *VISSIM*. Hal yang pertama dilakukan adalah *background and scaling*, yaitu menampilkan *background* pada *VISSIM* dengan latar kondisi asli di lapangan. Caranya adalah dengan melakukan pengambilan gambar dengan *Google Earth*, dilakukan pengukuran dengan *ruler* sehingga didapat skalanya, *print screen* lalu *paste* gambar tersebut pada Microsoft Paint. Setelah itu *cut* gambar dan bagian yang tidak perlu, *paste* lagi ke lembar kerja baru pada Microsoft Paint lalu simpan gambar. Selanjutnya *insert* gambar pada *VISSIM*, dan atur skalanya pada menu *units* dengan menyamakan satuannya, lalu tarik garis sepanjang garis skala dari *Google Earth*.
3. Masukkan data-data dasar, seperti *input* jumlah kendaraan. Caranya adalah dengan klik menu *base data*, pilih dan klik *vehicle input*, lalu muncul kotak dialog *vehicle input* dan bisa mulai dilakukan pengisian data seperti nomor dan nama jaringan, volume kendaraan dan komposisi kendaraan. Selanjutnya adalah pengaturan komposisi kendaraan dengan cara klik menu *base data*, pilih dan klik *vehicle composition*, pada kotak dialog isi data-data berupa nomor dan nama *vehicle composition*, jenis-jenis kendaraan, dan komposisinya serta *desired speed*.
4. Langkah selanjutnya adalah pengaturan *desired speed distribution*. Pada *base data*, pilih *desired speed distribution*, pada kotak dialognya, isi nomor, nama

dan jenis kendaraan. Lalu pada kurva yang terdapat pada kotak dialog tersebut, atur *range* kecepatan, x-axis adalah kecepatan dan y-axis adalah persentasenya. Jadi semakin banyak titik-titik kecepatan pada kurva, berarti kecepataannya semakin bervariasi. Berikutnya adalah pengaturan *driving behavior cycle track (free overtaking)* karena mewakili kondisi asli di lapangan, pilih juga *car following model wiedemann 74* untuk daerah perkotaan. Setelah itu bisa membuat sinyal lalu lintas dengan cara klik *icon Signal Control*, maka muncul kotak dialog seperti pada bab sebelumnya, pilih *fixed time*, lalu pilih dan *edit signal control*. Berikutnya muncul kotak dialog baru, pilih dan klik *signal group*, lalu tambah jumlah fase sesuai kondisi lapangan, dan dilakukan pengaturan urutan nyala lampu lalu lintasnya dan lama waktunya, setelah itu klik ok, maka lampu lalu lintas telah siap beroperasi.

5. Setelah itu, mulai membuat *links* (jaringan jalan utama) dan *connectors* (penghubung antar jaringan jalan utama). Caranya, pilih dan klik *links and connectors*, lalu tinggal tarik gambar jaringan jalan, lebar dan panjangnya diatur pada kotak *dialog links and connectors* sesuai *background* yang sudah disamakan skalanya, lalu atur pemilihan rutenya, mulai dari titik awal hingga titik tujuan pada *route choice*. Selanjutnya bisa memulai langkah evaluasi, yaitu menghitung panjang antrean dan tundaan. Dengan memilih dan klik *icon queue counter* untuk antrean dan *vehicle travel time* untuk tundaan. Setelah memilih dan klik *queue counter*, posisikan titik penghitungannya pada mulut simpang, titik awal kendaraan mulai berhenti saat terjadi antrean. Sedangkan untuk tundaan, tentukan lagi rute kendaraan, mulai dari titik mulai perjalanan hingga akhir perjalanannya. Maka di dapat jarak tertentu, dan dengan kecepatan yang telah ditetapkan, saat pemodelan dijalankan, antrean mulai terbentuk, maka tundaan terhitung secara otomatis.
6. Selanjutnya *input volume* lalu lintas (*Vehicle Input*), komposisi lalu lintas (*Vehicle Composition*) dan rute lalu lintas (*Vehicle Routes*). Pembuatan *vehicle input* dapat dilakukan di bagian *Network Objects*, *Vehicle Input*, dan klik lengan keluar yang memiliki volume. Volume yang dimasukkan berupa volume total masing-masing lajur. Proses *input vehicle composition* dapat dilakukan

di bagian *Menu Bar, Traffic, Vehicle Composition*, dan tambahkan seberapa banyak volume per lengan. Dalam pemodelan ini dibuat 4 tipe kendaraan (*car, bike, bus, HGV*) input kendaraan per lengan, per masing lengan diisi dengan jumlah kendaraan pada saat jam puncak.

7. *Input parameter area konflik (Conflict Areas)*. *Conflict Areas* merupakan titik konflik yang terjadi pada suatu persimpangan. Area yang berwarna kuning merupakan area terjadinya konflik yang dianalisis melalui perangkat lunak *VISSIM*. Untuk memunculkan konflik area tadi, dapat di jalankan di bagian *Network Object*.
8. Setelah *input parameter are konflik* maka dilanjutkan *input* sinyal lalu lintas. Siklus sinyal lalu lintas aktual di lapangan dapat dimodelkan menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Pembuatan sinyal lalu lintas dapat dilakukan di menu *Signal Control*, kemudian pilih *Signal Controllers*. Setelah itu, pilih *fixed time signal control*, lalu *edit signal control* untuk masuk ke tampilan selanjutnya & pada *signal group* masukkan jumlah lajur dengan masing-masing waktu sinyal (*all red, green, amber*). Penyesuaian *intergreen* dilakukan setelahnya dengan cara klik *new* sebanyak jumlah lajur yang telah dimasukkan pada *signal group* sebelumnya. Kemudian tahap selanjutnya adalah memasukkan *signal program* atau yang biasa disebut dengan diagram fase.
9. Letakkan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) masing-masing lajur yang terdapat sinyal lalu lintas pada *Network Object Signal Head*. Peletakan disesuaikan dengan lokasi di kenyataan, dimana letaknya didepan lengan atau di depan jembatan penyebrangan.
10. *Input parameter Driving Behavior*. *Driving behavior* atau perilaku mengemudi adalah parameter yang secara langsung mempengaruhi interaksi antar kendaraan sehingga bisa menyebabkan perbedaan yang berarti pada hasil simulasi lalu lintas. *Driving behavior* harus disesuaikan dengan kondisi lapangan agar hasil simulasi lalu lintas dapat mewakili kondisi di lapangan.
11. Langkah terakhir adalah *Evaluation*. Parameter evaluasi merupakan ukuran validasi serta merupakan hasil akhir dari pemodelan *VISSIM* ini. Pada tahap ini ditempatkan tools seperti *Vehicle Travel Times, Data Collection Point*, serta

Queue Counters pada *link* yang diinginkan, sehingga memunculkan nilai akhir seperti tundaan (*delay*) dan panjang antrean (*queue length*).

4.6 Validasi Model

Dalam melakukan validasi menggunakan jumlah volume arus lalu lintas metode yang dilakukan untuk membandingkan data *input* dan *output* simulasi adalah dengan menggunakan rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*. *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak

4.7 Mekanisme Pemberian Prioritas Trans Jogja

4.7.1 Parameter yang Dipertimbangkan

Pemberian prioritas pada penelitian ini dilakukan dengan mengatur agar fase simpang menguntungkan bagi Trans Jogja. Fase diatur dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut ini.

1. Panjang antrean (*Queue Length*)

Panjang antrean didefinisikan sebagai jarak dalam meter dari garis henti di mana kendaraan mengantre di kaki simpang lampu bersinyal.

2. Tundaan (*Delay*)

Tundaan kendaraan didefinisikan sebagai waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang.

3. *Headway* Trans Jogja

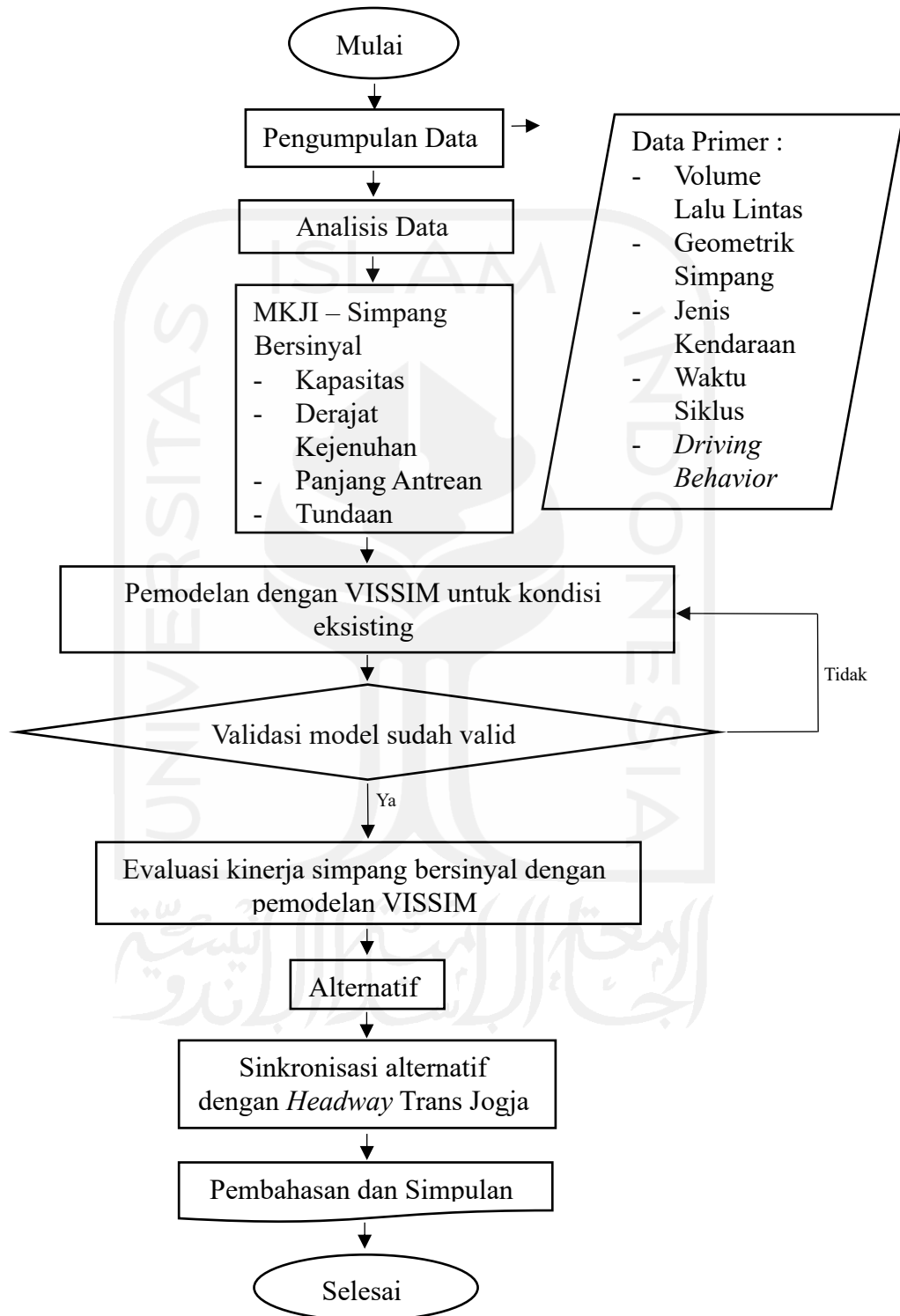
Headway Trans Jogja yang dimaksud adalah *headway* eksisting Trans Jogja pada seluruh lengan simpang. *Headway* ini digunakan sebagai pertimbangan utama untuk mengatur fase karena *headway* dapat dijadikan acuan kedatangan unit Trans Jogja ke simpang, sehingga diharapkan ketika Trans Jogja memasuki lengan simpang, APILL dapat menjadi hijau segera mungkin.

4.7.2 Penentuan Alternatif

Setelah pemodelan dengan perangkat lunak *VISSIM* selesai, dicari beberapa alternatif untuk dapat memaksimalkan perjalanan Trans Jogja. Pencarian alternatif dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti, perubahan fase & penambahan atau pengurangan waktu siklus. Setelah mendapatkan beberapa alternatif, lalu dilakukan analisis lagi dengan perangkat lunak *VISSIM* untuk mendapatkan data parameter-parameter yang dipertimbangkan. Setelah itu data parameter dari masing-masing alternatif yang didapat dibandingkan dengan data parameter eksisting. Langkah terakhir adalah penentuan alternatif yang layak digunakan, penentuan alternatif ini dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh pengaturan fase baru terhadap parameter-parameter yang ada.

4.8 Diagram Alir Metode Penelitian

Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4. 5 Diagram Alir (flowchart) Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Data

Data yang digunakan untuk proses analisis dalam penelitian ini berupa data primer. Data primer merupakan data-data aktual yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, yang meliputi data volume lalu lintas, data geometrik simpang, data *driving behavior*, data waktu siklus simpang, dan data *time headway* Trans Jogja.

5.1.1 Data Primer

1. Data Geometrik Simpang

Data geometrik simpang merupakan data yang berisi kondisi-kondisi geometrik pada simpang yang sedang diamati. Data ini diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Data yang diperoleh antara lain meliputi kode pendekat sesuai dengan arah mata angin, tipe lingkungan jalan, hambatan samping, median, kelandaian, lebar pendekat (W_A), lebar pendekat masuk (W_e), lebar pendekat keluar (W_{ex}) dan lebar pendekat belok kiri langsung (W_{LTOR}). Data geometrik Simpang Gramedia dan lebar pendekat masing-masing ruas jalan disajikan pada Tabel 5.1 Berikut.

Tabel 5.1 kondisi Geometrik Simpang Gramedia

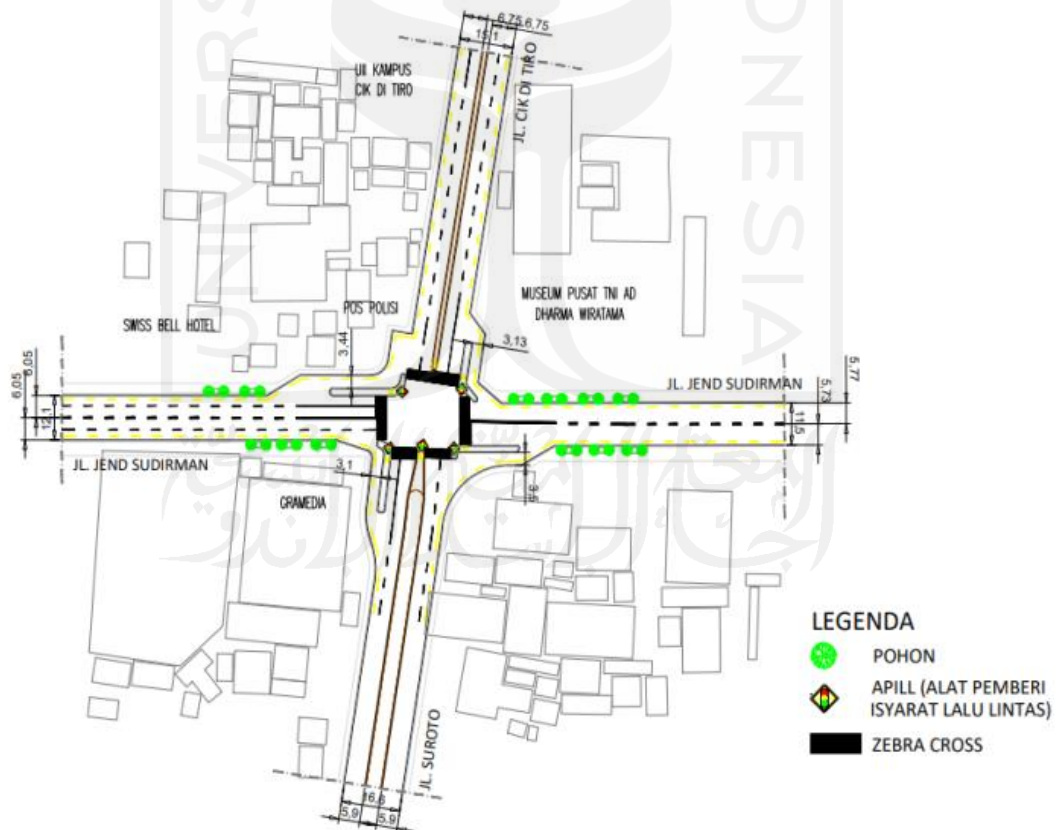
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Median	Belok Kiri Langsung	Lebar Pendekat (m)			
				Wa	Wmasuk	Wltor	Wkeluar
U	COM	Ya	Tidak	6,75	6,75	3,13	6,75
T	COM	Tidak	Ya	-	-	3,5	11,5
S	COM	Ya	Ya	5,9	9	3,1	5,9
B	COM	Tidak	Ya	6,05	9,49	3,44	6

Keterangan:

Tipe lingkungan jalan.

1. COM (Komersial) adalah tata guna lahan komersial (sebagai contoh toko, restoran, kantor) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
2. RES (Pemukiman) adalah tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
3. RA (Akses Terbatas) adalah tata guna lahan dimana jalan masuk langsung terbatas atau tidak ada sama sekali (sebagai contoh karena adanya hambatan fisik, jalan samping dan sebagainya).

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Geometrik Simpang Gramea pada Kondisi Eksisting

2. Data Fase dan Waktu Siklus Simpang

Data fase dan waktu siklus simpang diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu hijau, kuning dan merah semua. Data sinyal lalu lintas pada Simpang Gramedia dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Data Waktu Siklus Simpang Gramedia Kondisi Eksisting

Lengan	Waktu (detik)					Siklus (detik)
	Merah	Hijau	Kuning	All red	Merah	
FASE 1						
U		27	3	3	60	93
S		27	3	3	60	93
FASE 2						
B	33	27	3	3	27	93
T'	33	54	3	3		93
FASE 3						
T'	33	54	3	3		93
T	66	21	3	3		93

Keterangan :

U = Utara arah ke Selatan

T = Timur arah ke Barat

B = Barat arah ke Selatan

T' = Timur arah ke Utara

S = Selatan arah ke Utara



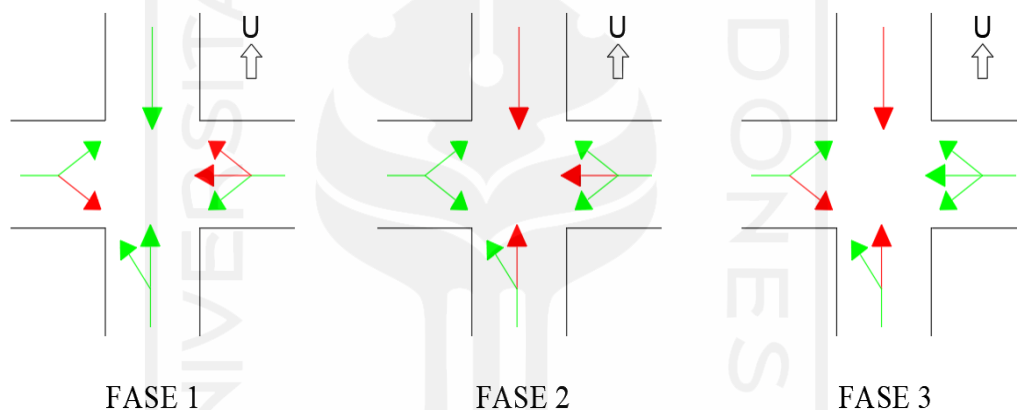
Gambar 5.2 Diagram Fase Simpang Gramedia

Keterangan:

Timur = Timur arah ke Barat

Timur' = Timur arah ke Utara

Fase sinyal kondisi eksisting pada Simpang Gramedia pada lengan Utara arus lalu lintas hanya dapat lurus ke arah Selatan, lengan Timur dapat menuju ke seluruh arah serta menerapkan *one way*, lengan Selatan hanya dapat lurus ke arah Utara dan belok kiri ke arah Barat, lengan Barat hanya dapat belok kiri ke arah Utara dan belok kanan ke arah Selatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Pengaturan Fase Simpang Gramedia

Simpang Gramedia dibagi menjadi 3 fase lalu lintas, Fase 1 yaitu pendekat Utara dan Selatan, lalu Fase 2 yaitu pada pendekat Timur arah ke Utara dan pendekat Barat, dan terakhir Fase 3 yaitu pendekat Timur arah ke Barat dan Utara.

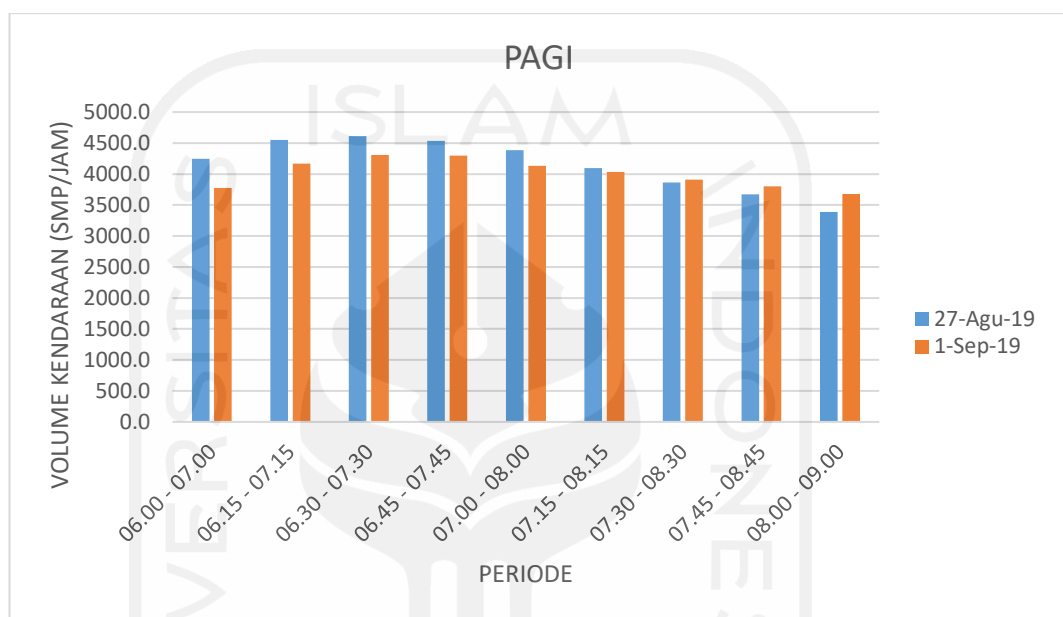
3. Data Volume Lalu Lintas

Data ini diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan dalam satuan kendaraan per jam, kemudian dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang per jam. Survei dilakukan pada pukul 06.00 – 09.00, 11.00 – 14.00, dan 16.00 – 19.00 WIB selama 2 hari dengan interval 15 menit pada tanggal 27 Agustus 2019 dan 1 September 2019. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.3 di bawah.

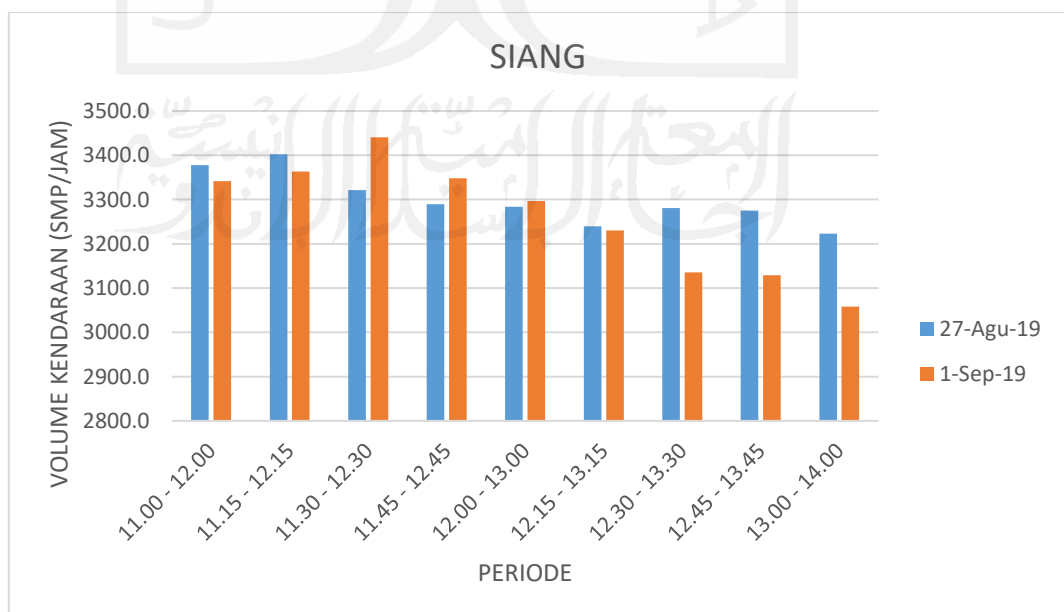
Tabel 5.3 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gamedia

Periode Waktu	Volume Lalu Lintas per jam (smp/jam)	
	Selasa 27 Agustus 2019	Minggu 1 September 2019
06.00 - 07.00	4245.3	3775.4
06.15 - 07.15	4549.6	4166.9
06.30 - 07.30	4612.2	4309.1
06.45 - 07.45	4537.5	4295.5
07.00 - 08.00	4383.5	4134.2
07.15 - 08.15	4097.9	4032.7
07.30 - 08.30	3862.6	3907.3
07.45 - 08.45	3672.7	3799.6
08.00 - 09.00	3388.6	3675.3
Istirahat		
11.00 - 12.00	3377.6	3341.3
11.15 - 12.15	3402.6	3363.0
11.30 - 12.30	3321.5	3440.7
11.45 - 12.45	3289.6	3347.9
12.00 - 13.00	3283.4	3297.0
12.15 - 13.15	3239.8	3230.3
12.30 - 13.30	3280.5	3135.7
12.45 - 13.45	3275.3	3129.1
13.00 - 14.00	3222.9	3058.3
Istirahat		
16.00 - 17.00	4674.6	3903.7
16.15 - 17.15	4593.9	3961.9
16.30 - 17.30	4523.2	4059.5
17.45 - 18.45	4537.8	4133.1
17.00 - 18.00	4428.6	4136.8
17.15 - 18.15	4316.8	3965.2
17.30 - 18.30	4171.6	3747.1
17.45 - 18.45	3960.5	3478.4
18.00 - 19.00	3876.5	3280.1

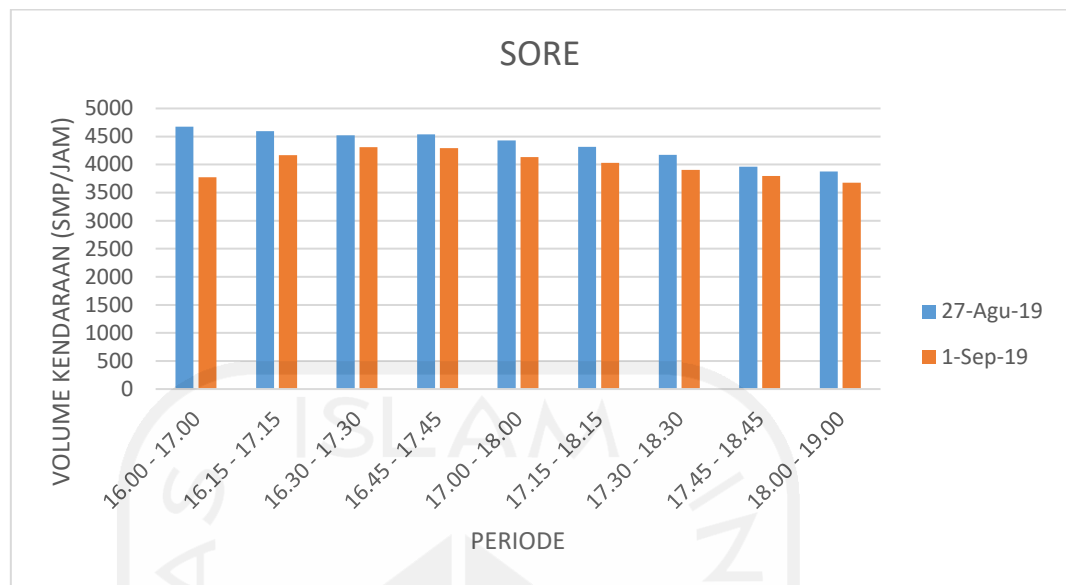
Dari data volume lalu lintas yang sudah diuraikan di atas diperoleh jam puncak periode pada hari Selasa 27 Agustus 2019 pada pukul 06.00 – 09.00, 11.00 – 14.00, dan 16.00 - 19.00 WIB dengan volume lalu lintas sebesar 4674.6 smp/jam. Grafik volume arus lalu lintas per hari serta distribusi arus kendaraan pada jam puncak dapat dilihat pada Gambar 5.4, Gambar 5.5, dan Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.4 Grafik Volume Lalu Lintas Pagi Hari

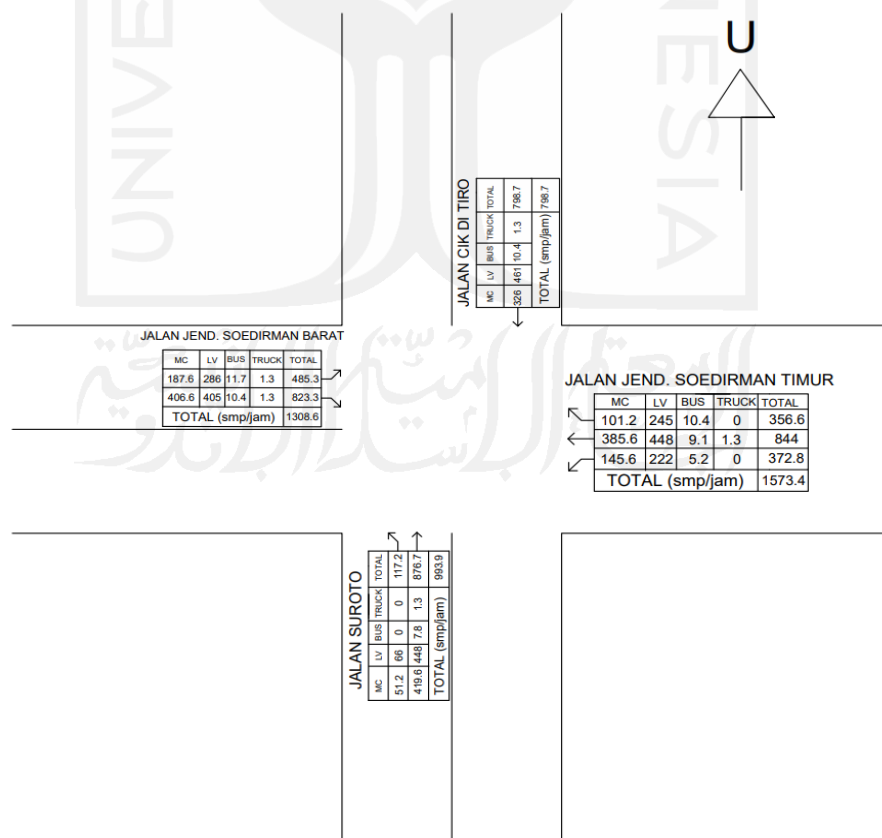


Gambar 5.5 Grafik Volume Lalu Lintas Siang Hari



Gambar 5.6 Grafik Volume Lalu Lintas Sore Hari

Distribusi arus pada jam puncak dapat dilihat secara jelas pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Distribusi Arus pada Jam Puncak

Distribusi arus pada jam puncak meliputi arus pada 4 lengan Simpang Gramedia, lengan Utara (Jalan Cik Di Tiro), lengan Timur (Jalan Jenderal Soedirman Timur), lengan Selatan (Jalan Suroto), dan lengan Barat (Jalan Jenderal Soedirman Barat). Satuan dalam distribusi arus pada jam puncak menggunakan kendaraan per jam karena pada perangkat lunak *VISSIM* data yang dibutuhkan menggunakan satuan tersebut.

4. Data *time headway* Trans Jogja

Data *time headway* Trans Jogja diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu selisih antara Trans Jogja satu dengan yang lainnya pada jalur yang sama. Data *time headway* Trans Jogja dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Data *Time Headway* Trans Jogja Simpang Gramedia

No	<i>Time Headway (menit;detik)</i>			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
1	15;36	8;20	20;22	10;24
2	11;12	7;8	30;12	18;50
3	18;4	4;10	15;40	13;4
4	20;4	6;20	19;12	10;26
5	12;0	2;28	21;29	12;4
6	11;7	8;55	9;52	5;31
7	13;28	6;36	32;5	7;26
8	12;47	1;24	20;50	9;53
9	12;14	8;58	23;52	8;28
10	8;9	4;41	12;18	4;25
11	11;3	5;2	31;55	8;28
12	10;57	1;50	8;18	13;15
13	25;25	8;8	16;17	7;29
14	10;22	7;25	22;14	17;54
15	11;36	9;39	19;27	5;46
16	14;27	8;10	23;44	5;23
17	11;57	7;30	21;47	5;54
18	14;1	4;47	15;41	6;48

Lanjutan Tabel 5.4 Data *Time Headway* Trans Jogja Simpang Gramedia

No	<i>Time Headway (menit;detik)</i>			
	Utara	Timur	Selatan	Barat
19	12;28	5;12	18;1	11;10
20	7;31	6;36	27;27	5;40
21	31;18	7;9	15;19	14;16
22	14;9	5;28	31;11	5;27
23	10;21	4;16	24;7	15;5
24	11;29	19;31	25;2	4;18
25	11;1	3;28	17;48	12;33
26	19;12	14;13	19;12	6;17
27	13;17	4;7	11;13	9;3
28	22;51	4;10	30;47	7;13
29	16;23	5;15	9;19	15;21
30	12;44	7;8	27;50	2;1
31	10;59	5;37	23;43	6;4
32	14;17	4;20	16;22	5;11
33	12;34	14;5	25;49	9;8
34	19;26	4;37	24;29	7;44
35	10;39	6;9	13;42	8;27
36	15;31	5;0		5;43
37	8;12	3;19		8;40
38	10;18	8;59		6;56
39	13;2	1;41		12;18
40	6;22	8;28		3;34
41	10;4	3;41		12;4
42	9;28	5;27		8;31
43	19;22	6;32		15;49
44	15;14	5;30		10;18
45	21;21	4;33		12;2
Total	624;2	285;49	726;50	412;32
Rata-rata	13;52	6;25	20;46	9;12

Berdasarkan tabel di atas didapatkan rerata *headway* pada lengan Utara 13 menit, Timur 6 menit 25 detik, Selatan 20 menit 46 detik, Barat 9 menit 12 detik.

5. Data Kecepatan

Data kecepatan diperoleh dari survei di lapangan selama 1 jam. Periode jam sibuk berdasarkan survei volume dilakukan pada jam 16.00-17.00 WIB. Data yang diambil adalah data kecepatan maksimal dan kecepatan minimal dari setiap tipe kendaraan sebagai *input* pada pemodelan *software VISSIM*. Data rekapitulasi kecepatan kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Kecepatan (km/jam) Periode Jam Puncak

No	MC	LV	HV (Bus & Truck)
	km/jam	km/jam	km/jam
1	35,4	24,7	15,2
2	28,12	22,8	11,4
3	20,1	15,4	10,1
4	28,35	17,8	15,65
5	20,5	19,5	10,4
6	25,75	19,8	19,5
7	26,5	20,6	14
8	34,8	16,3	12,25
9	31,25	24,7	17,8
10	21,8	14,6	16,5
11	27,2	17,25	11,4
12	21,6	17,2	13,2
13	22,8	16,1	18,5
14	32,44	22,4	19,5
15	34,2	24,8	20,2
16	30,7	20,3	14,6
17	26	16,8	14,25
18	24,2	17	12,4
19	31,9	15,9	17,7
20	28,5	21,5	15,4
Rata-Rata	27,6	19,3	15,0

Berdasarkan Tabel 5.5 di atas didapatkan nilai kecepatan tertinggi yaitu MC yaitu 35,4 km/jam dan kecepatan terendah pada HV yaitu 10,1 km /jam.

6. Data *Driving Behavior*

Data *driving behavior* adalah data perilaku berkendara yang diidentifikasi dalam jarak antar kendaraan depan-belakang atau kiri-kanan dalam keadaan diam maupun bergerak. Data *driving behavior* diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan yang nantinya diinput ke dalam *VISSIM* untuk mendapatkan perilaku berkendara yang sesuai dengan keadaan eksisting di lapangan. Data *driving behavior* dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Data *Driving Behavior*

Jumlah Sampel Kendaraan	Depan Belakang (<i>Following</i>) Kendaraan Berhenti (m)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berhenti (m)	Depan Belakang (<i>Following</i>) Kendaraan Berjalan (m)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berjalan (m)
1	0,13	0,4	0,5	0,3
2	0,11	0,2	0,5	0,4
3	0,24	0,4	0,3	0,3
4	0,4	0,3	0,4	0,5
5	0,5	0,35	0,5	0,3
6	0,5	0,55	0,3	0,4
7	0,9	0,2	0,4	0,6
8	0,6	0,25	0,3	0,7
9	0,85	0,27	0,7	0,5
10	0,35	0,3	0,3	0,4
11	0,7	0,2	0,4	0,4
12	0,15	0,4	0,5	0,3
13	0,15	0,2	0,7	0,5
14	0,22	0,5	0,5	0,8
15	0,25	0,45	0,7	0,3
16	0,4	0,4	0,4	0,4
17	0,3	0,25	0,5	0,4
18	0,4	0,4	1,5	0,5
19	0,4	0,2	1	0,3
20	0,45	0,6	0,3	0,5
Rata-rata	0,4	0,341	0,535	0,44

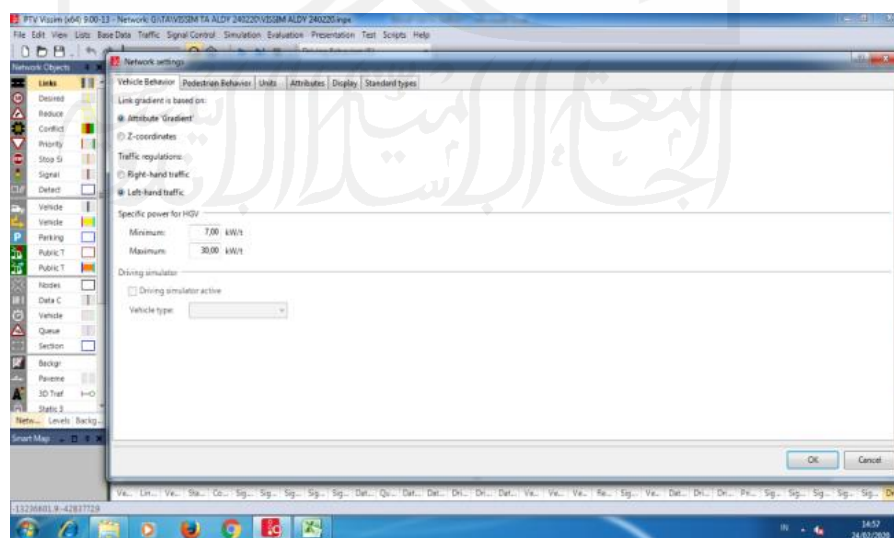
Berdasarkan Tabel 5.6 di atas diperoleh jarak rerata depan-belakang ketika kendaraan berhenti adalah 0,4 m, jarak rerata berdampingan (kiri-kanan) ketika kendaraan berhenti adalah 0,3 m, jarak rerata depan-belakang ketika kendaraan berjalan adalah 0,5 m, dan jarak rerata berdampingan (kiri-kanan) ketika kendaraan berjalan adalah 0,4 m. Hasil tersebut yang nantinya *diinput* kedalam *VISSIM*.

5.2 Pemodelan Simpang Bersinyal Gramedia dengan Menggunakan Perangkat lunak *VISSIM*.

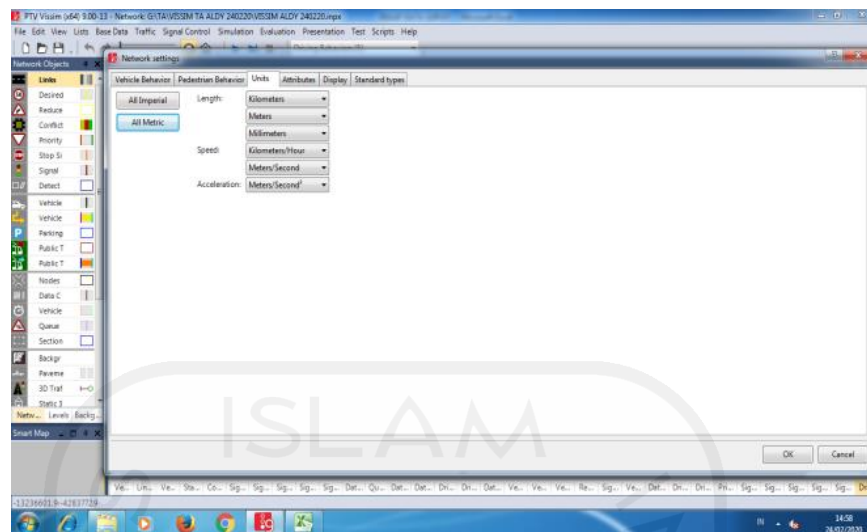
Berdasarkan uraian pada BAB III, tentang tahapan membangun model mikrosimulasi dengan perangkat lunak *VISSIM*, maka secara ringkas tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

1. *Input Network Development.*

VISSIM adalah Perangkat lunak buatan Eropa atau khususnya Jerman. Oleh karena itu secara *default* jalur yang digunakan untuk berkendara adalah jalur kanan. Gambar 5.8 dan 5.9 menunjukkan proses awal dalam penentuan perilaku kendaraan dan satuan yang digunakan. Dalam penelitian ini, digunakan satuan meter untuk jarak dan penggunaan jalur berkendara adalah jalur kiri pada bagian Menu Bar yaitu di *Base Data*, *Network Setting*, *Vehicle Behavior* diubah ke *Left-side traffic*, *Units* diubah ke *All Metrics*.



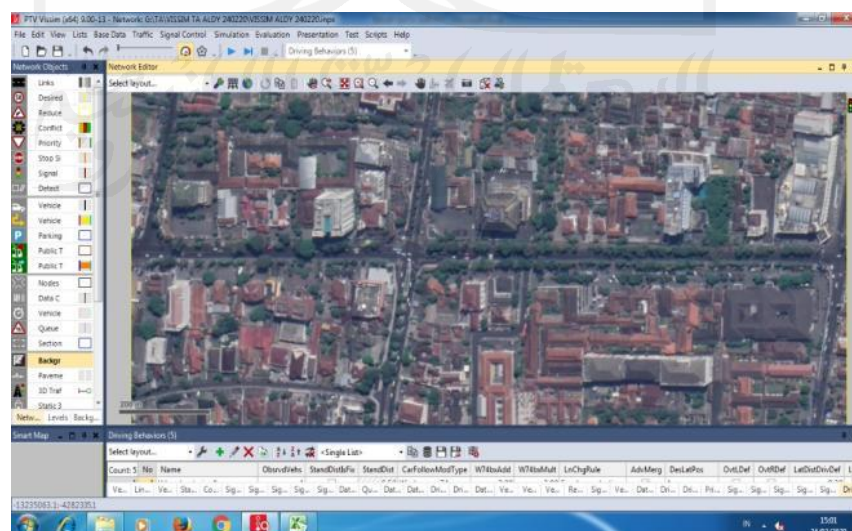
Gambar 5.8 Hasil Perubahan *Network Settings*



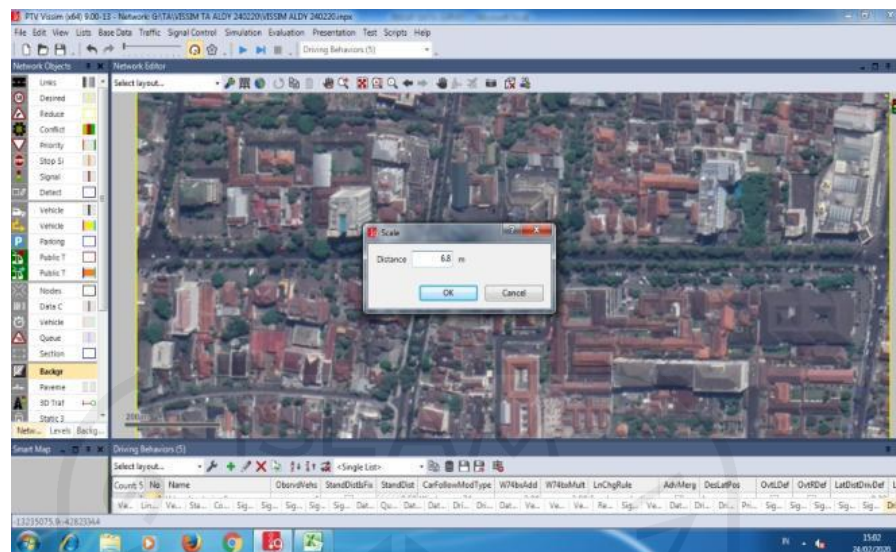
Gambar 5.9 Hasil Perubahan Units

2. *Input Background Image*

Sesuai dengan ketentuan yang diterapkan dalam pemodelan *VISSIM* dilakukan input lokasi penelitian seperti dalam Gambar 5.10. Gambar yang dimasukkan diambil menggunakan *Google Earth*, dan dibuat skala seperti Gambar 5.11 dengan menggunakan perbandingan lebar jalan asli dengan peta *Google Earth* dengan cara klik kanan pada gambar kemudian *Set Scale*. Tarik garis yang menjadi acuan kemudian masukkan panjangnya.



Gambar 5.10 Hasil *Input Background Images*

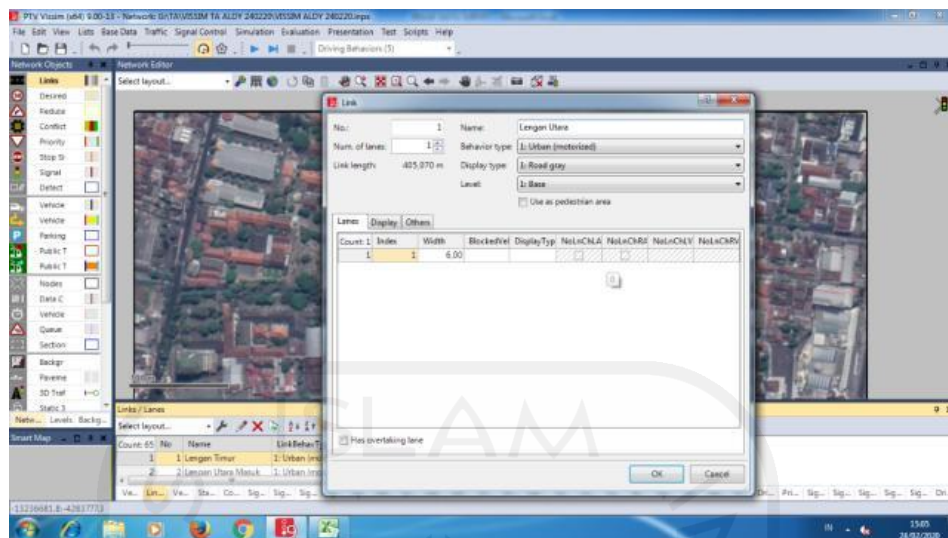
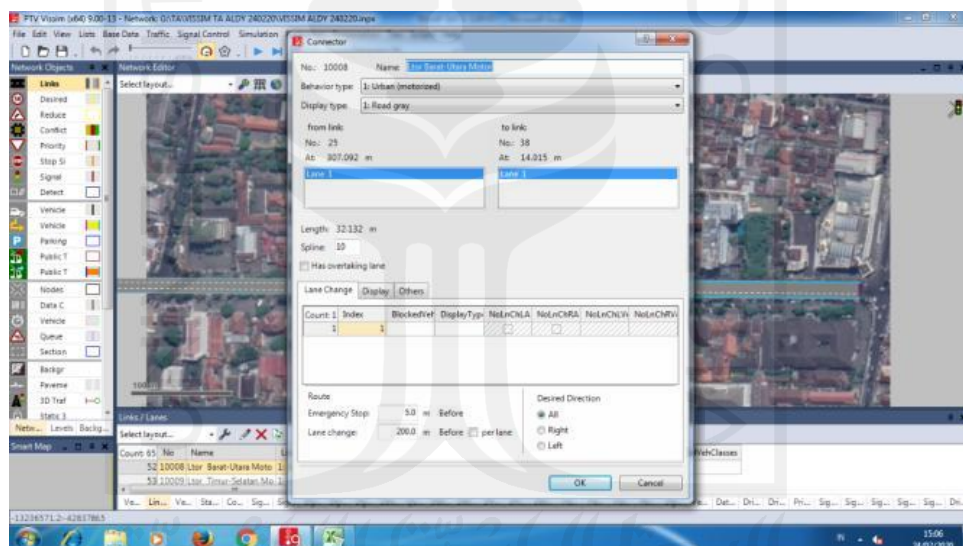


Gambar 5.11 Hasil *Input Set Scale*

3. *Input* parameter pembuatan *Link* dan *Connectors*.

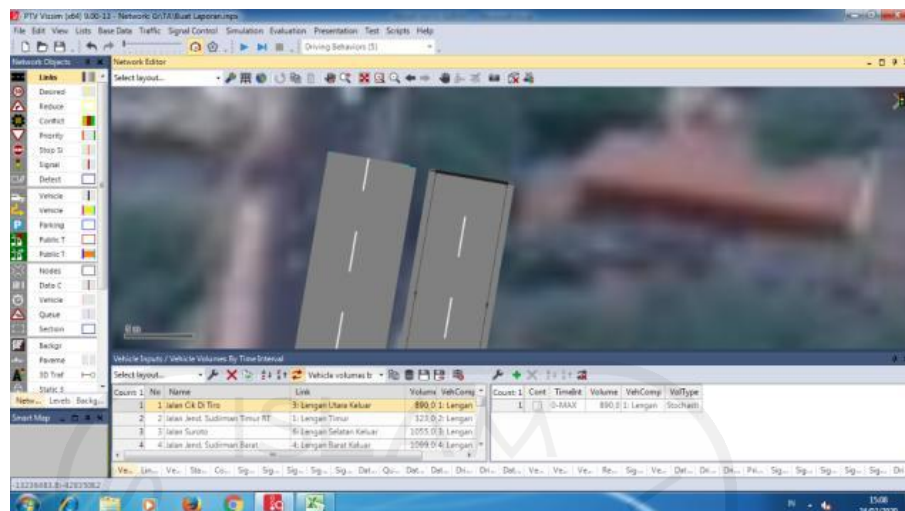
Setelah gambar lokasi dibuat dan disesuaikan skala dengan kenyataan, kemudian proses selanjutnya adalah pembuatan *link* atau lajur jalan pada simpang. Seperti pada Gambar 5.12, pembuatan lajur sesuai dengan kenyataan beserta lebar masing-masing lajur. Proses pembuatan lajur dapat dilakukan di bagian *Network Object*, *Links*, dan tentukan lajur yang pertama kali dibuat dengan menekan tombol *shift* dan klik kanan *mouse*.

Setelah *link* dibuat, maka langkah selanjutnya yaitu pembuatan *connector* atau penghubung antar *link*, dalam penelitian ini *connector* berfungsi menghubungkan lajur antar lajur kendaraan keluar sesuai arah. pembuatan *connector* dapat dilihat pada Gambar 5.13, pembuatan *connector* ketika di tikungan berdasarkan jari-jari yang sesuai dengan gambar *background*. Proses pembuatan *connector* sama dengan *link*, dengan cara menekan klik kanan *mouse* dari *link* ke *link* yang diinginkan.

Gambar 5.12 Pembuatan *Link*Gambar 5.13 Pembuatan *Connector*

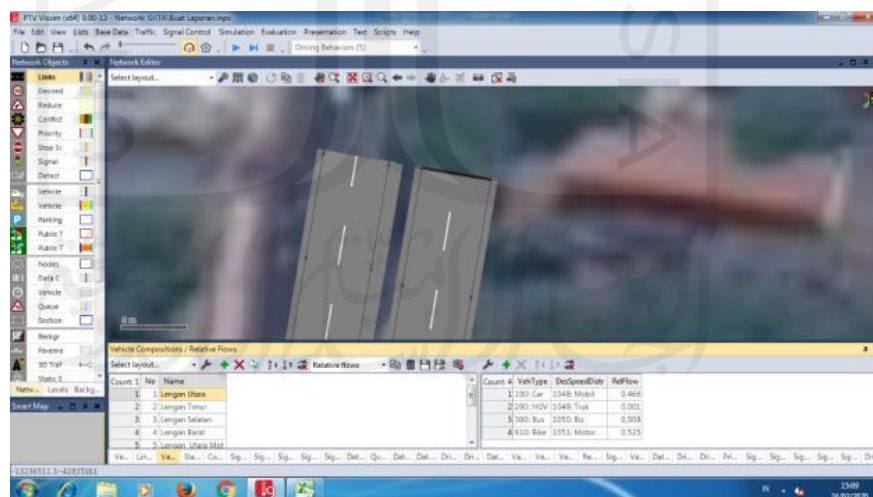
4. *Input* volume lalu lintas (*Vehicle Input*), komposisi lalu lintas (*Vehicle Composition*) dan rute lalu lintas (*Vehicle Routes*).

Pembuatan *vehicle input* dapat dilakukan di bagian *Network Objects*, *Vehicle Input*, dan klik lengan keluar yang memiliki volume seperti pada Gambar 5.14. Volume yang dimasukkan berupa volume total masing-masing lajur.



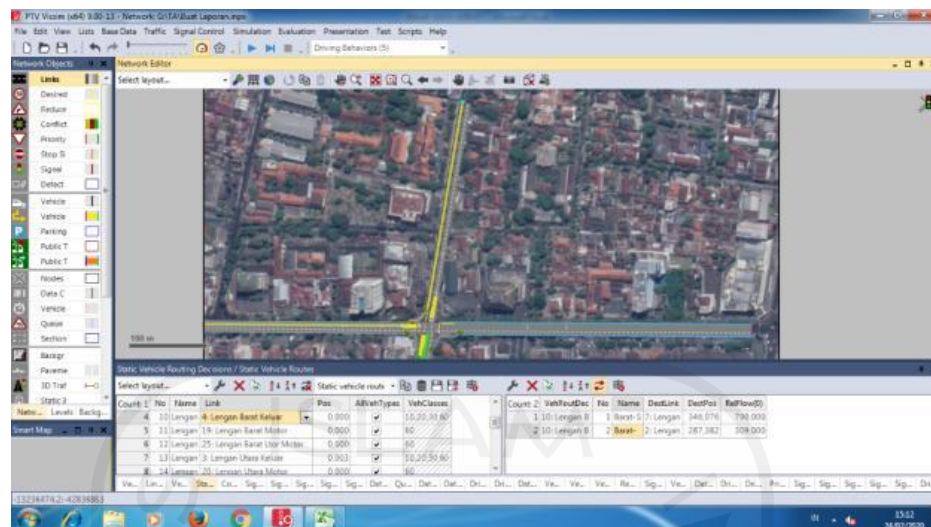
Gambar 5.14 Input Volume Kendaraan

Proses *Input vehicle composition* dapat dilakukan di bagian *Menu Bar*, *Traffic*, *Vehicle Composition*, dan tambahkan seberapa banyak volume per lengan seperti pada Gambar 5.15. Dalam pemodelan ini dibuat 4 tipe kendaraan (*car*, *bike*, *bus*, *HGV*) input kendaraan per lengan, per masing lengan diisi dengan jumlah kendaraan pada saat jam puncak.



Gambar 5.15 Input Vehicle Composition

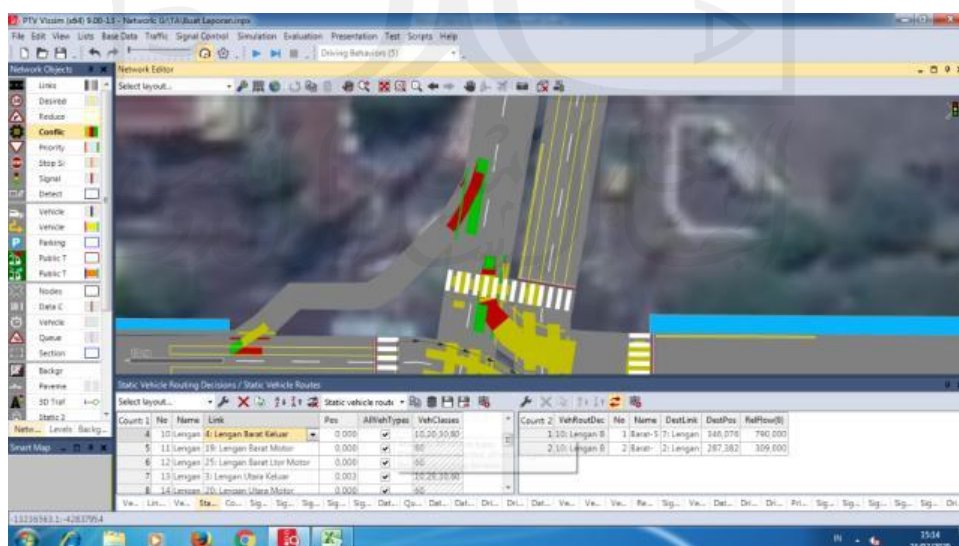
Proses pembuatan rute per masing pergerakan kendaraan dapat dilihat pada Gambar 5.16. Dimasukkan juga volume total setiap pergerakan kendaraan. Untuk memasukkan data dapat dilakukan di bagian *Network Objects*, *Vehicle Routes*, Klik bagian lajur yang telah diisi volume.



Gambar 5.16 Input Vehicle Route

5. *Input parameter area konflik (Conflict Areas).*

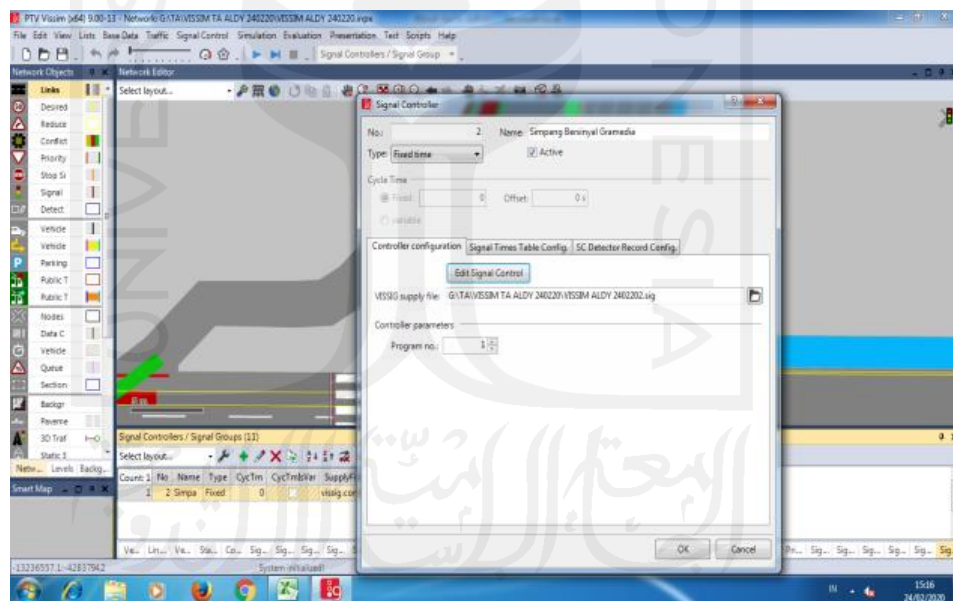
Conflict Areas merupakan titik konflik yang terjadi pada suatu persimpangan. Area yang berwarna kuning merupakan area terjadinya konflik yang dianalisis melalui perangkat lunak VISSIM. Untuk memunculkan konflik area tadi, dapat di jalankan di bagian *Network Object*, *Conflict Area* seperti pada Gambar 5.17.



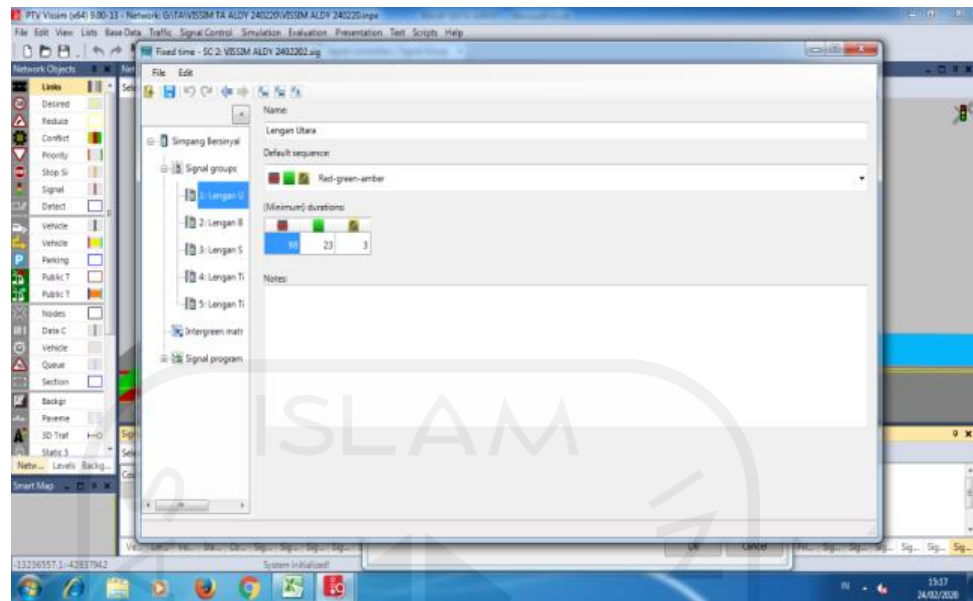
Gambar 5.17 Analisis Area Konflik

6. Input sinyal lalu lintas

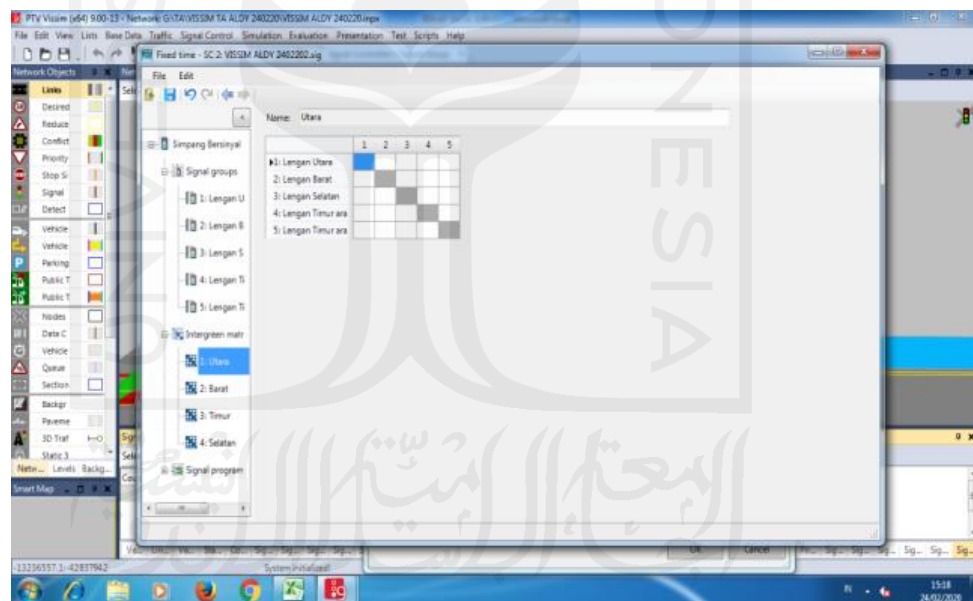
Siklus sinyal lalu lintas actual di lapangan dapat dimodelkan menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Pembuatan sinyal lalu lintas dapat dilakukan di menu *Signal Control*, kemudian pilih *Signal Controllers*. Pada Gambar 5.18 adalah tampilan awal, pilih *fixed time signal control*, lalu edit *signal control* untuk masuk ke tampilan selanjutnya, Setelah itu pada *signal group* masukkan jumlah lajur dengan masing-masing waktu sinyal (*all red*, *green*, *amber*) seperti pada Gambar 5.19. Penyesuaian *intergreen* dilakukan setelahnya dengan cara klik *new* sebanyak jumlah lajur yang telah dimasukkan pada *signal group* sebelumnya seperti pada Gambar 5.20. Kemudian tahap selanjutnya adalah memasukkan *signal program* atau yang biasa disebut dengan diagram fase seperti pada Gambar 5.21.



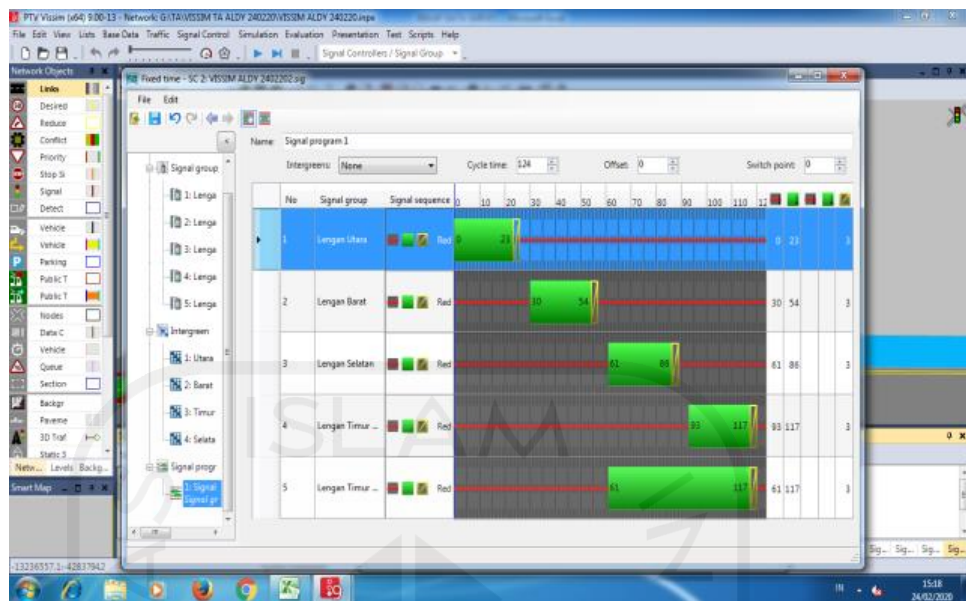
Gambar 5.18 Input Signal Control



Gambar 5.19 Input Signal Group

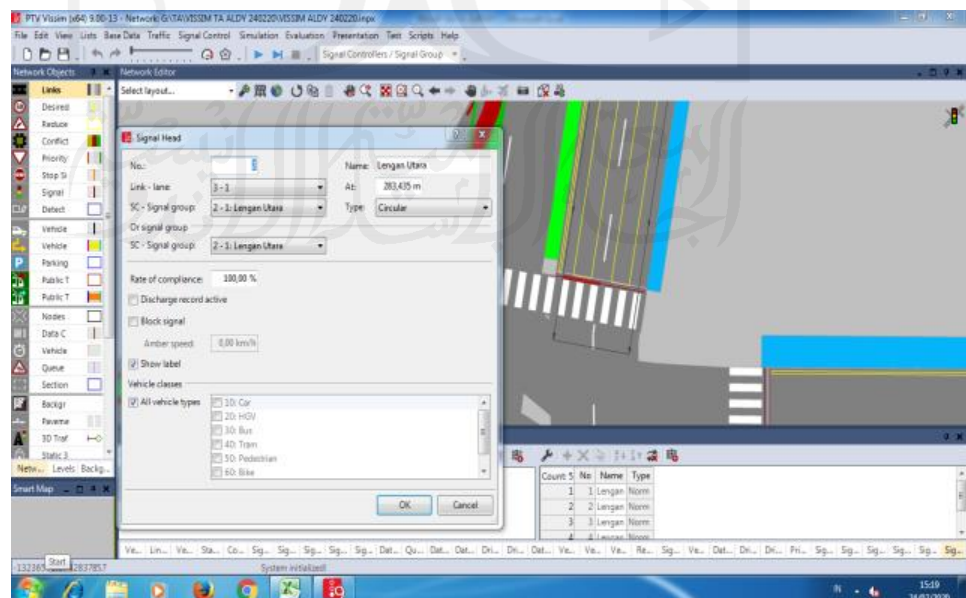


Gambar 5.20 Penyesuaian Intergreen



Gambar 5.21 Input Diagram Fase

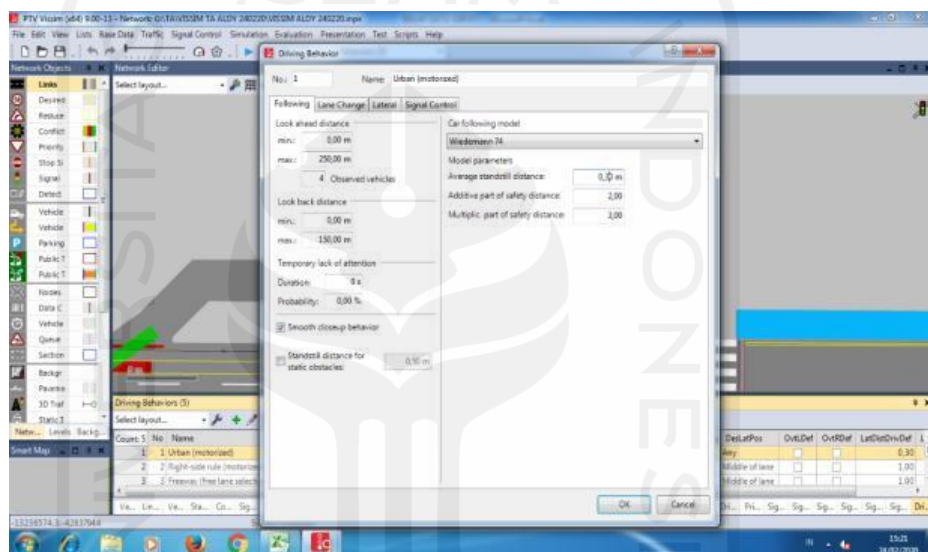
Setelah *input* pada *signal control* selesai maka dilanjutkan dengan peletakan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) masing-masing lajur yang terdapat sinyal lalu lintas pada *Network Object*, *Signal Head*. Peletakan disesuaikan dengan lokasi di kenyataan, letaknya di depan lengan atau di depan *zebra cross* seperti pada Gambar 5.21.



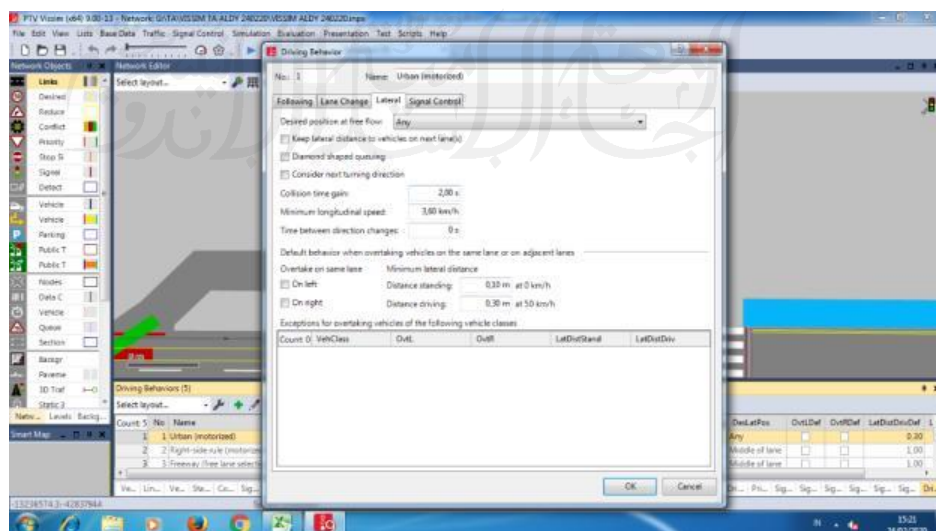
Gambar 5.22 Input Signal Head

7. Input Parameter Driving Behavior

Driving Behavior atau perilaku mengemudi adalah parameter yang secara langsung mempengaruhi interaksi antar kendaraan sehingga menyebabkan perbedaan yang berarti pada hasil simulasi lalu lintas. *Driving behavior* harus disesuaikan dengan kondisi lapangan agar hasil simulasi lalu lintas dapat mewakili kondisi di lapangan. Penentuan *Driving Behavior* bisa dilihat pada Gambar 5.23 dan 5.24 di atas, beserta parameter-parameter yang dapat disesuaikan



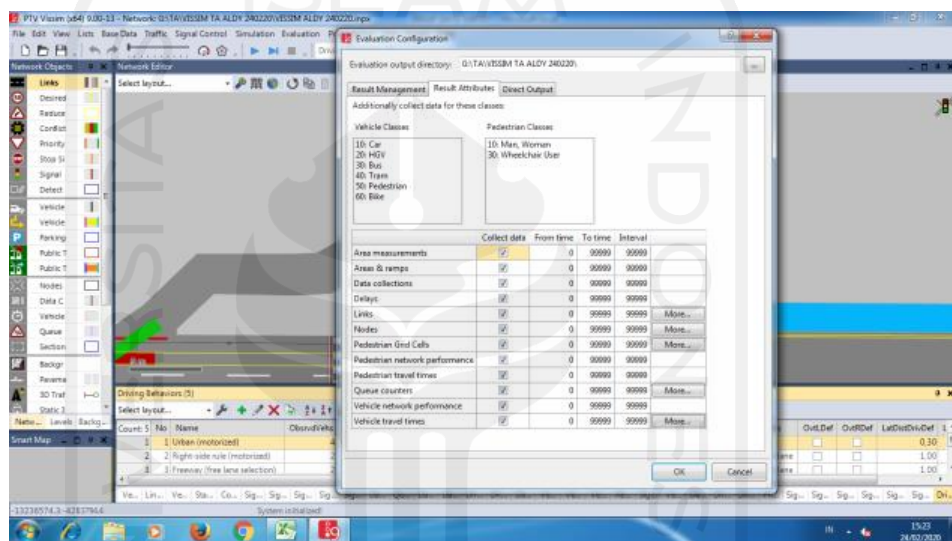
Gambar 5.23 Input Driving Behavior 1



Gambar 5.24 Input Driving Behavior 2

8. Evaluation

Parameter evaluasi merupakan ukuran validasi serta merupakan hasil akhir dari pemodelan *VISSIM* ini. Pada tahap ini tempatkan *tools* seperti *Vehicle Travel Times*, *Data Collection Point*, serta *Queue Counters* pada *Link* yang inginkan, sehingga memunculkan nilai akhir seperti tundaan (*delay*) dan panjang antrean (*queue lengtht*). Gambar 5.25 di bawah merupakan gambar pengaturan hasil evaluasi.



Gambar 5.25 Evaluation Configuration

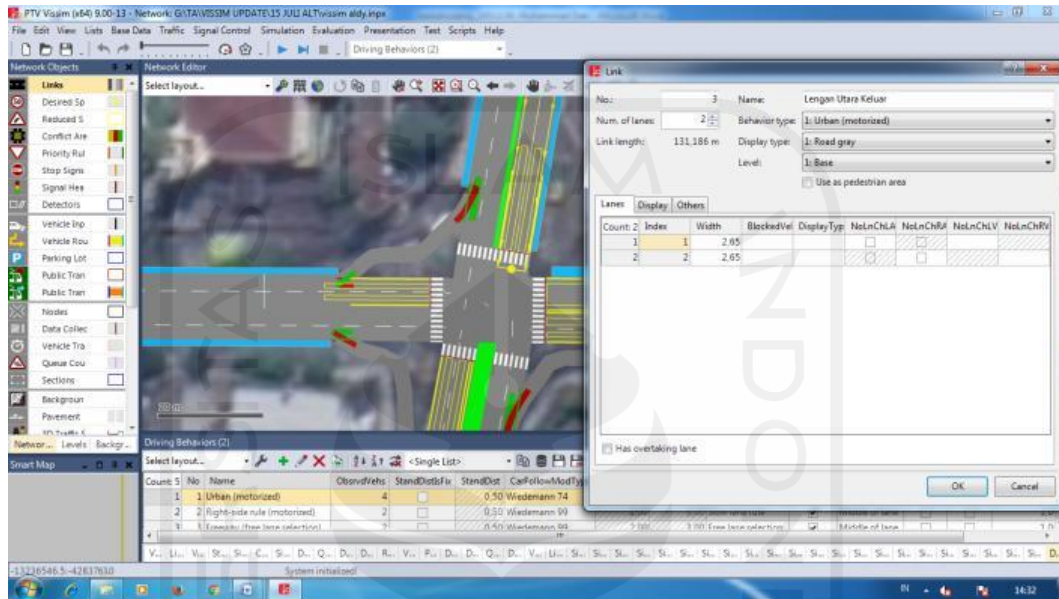
Hasil evaluasi yang dihasilkan dari simulasi lalu lintas menggunakan *VISSIM* adalah volume kendaraan, panjang antrean dan tundaan.

5.3 Pemodelan *Link* dan Pembagian Arus pada *Software VISSIM*

Untuk mendapatkan hasil yang serupa dengan keadaan *eksisting*, dilakukan pemodelan dengan membagi satu jalur menjadi beberapa *link*. Berikut adalah pembagian jalur pada setiap lengan.

5.3.1 Lengan Utara

Lengan Utara menuju simpang dibagi menjadi 2 *link* yaitu *link* semua kendaraan, dan *link* khusus motor. Untuk melihat tampilan *link* utama lengan Utara ditampilkan pada Gambar 5.28 berikut.

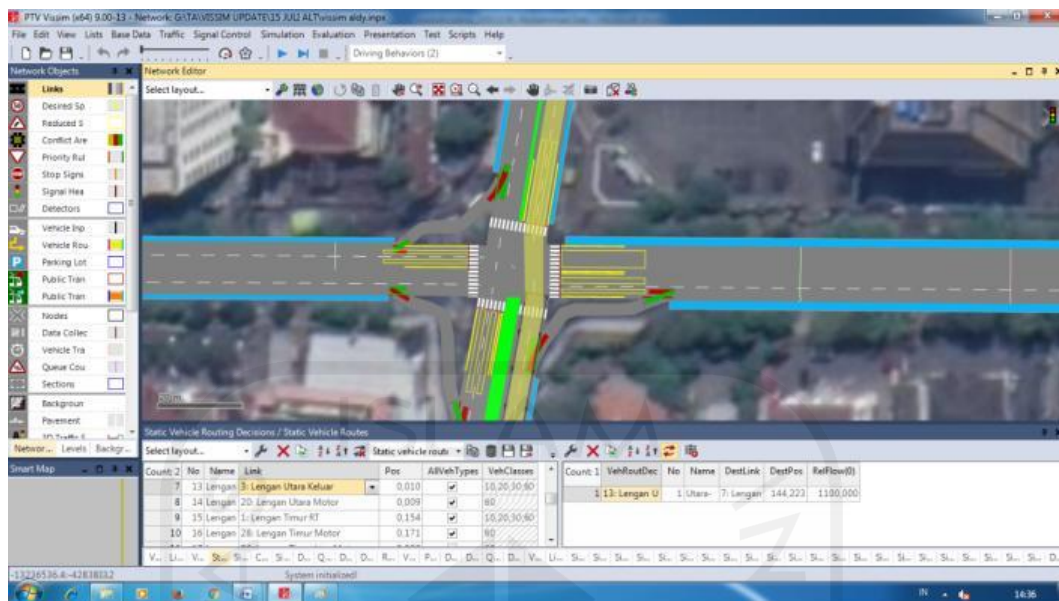


Gambar 5.28 Link Utama Lengan Utara Pada VISSIM

Dengan adanya pembagian *link* pada pemodelan VISSIM, maka perlu dilakukan pembagian arus lalu lintas, Pembagian arus *link* utama lengan Utara dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Gambar 5.29 berikut.

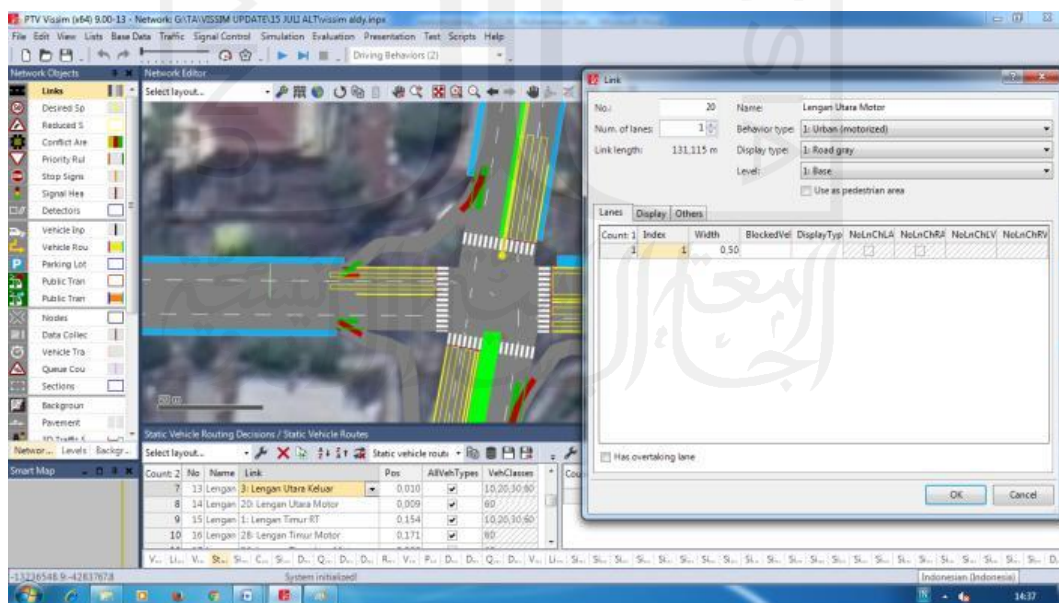
Tabel 5. 7 Pembagian Arus Link Utama Lengan Utara

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	630	461	8	1	1100
Komposisi	57,27%	41,91%	0,73%	0,09%	100%

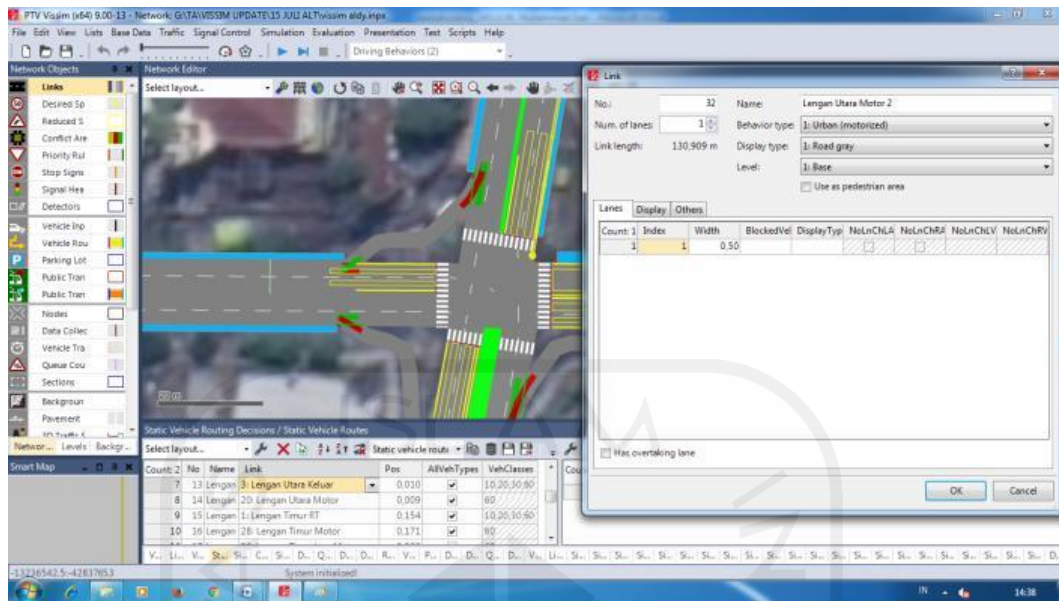


Gambar 5.29 Vehicle Route Link Utama Lengan Utara

Tampilan *link* khusus MC lengan Utara dapat dilihat pada Gambar 5.30 dan 5.31 berikut.



Gambar 5.30 Link khusus MC Lengan Utara pada VISSIM

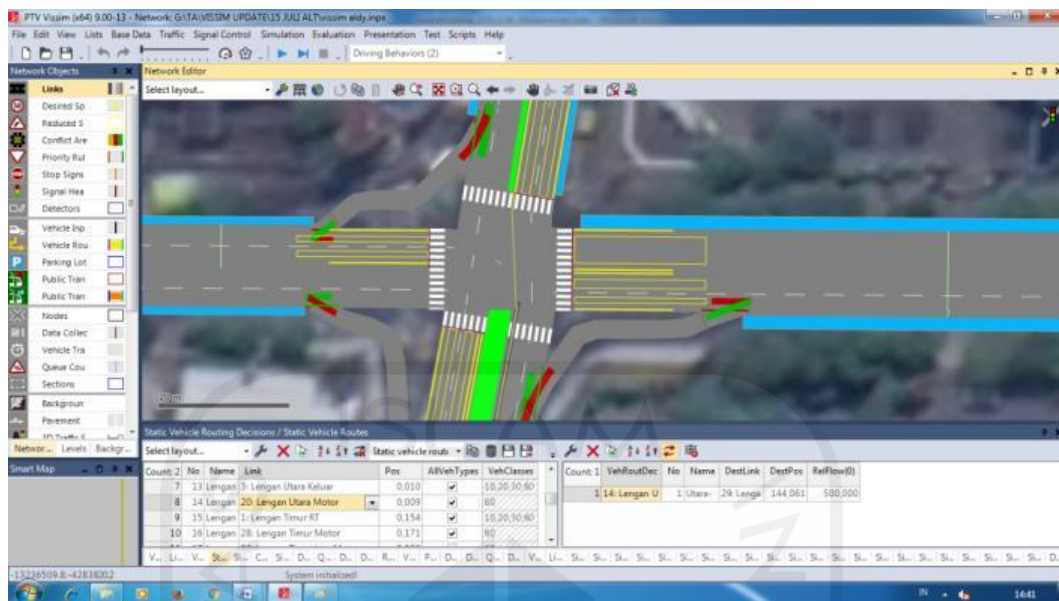


Gambar 5.31 Link khusus MC Lengan Utara 2 pada VISSIM

Pembagian arus *link* khusus MC lengan Utara dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 serta Gambar 5.32 dan Gambar 5.33 berikut.

Tabel 5. 8 Pembagian Arus *Link* khusus MC Lengan Utara

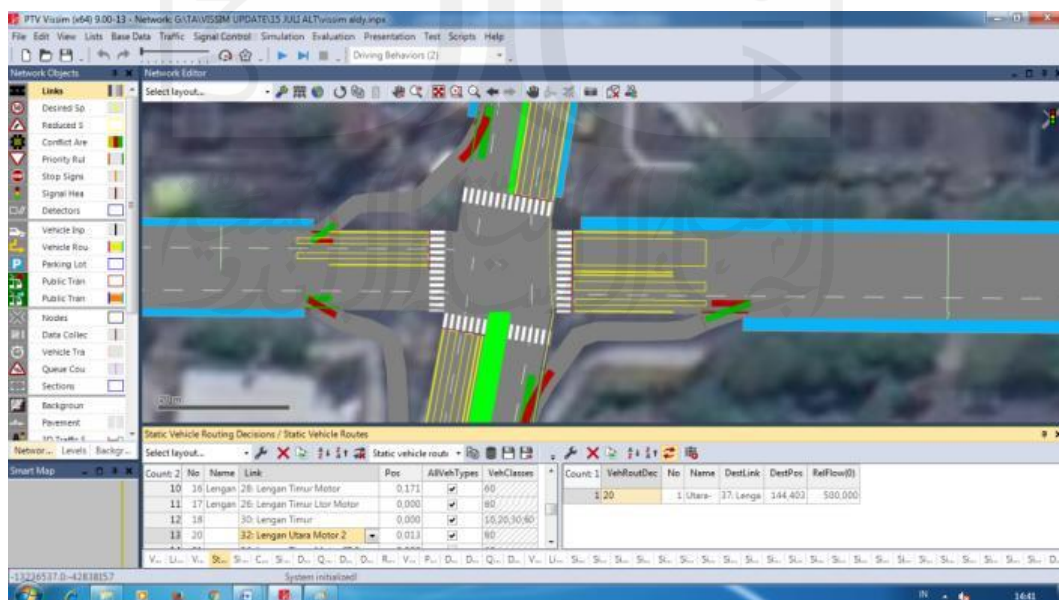
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	500	0	0	0	500
Komposisi	100%	0%	0%	0%	100%



Gambar 5.32 Vehicle Route Link khusus MC Lengan Utara

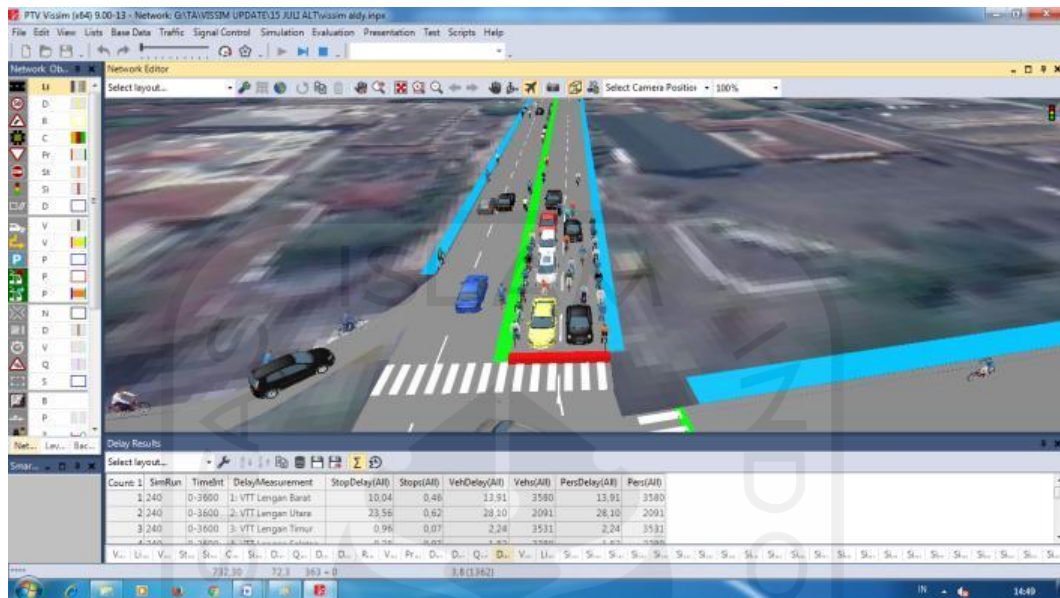
Tabel 5. 9 Pembagian Arus Link khusus MC Lengan Utara 2

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	500	0	0	0	500
Komposisi	100%	0%	0%	0%	100%



Gambar 5.33 Vehicle Route Link khusus MC Lengan Utara 2

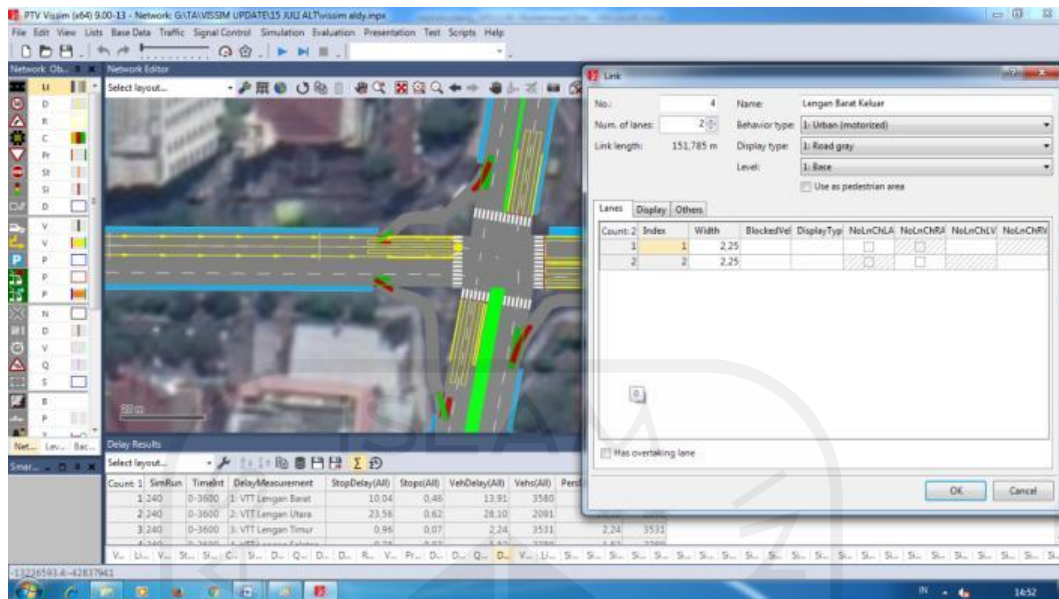
Tampilan lengan Utara pada saat dilakukan *running* simulasi pada VISSIM dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut.



Gambar 5.34 Tampilan Simulasi Lengan Utara

Lengan Barat

Lengan Barat menuju simpang dibagi menjadi 4 *link* yaitu *link* RT, *link* LT, *link* RT khusus motor dan *link* LT khusus motor. Untuk melihat tampilan *link* RT lengan Barat ditampilkan pada Gambar 5.35 berikut.

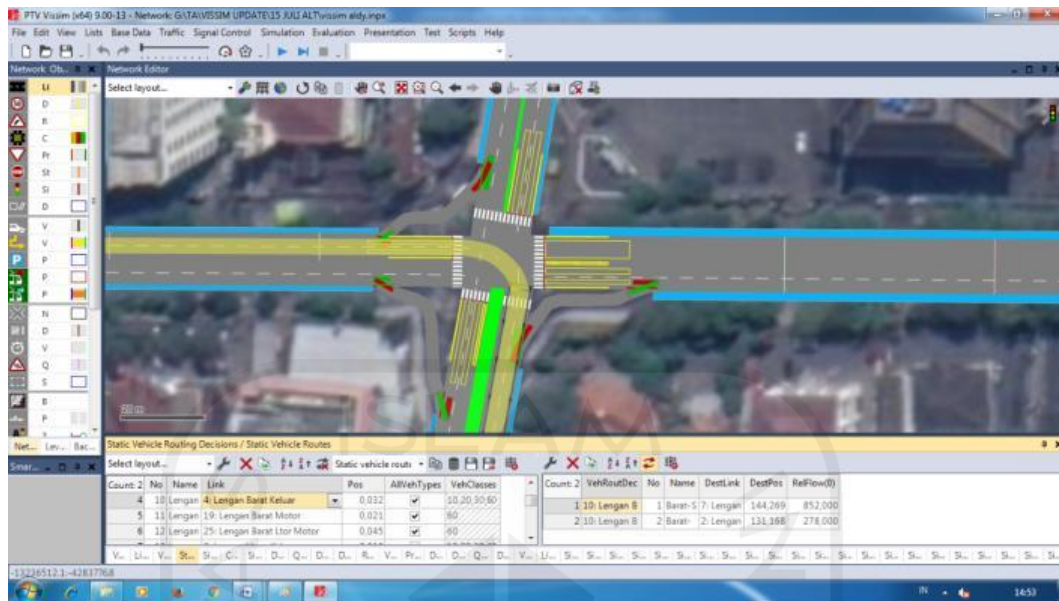


Gambar 5.35 Link RT Lengan Barat pada VISSIM

Dengan adanya pembagian *link* pada pemodelan *VISSIM*, maka perlu dilakukan pembagian arus lalu lintas untuk menginput volume kendaraan ke dalam *VISSIM*. Pembagian arus *link* RT lengan Barat dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.36 berikut.

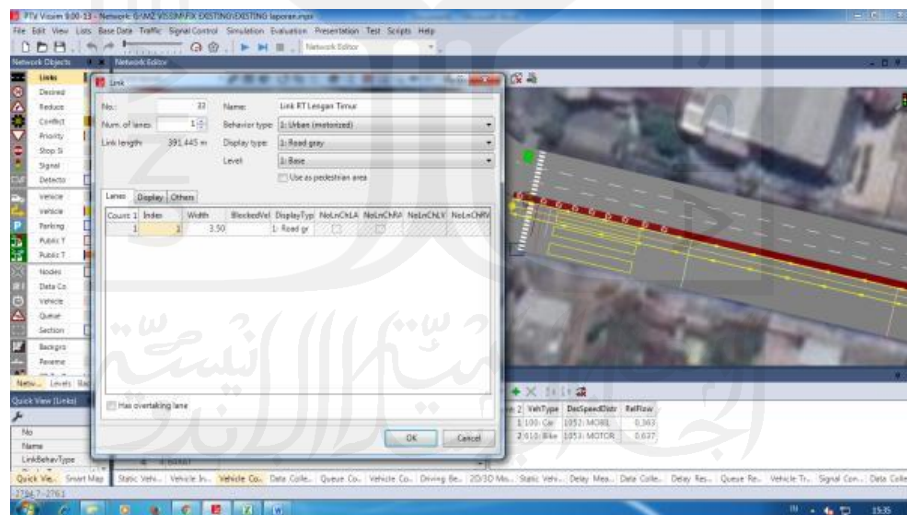
Tabel 5.10 Vehicle Route Link RT Lengan Barat

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	437	406	8	1	852
Komposisi	51,29%	47,65%	0,94%	0,12%	100%



Gambar 5.36 Vehicle Route Link RT Lengan Barat

Tampilan *link* LT lengan Barat dapat dilihat pada Gambar 5.37 berikut.

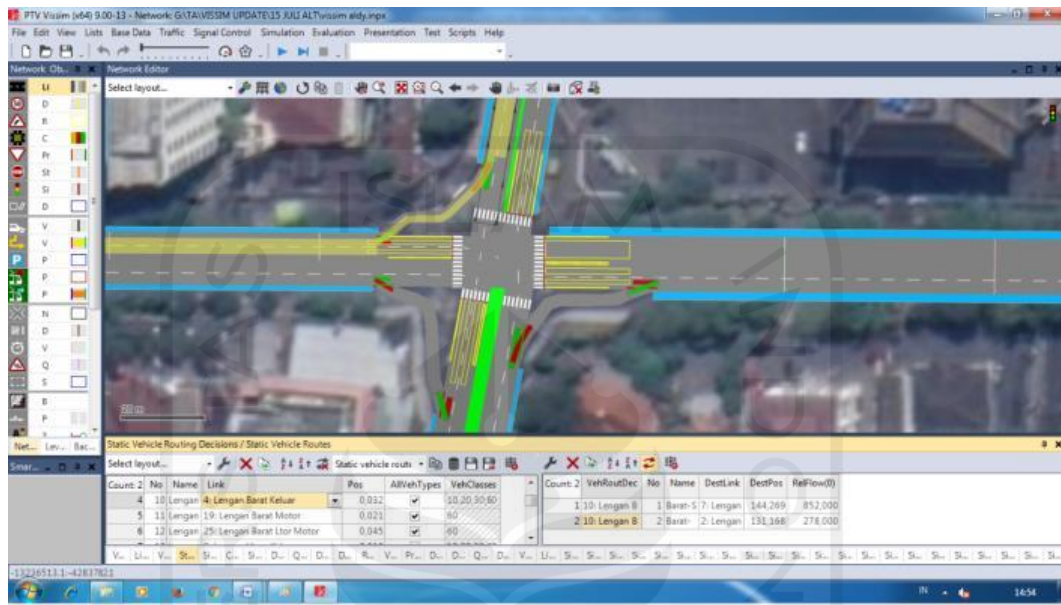


Gambar 5. 37 Link LT Lengan Timur Pada VISSIM

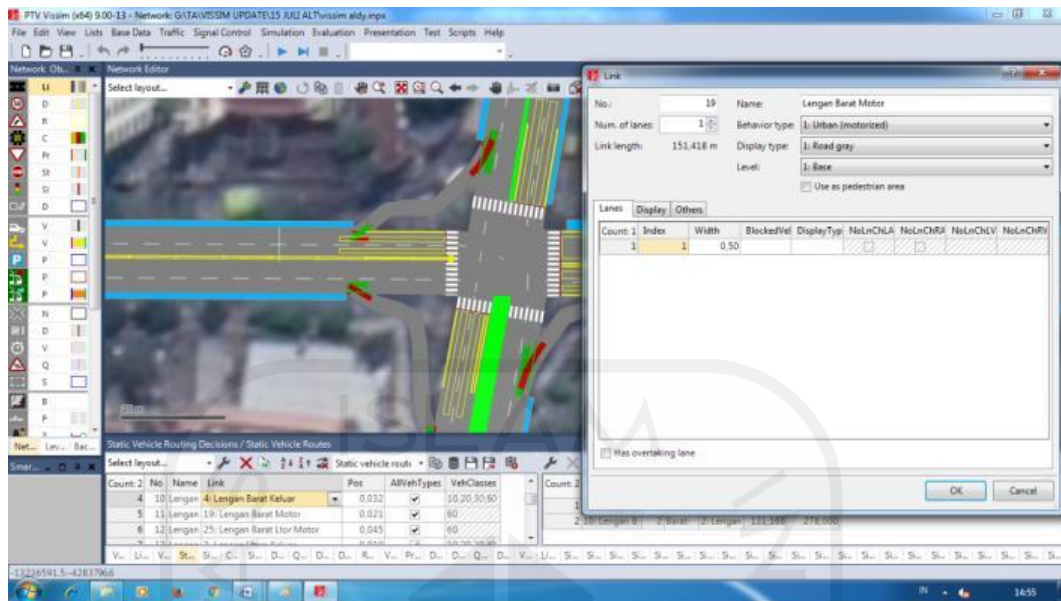
Pembagian arus *link* LT lengan Barat dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.11 dan Gambar 5.38 berikut.

Tabel 5.11 Vehicle Route Link LT Lengan Barat

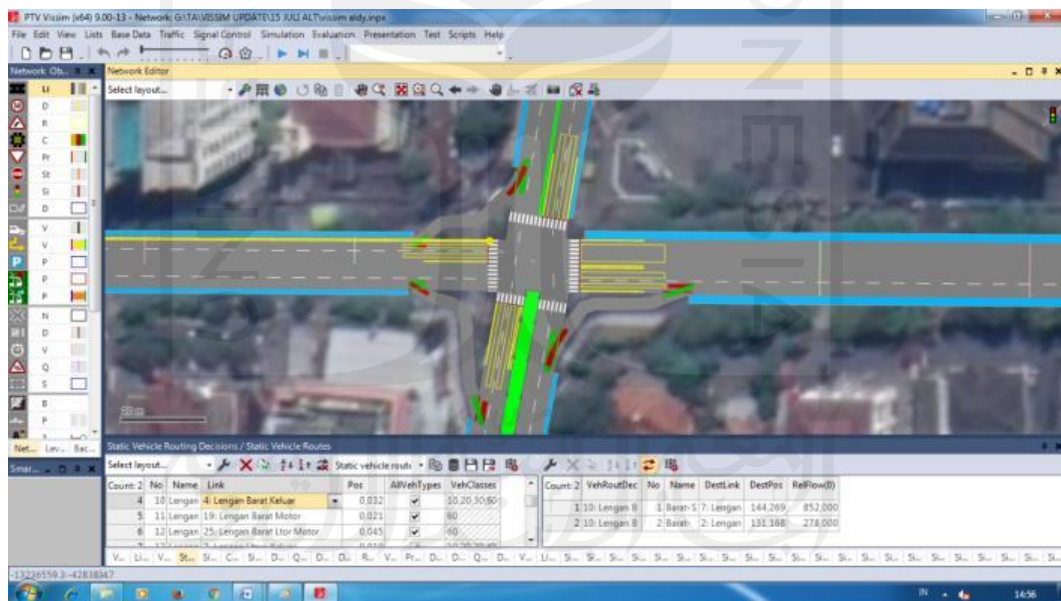
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
LT	33	236	9	0	278
Komposisi	11,87%	84,89%	3,24%	0,00%	100%

**Gambar 5.38 Vehicle Route Link LT Lengan Barat**

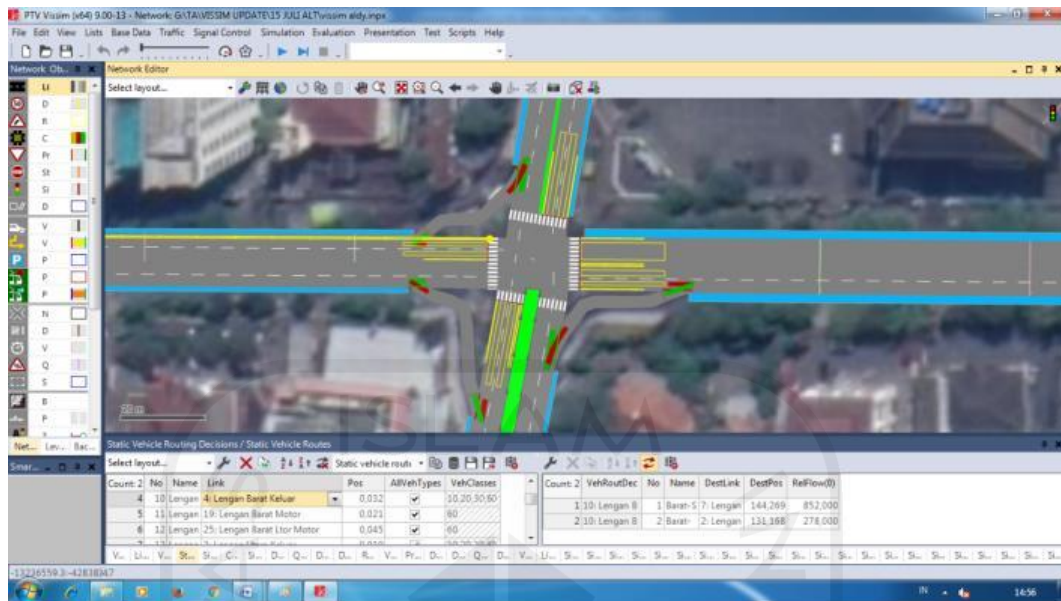
Tampilan *link* khusus MC RT lengan Barat dapat dilihat pada Gambar 5.39, 5.40 & 5.41 berikut.



Gambar 5.39 Link Khusus MC RT Lengan Barat Pada VISSIM



Gambar 5.40 Link Khusus MC RT Lengan Barat 2 Pada VISSIM

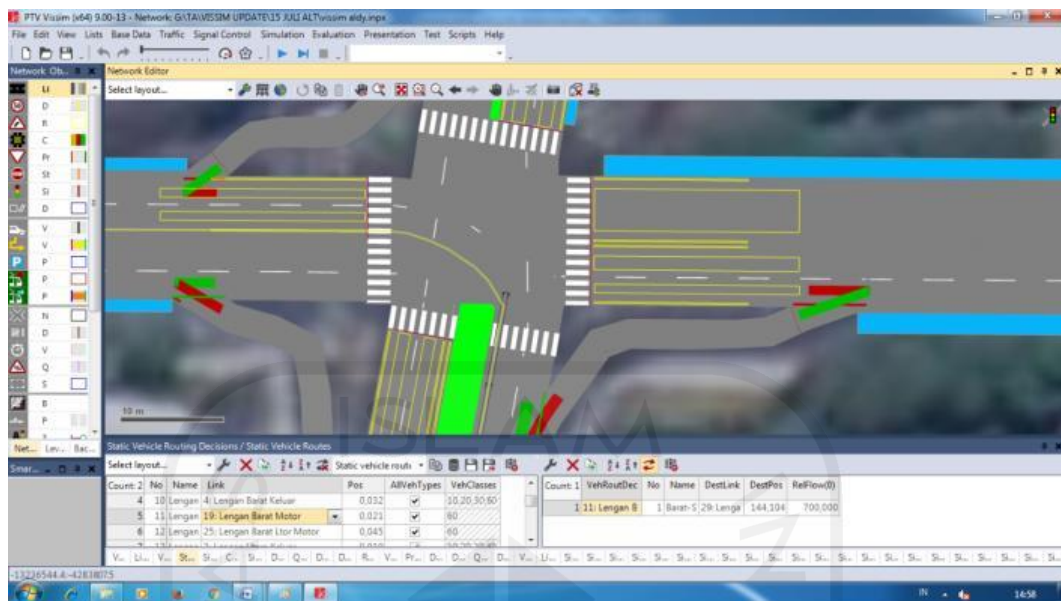


Gambar 5.41 Link Khusus MC RT Lengan Barat 3 Pada VISSIM

Pembagian arus *link* Khusus MC RT lengan Barat dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.12, 5.13 dan 5.14 serta Gambar 5.42, 5.43 dan 5.44 berikut.

Tabel 5.12 Link Khusus MC RT Lengan Barat

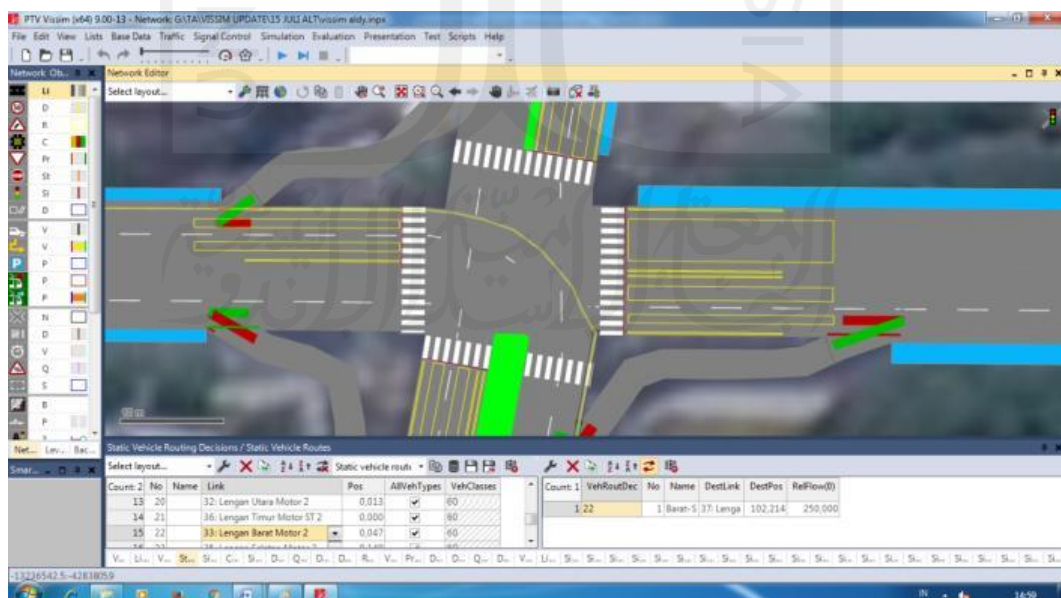
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	700	0	0	0	700
Komposisi	100%	0%	0%	0%	100%



Gambar 5.42 Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Barat

Tabel 5.13 Link Khusus MC RT Lengan Barat 2

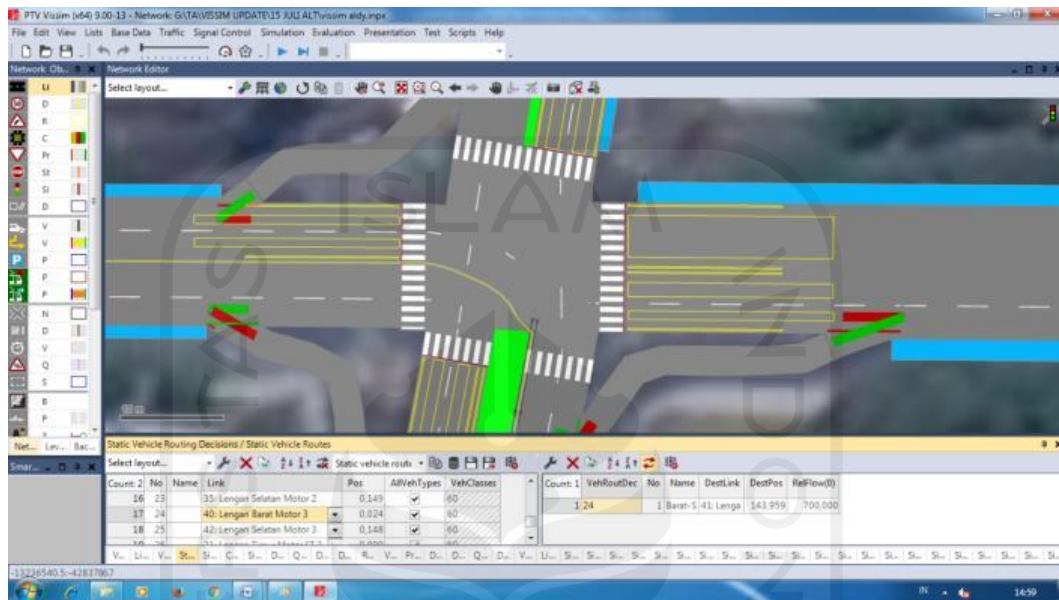
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	250	0	0	0	250
Komposisi	100%	0%	0%	0%	100%



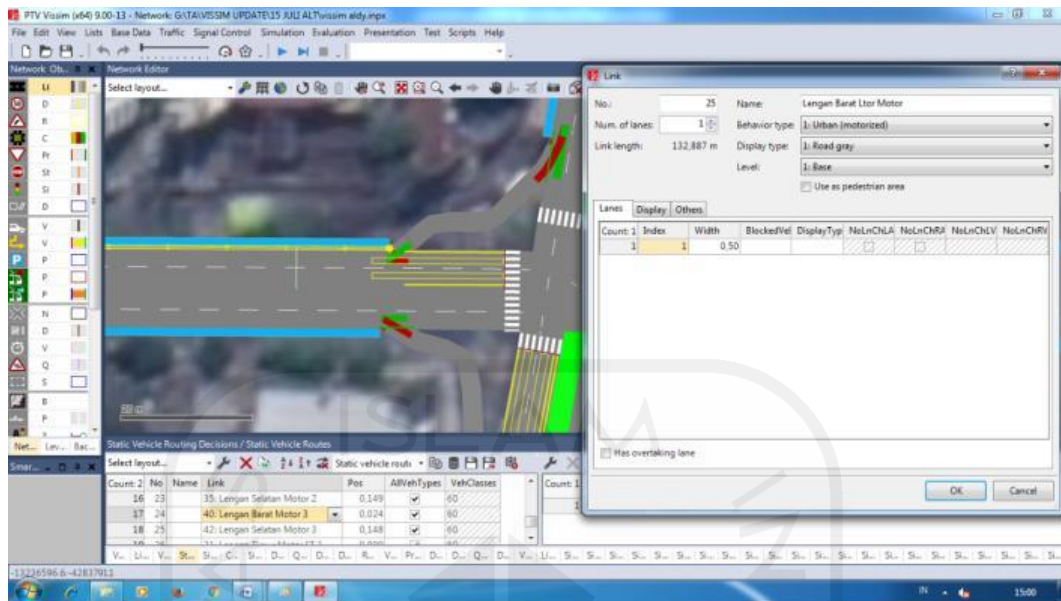
Gambar 5.43 Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Barat 2

Tabel 5.14 Link Khusus MC RT Lengan Barat 3

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	700	0	0	0	700
Komposisi	100%	0%	0%	0%	100%

**Gambar 5.44 Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Barat 3**

Tampilan *link* khusus MC LT lengan Barat dapat dilihat pada Gambar 5.45 berikut.

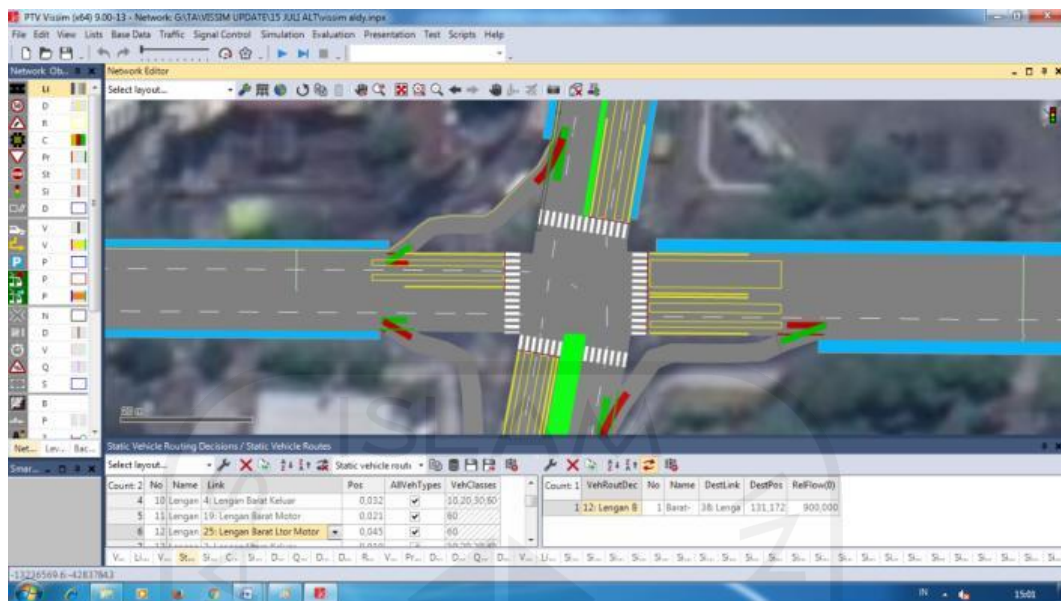


Gambar 5.45 Link Khusus MC LT Lengan Barat Pada VISSIM

Pembagian arus *link* Khusus MC LT lengan Barat dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan Gambar 5.46 berikut.

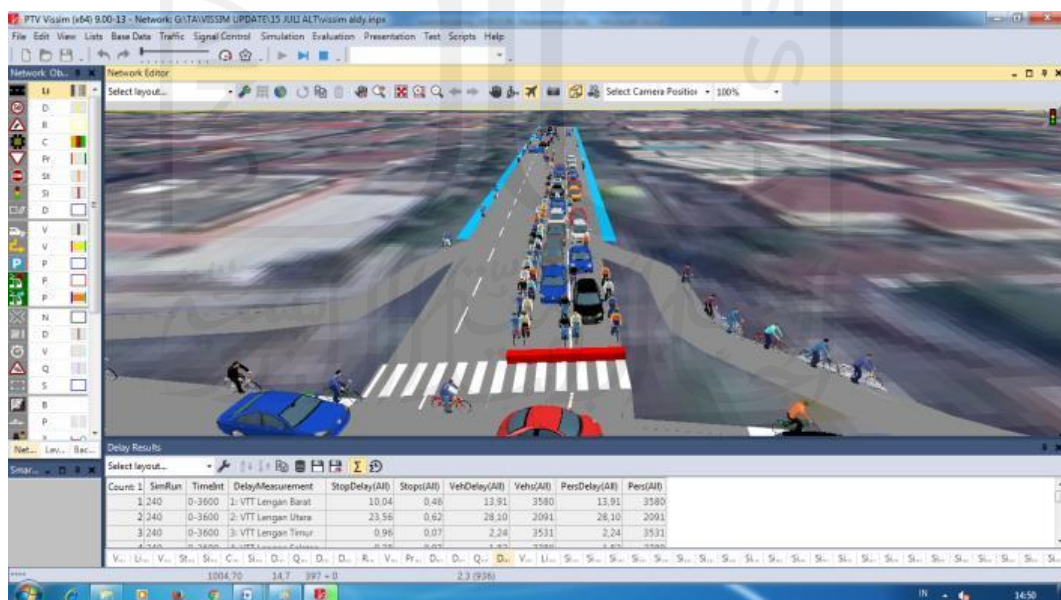
Tabel 5.15 Link Khusus MC RT Lengan Barat

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	900	0	0	0	900
Komposisi	100%	0%	0%	0%	100%



Gambar 5.46 Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Barat

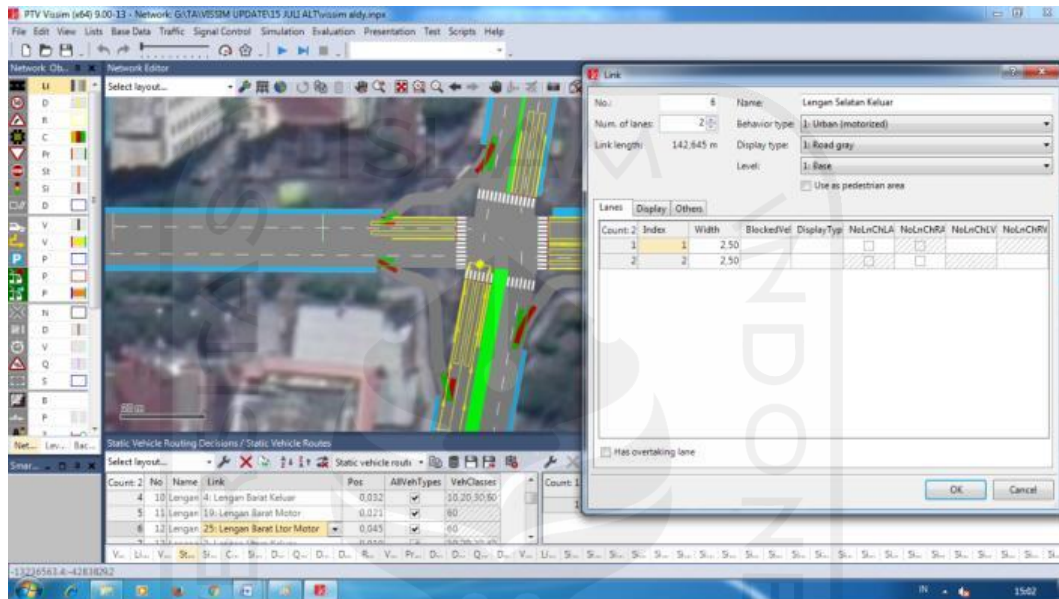
Tampilan lengan Barat pada saat dilakukan *running* simulasi pada VISSIM dapat dilihat pada Gambar 5.47 berikut.



Gambar 5.47 Tampilan Simulasi Lengan Barat

Lengan Selatan

Lengan Selatan menuju simpang dibagi menjadi 4 *link* yaitu *link* ST, *link* LT, *link* khusus MC ST dan *link* khusus MC LT. Tampilan *link* ST lengan Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.48 berikut.

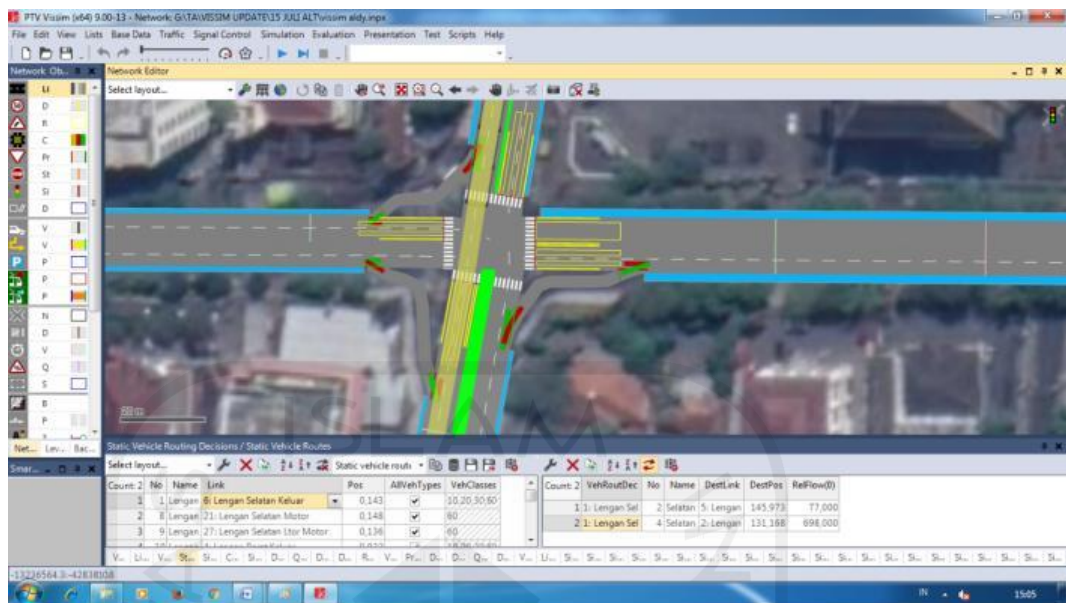


Gambar 5.48 Link ST Lengan Selatan Pada VISSIM

Dengan adanya pembagian *link* pada pemodelan VISSIM, maka perlu dilakukan pembagian arus lalu lintas untuk menginput volume kendaraan ke dalam VISSIM. Pembagian arus *link* ST lengan Selatan dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Gambar 5.49 berikut.

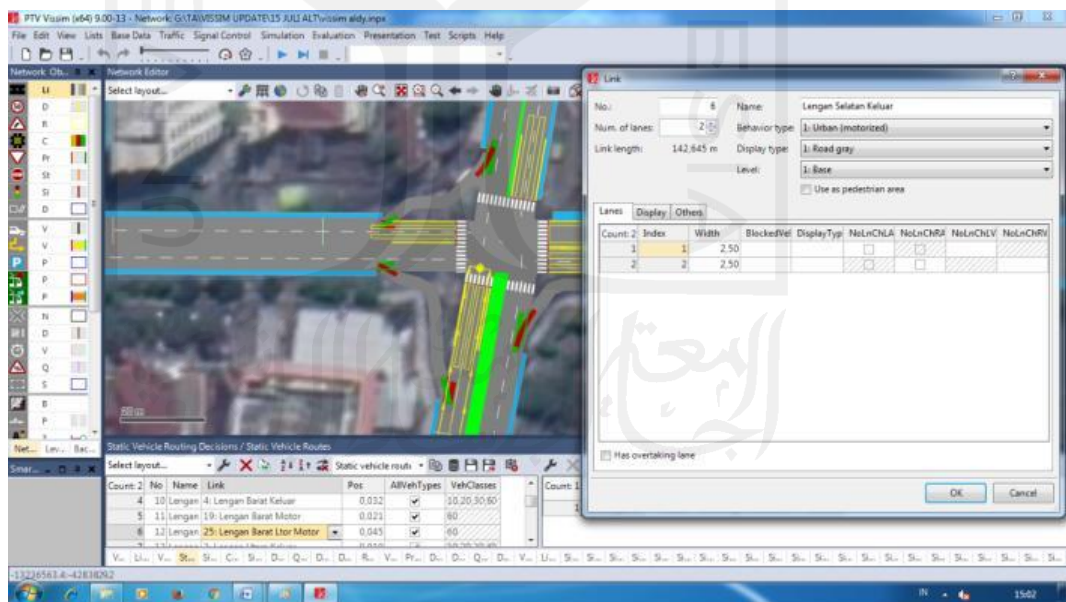
Tabel 5.16 Link ST Lengan Selatan

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	196	495	6	1	698
Komposisi	28,08%	70,92%	0,86%	0,14%	100%



Gambar 5.49 Vehicle Route Link ST Lengan Selatan

Tampilan *link* LT lengan Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.50 berikut.

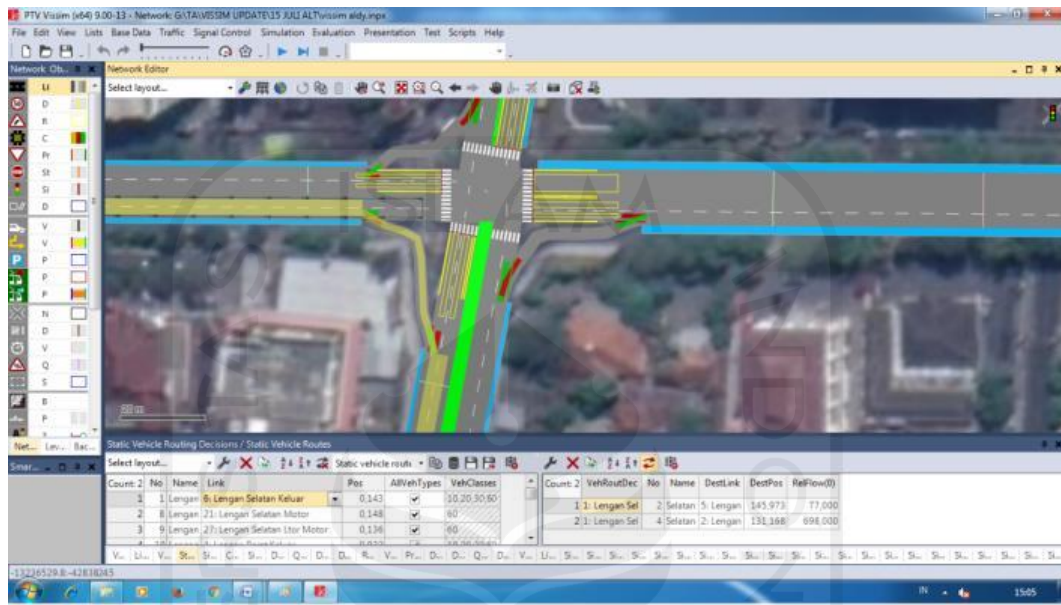


Gambar 5.50 Link LT Lengan Selatan Pada VISSIM

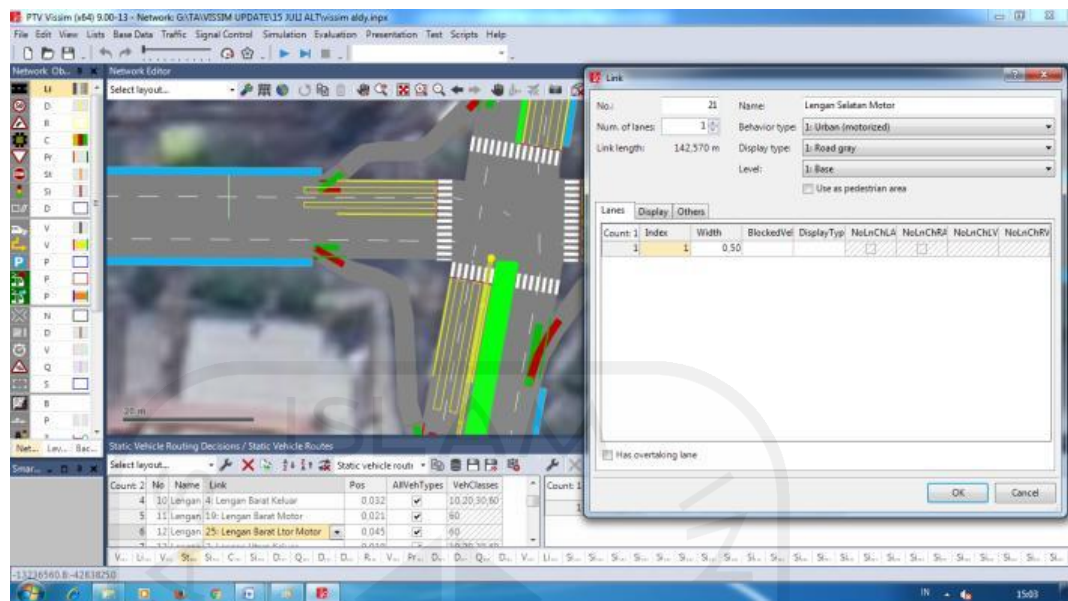
Pembagian arus *link* LT lengan Selatan dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Gambar 5.51 berikut.

Tabel 5.17 Link LT Lengan Selatan

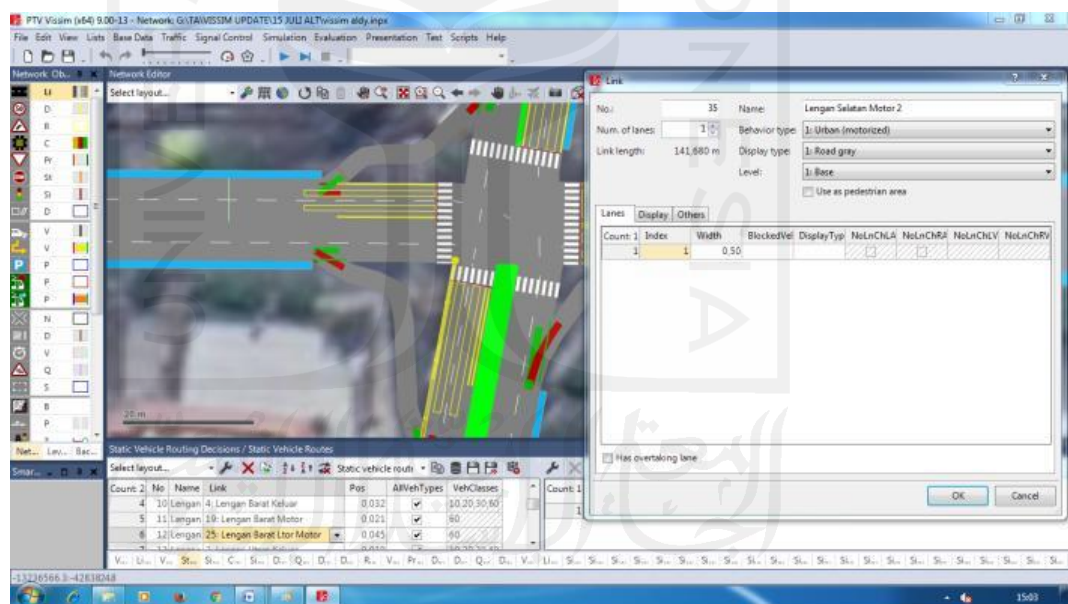
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
LT	33	236	9	0	278
Komposisi	11,87%	84,89%	3,24%	0%	100%

**Gambar 5.51 Vehicle Route Link LT Lengan Selatan**

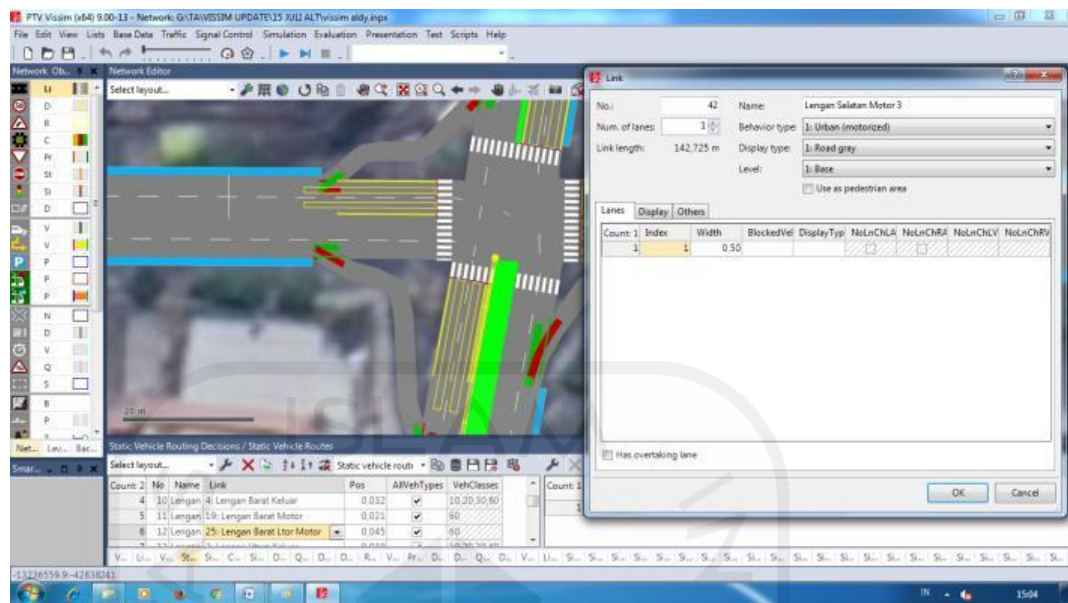
Tampilan *link* khusus MC ST lengan Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.52, 5.53 dan 5.54 berikut.



Gambar 5.52 Link Khusus MC ST Lengan Selatan Pada VISSIM



Gambar 5.53 Link Khusus MC ST Lengan Selatan 2 Pada VISSIM

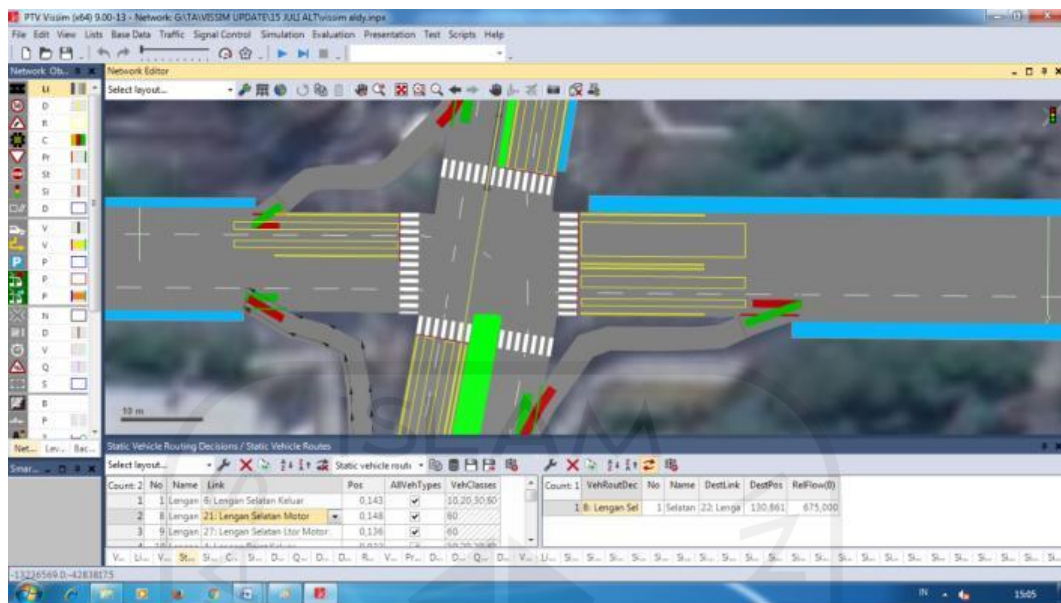


Gambar 5.54 Link Khusus MC ST Lengan Selatan 3 Pada VISSIM

Pembagian arus *link* Khusus MC ST lengan Selatan dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.18, 5.19 dan 5.20 serta Gambar 5.55, 5.56 dan 5.57 berikut.

Tabel 5.18 Link Khusus MC ST Lengan Selatan

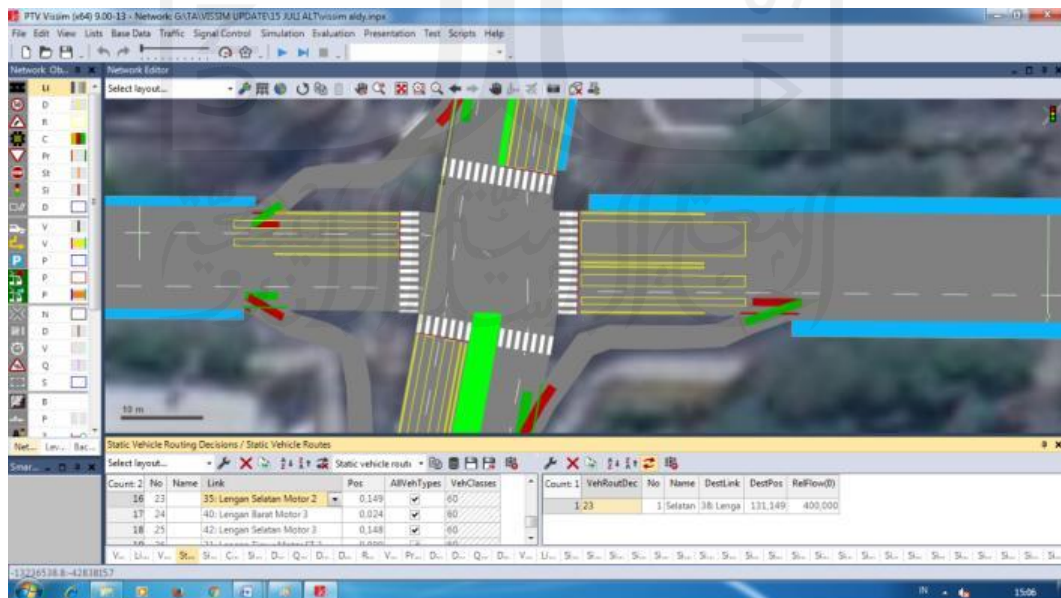
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	675	0	0	0	675
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%



Gambar 5.55 Vehicle Route Link Khusus MC ST Lengan Selatan

Tabel 5.19 Link Khusus MC ST Lengan Selatan 2

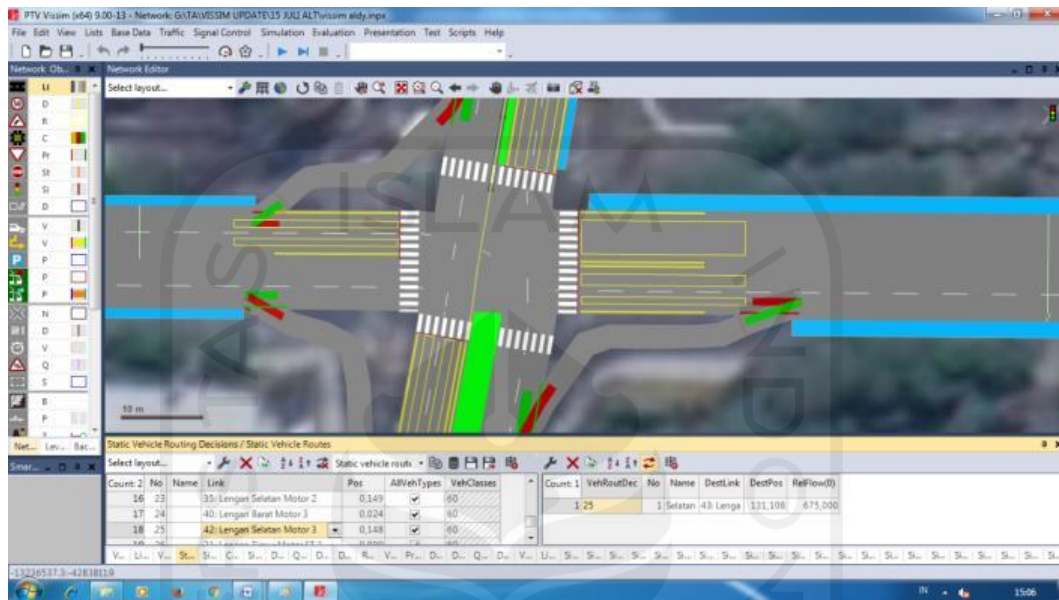
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	400	0	0	0	400
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%



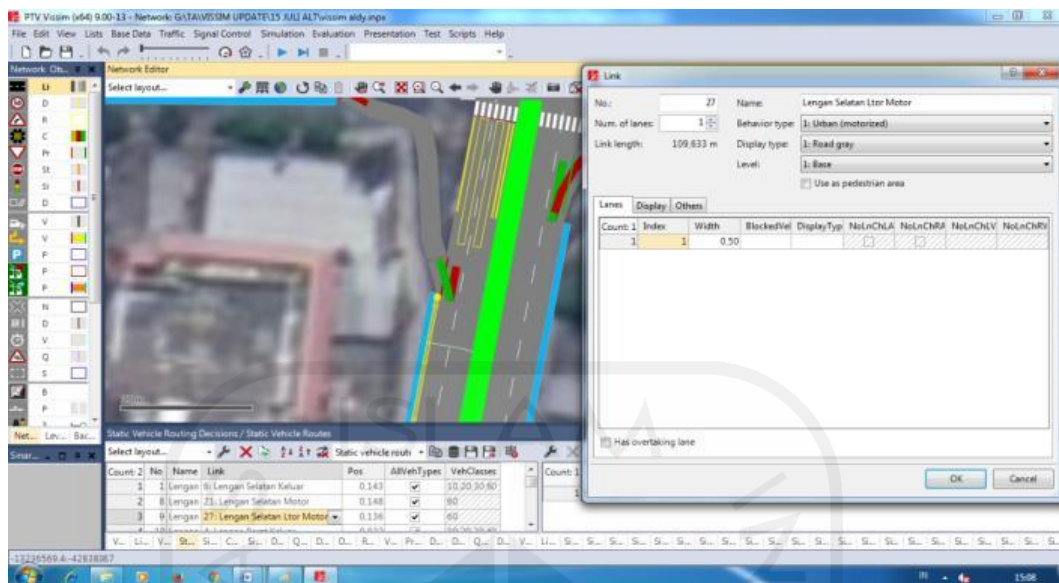
Gambar 5.56 Vehicle Route Link Khusus MC ST Lengan Selatan 2

Tabel 5.20 *Link Khusus MC ST Lengan Selatan 3*

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	675	0	0	0	675
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%

**Gambar 5.57 *Vehicle Route Link Khusus MC ST Lengan Selatan 3***

Tampilan *link* Khusus MC LT lengan Selatan dapat dilihat pada Gambar 5.58 berikut.

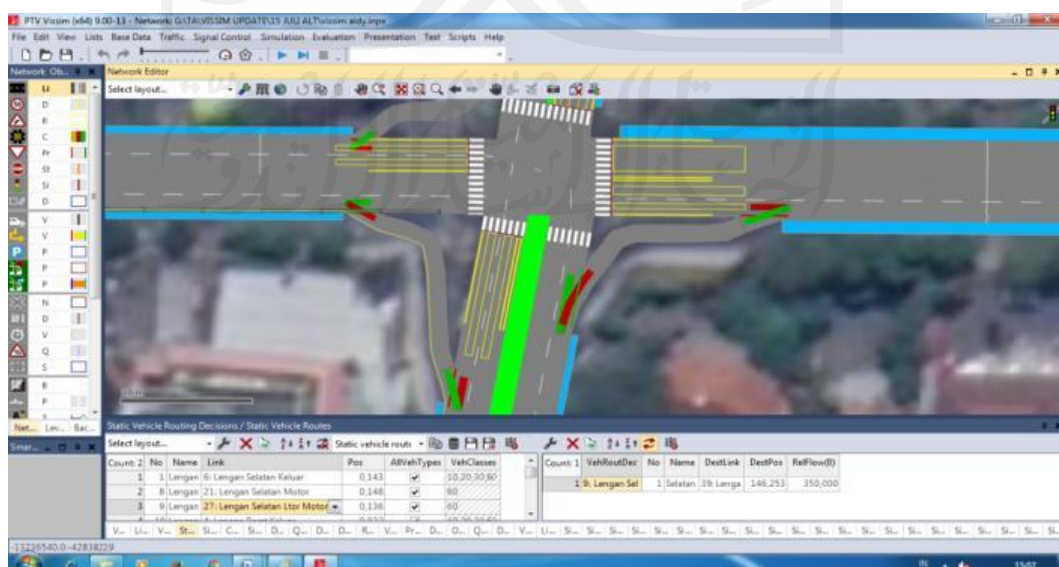


Gambar 5.58 Link Khusus MC LT Lengan Selatan Pada VISSIM

Pembagian arus Khusus MC LT lengan Selatan dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan Gambar 5.59 berikut.

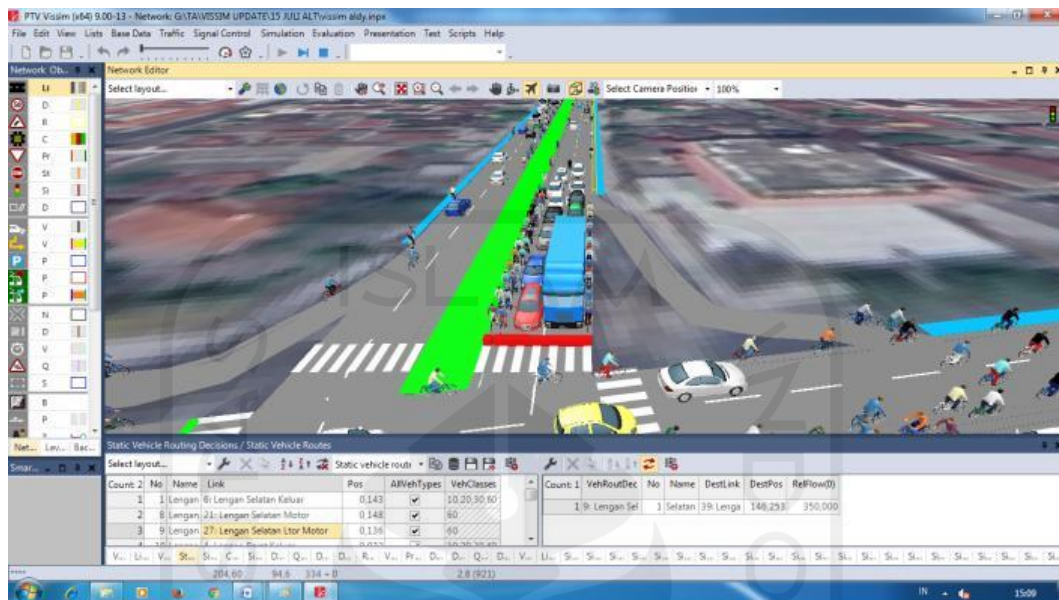
Tabel 5.21 Link Khusus MC LT Lengan Selatan

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
LT	350	0	0	0	350
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%



Gambar 5.59 Vehicle Route Link Khusus MC LT Lengan Selatan

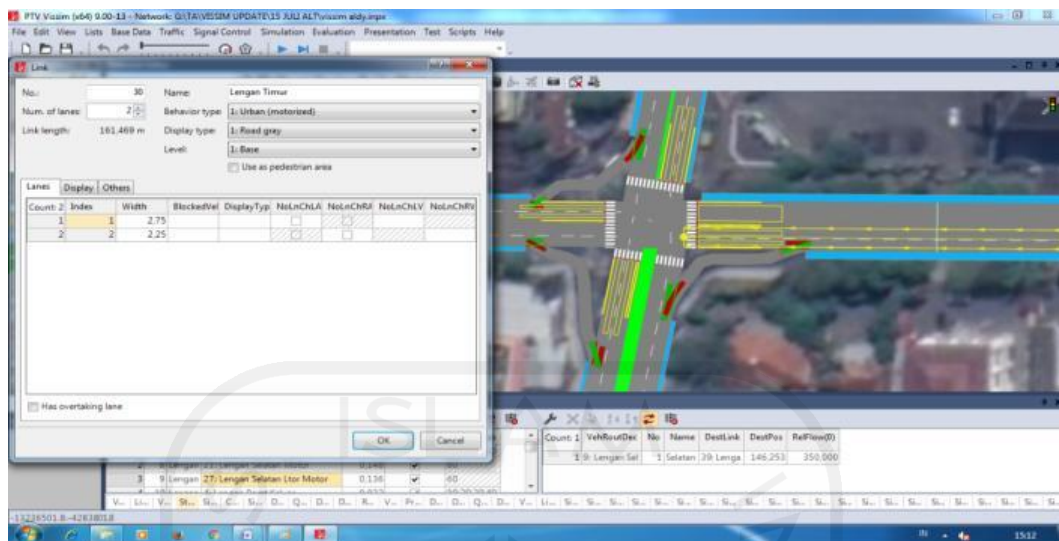
Tampilan lengan Selatan pada saat dilakukan *running* simulasi pada VISSIM dapat dilihat pada Gambar 5.60 berikut.



Gambar 5.60 Tampilan Simulasi Lengan Selatan

Lengan Timur

Lengan Timur menuju simpang dibagi menjadi 6 *link* yaitu *link* ST, *link* RT dan *link* LT serta *link* khusus MC ST, *link* khusus MC RT dan *Link* khusus MC LT. Tampilan *link* ST LT lengan Timur dapat dilihat pada Gambar 5.61 berikut.

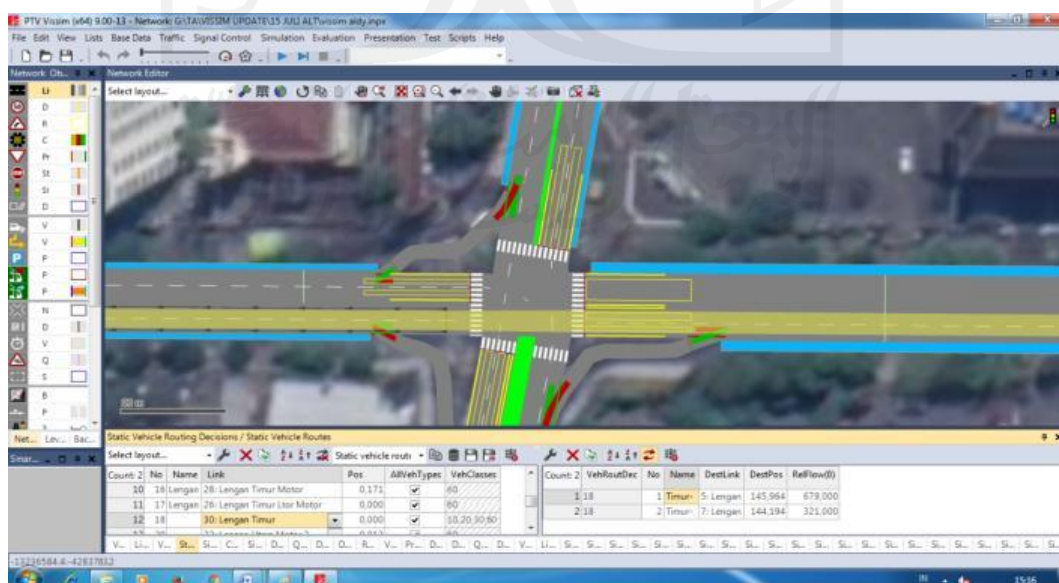


Gambar 5.61 Link ST Lengan Timur Pada VISSIM

Pembagian arus *link* ST lengan Timur dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Gambar 5.62 berikut.

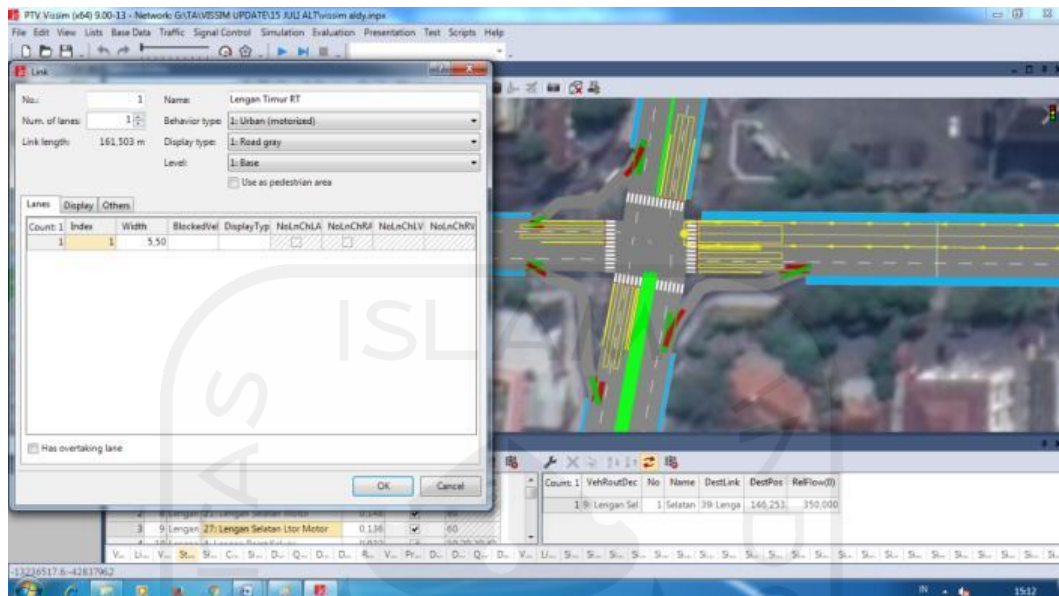
Tabel 5.22 Link ST Lengan Timur

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	155	415	8	1	579
Komposisi	26,77%	71,68%	1,38%	0,17%	100%



Gambar 5.62 Vehicle Route Link ST Lengan Timur

Tampilan *link* RT lengan Timur dapat dilihat pada Gambar 5.63 berikut.

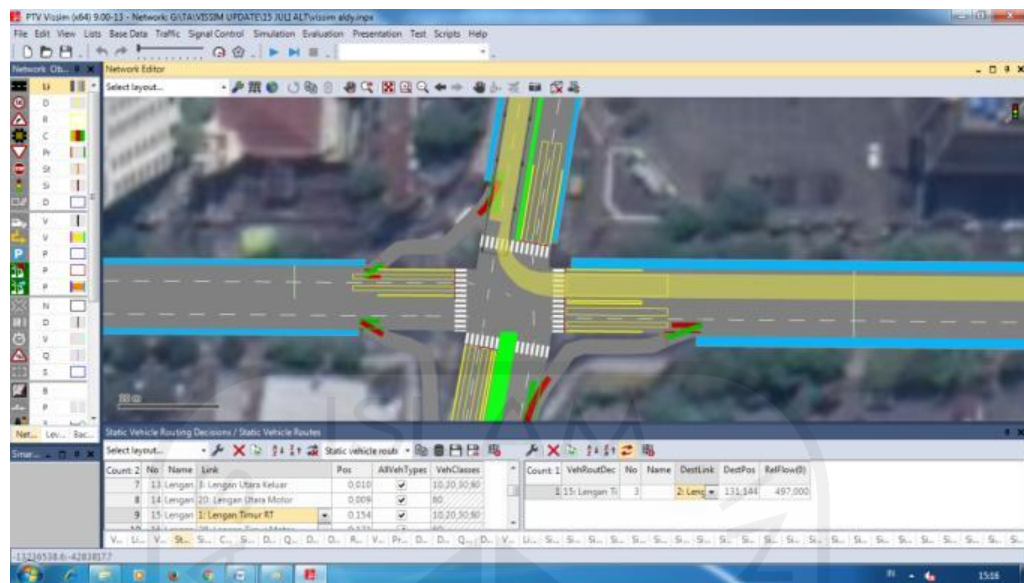


Gambar 5.63 *Link* RT Lengan Timur Pada VISSIM

Pembagian arus *link* RT lengan Timur dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.23 dan Gambar 5.64 berikut.

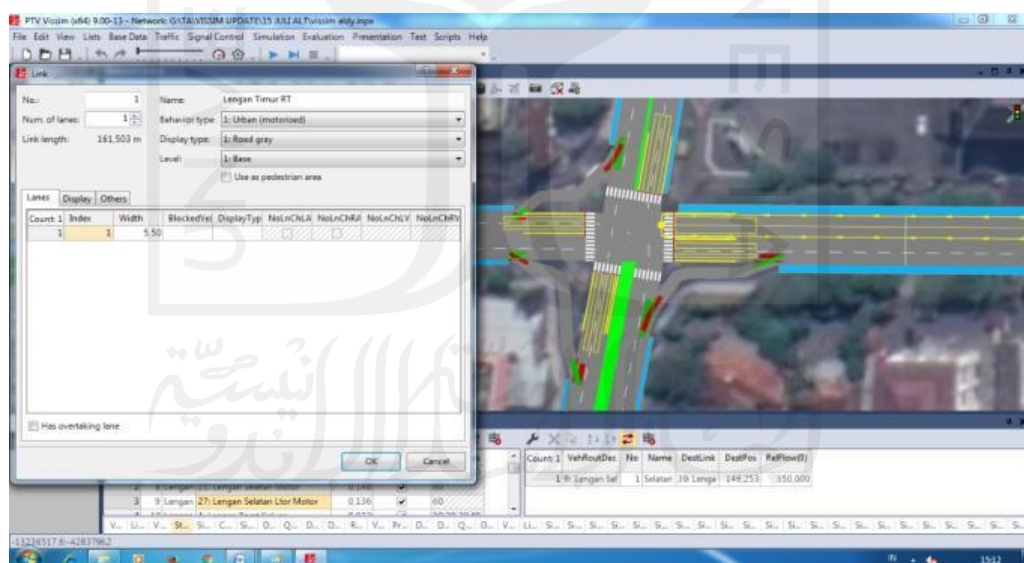
Tabel 5.23 *Link* RT Lengan Timur

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
RT	238	255	4	0	497
Komposisi	47,89%	51,31%	0,80%	0%	100%



Gambar 5.64 Vehicle Route Link RT Lengan Timur

Tampilan *link* LT lengan Timur dapat dilihat pada Gambar 5.65 berikut.

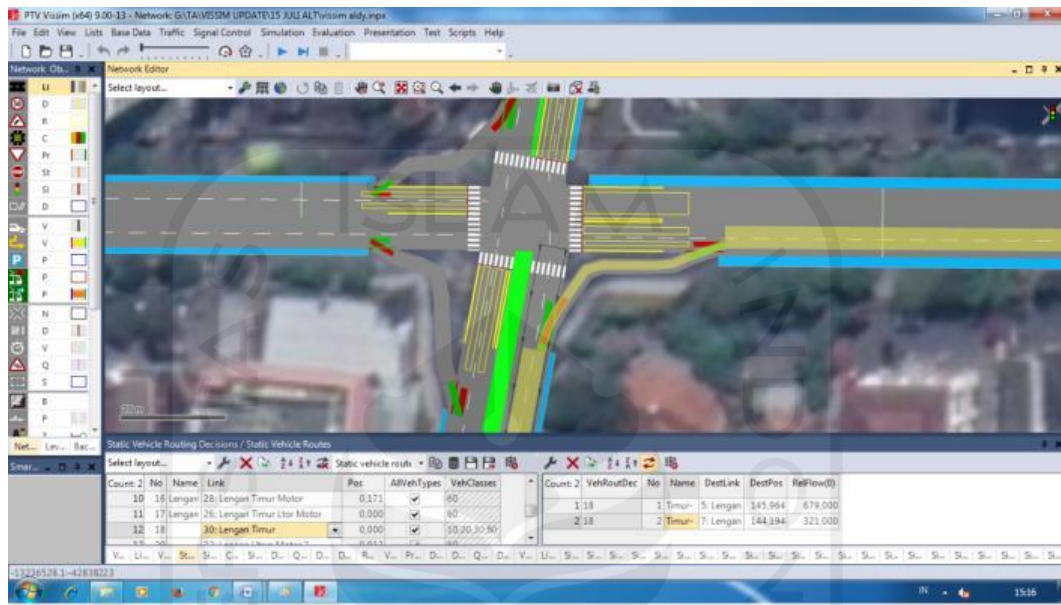


Gambar 5.65 Link LT Lengan Timur Pada VISSIM

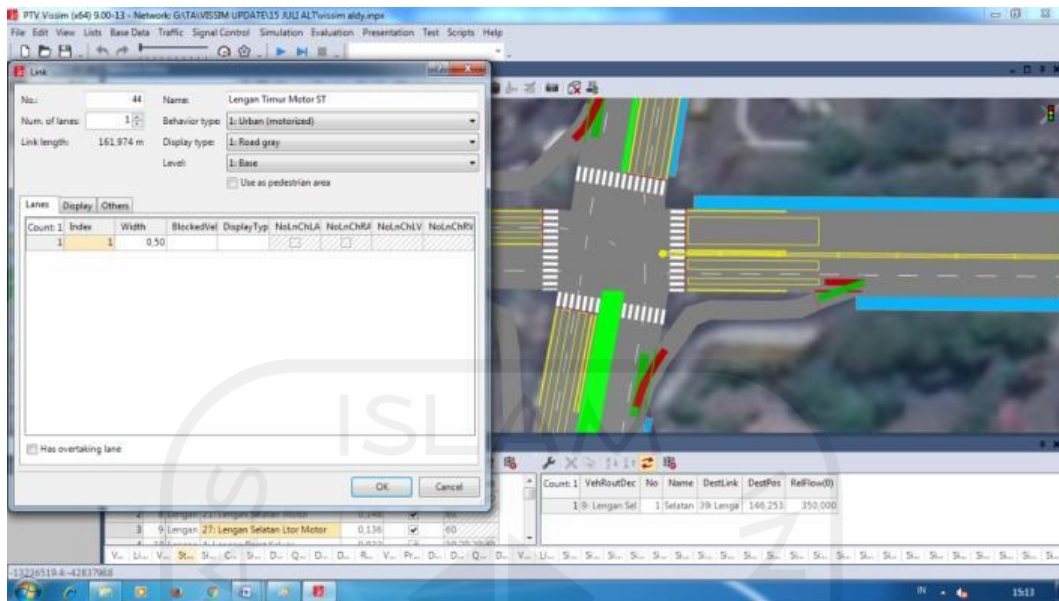
Pembagian arus *link* LT lengan Timur dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.24 dan Gambar 5.66 berikut.

Tabel 5.24 Link LT Lengan Timur

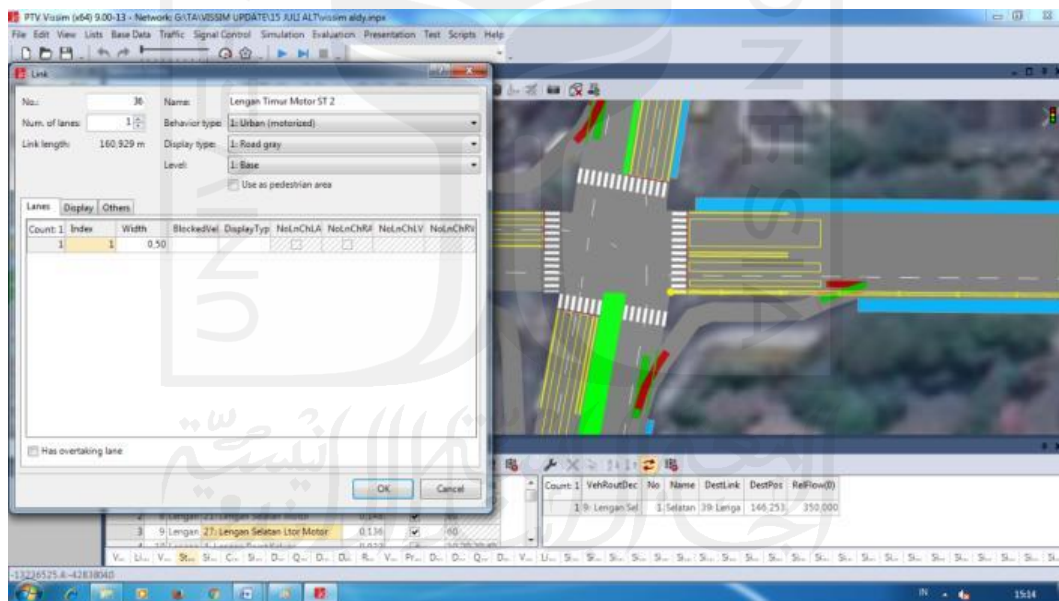
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
LT	31	282	8	0	321
Komposisi	9,66%	87,85%	2,49%	0%	100%

**Gambar 5.66 Vehicle Route Link LT Lengan Timur**

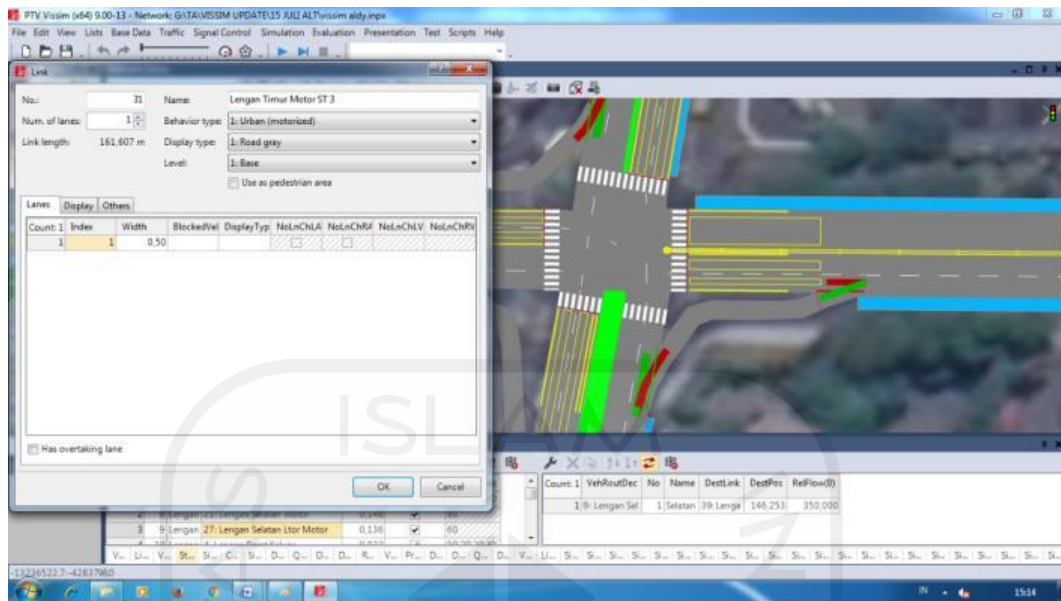
Tampilan *link* khusus MC ST lengan Timur dapat dilihat pada Gambar 5.67, 5.68 dan 5.69 berikut.



Gambar 5.67 Link Khusus MC ST Lengan Timur 1 Pada VISSIM



Gambar 5.68 Link Khusus MC ST Lengan Timur 2 Pada VISSIM

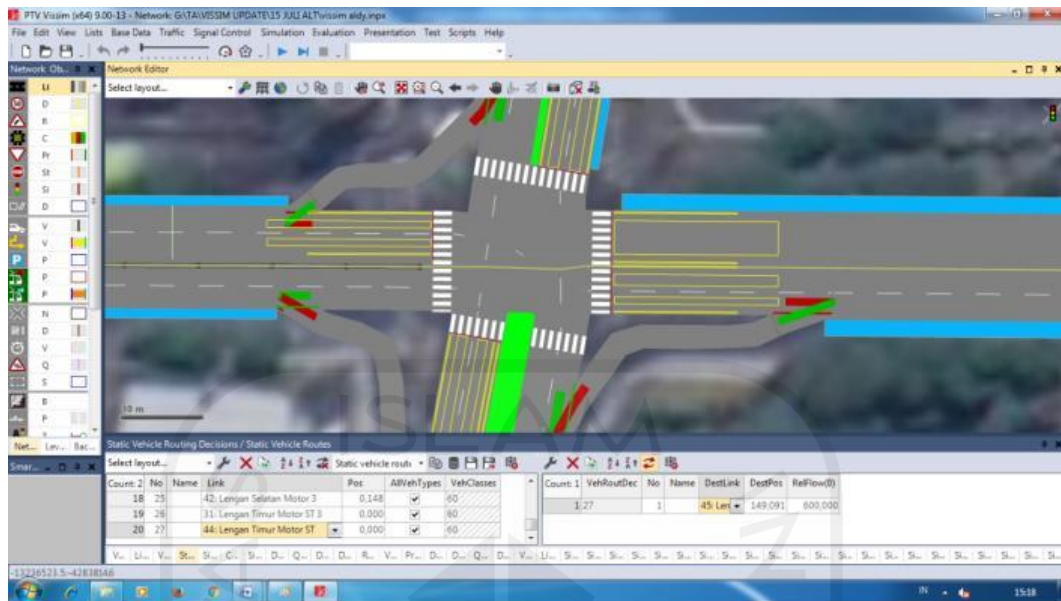


Gambar 5.69 Link Khusus MC ST Lengan Timur 3 Pada VISSIM

Pembagian arus *link* Khusus MC ST lengan Timur dan input *vehicle route* pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.25, 5.26 dan 5.27 serta Gambar 5.70, 5.71 dan 5.72 berikut.

Tabel 5. 25 Link Khusus MC ST Lengan Timur

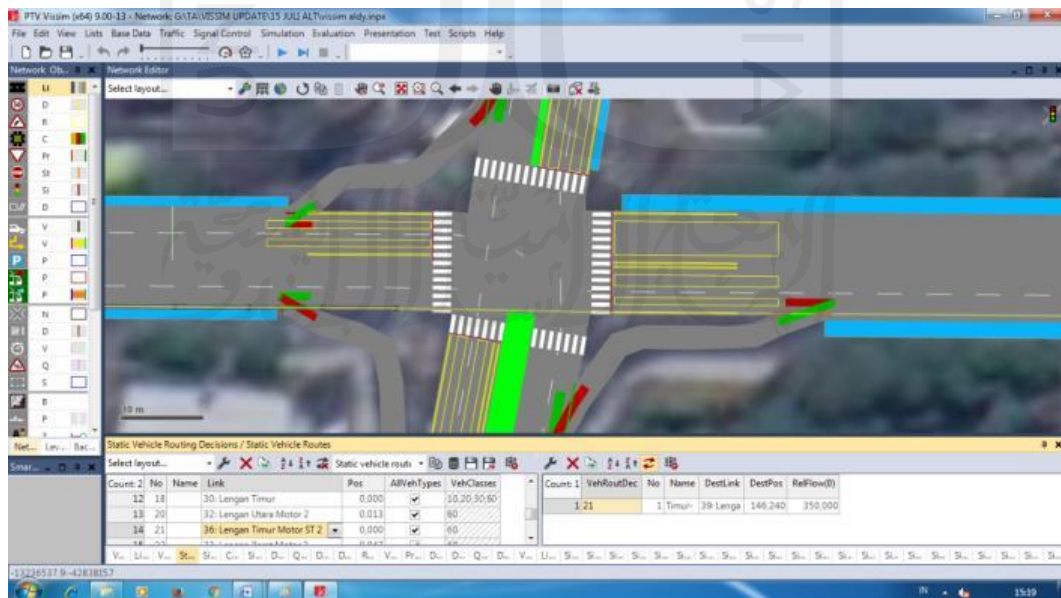
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	550	0	0	0	550
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%



Gambar 5.70 Vehicle Route Link Khusus MC ST Lengan Timur

Tabel 5.26 Link Khusus MC ST Lengan Timur 2

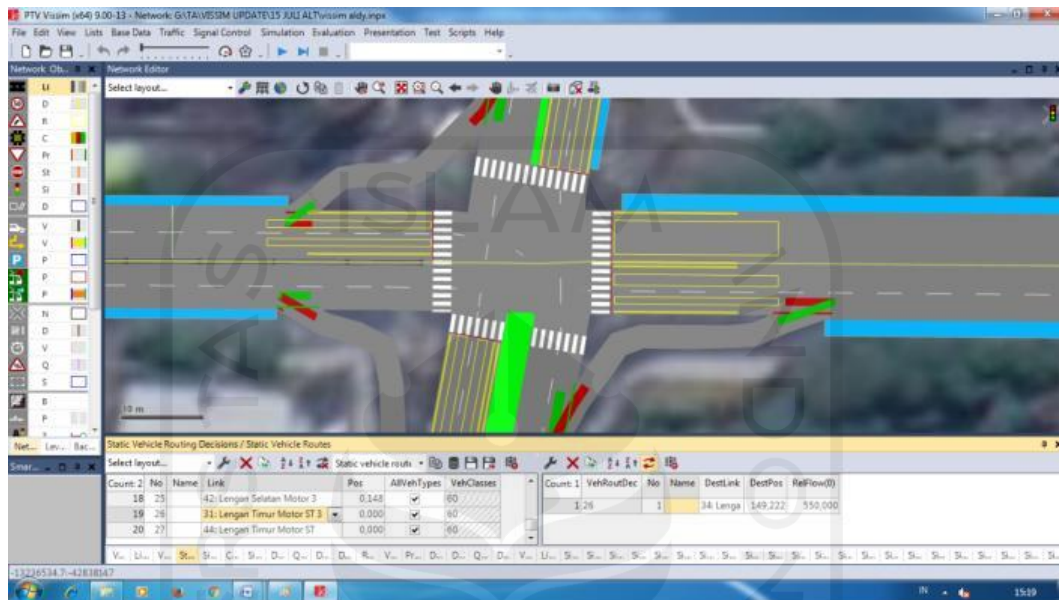
	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	450	0	0	0	450
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%



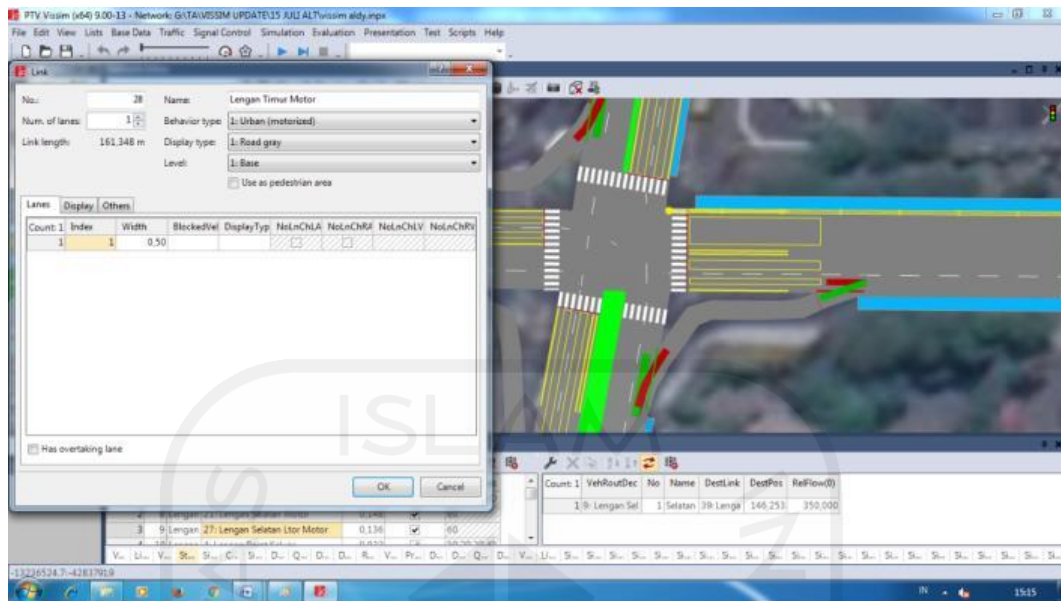
Gambar 5.71 Vehicle Route Link Khusus MC ST Lengan Timur 2

Tabel 5.27 Link Khusus MC ST Lengan Timur 3

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
ST	550	0	0	0	550
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%

**Gambar 5.72 Vehicle Route Link Khusus MC ST Lengan Timur 3**

Tampilan *link* Khusus MC RT lengan Timur dapat dilihat pada Gambar 5.73 berikut.

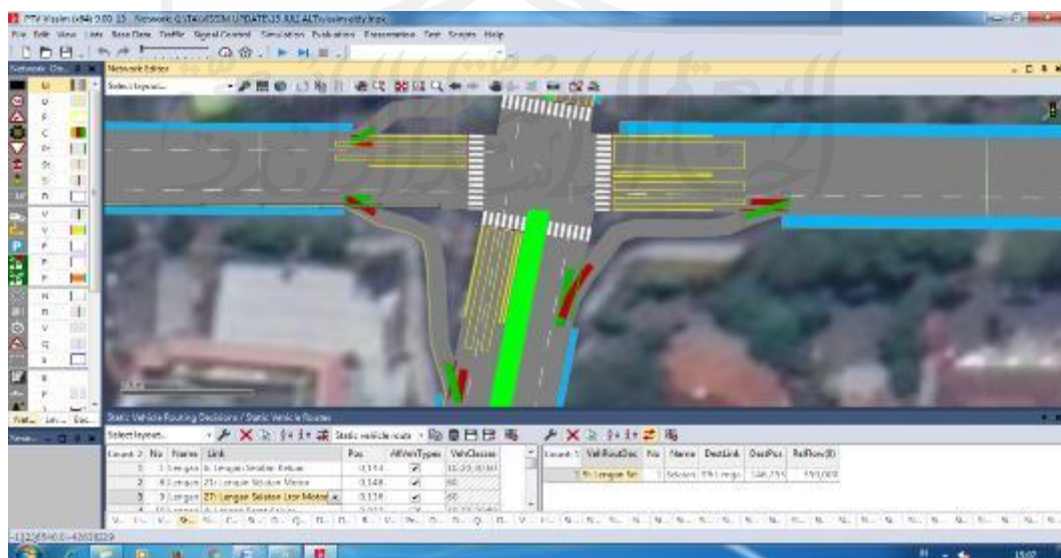


Gambar 5.73 Link Khusus MC RT Lengan Timur Pada VISSIM

Pembagian arus Khusus MC RT lengan Timur dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.28 dan Gambar 5.74 berikut.

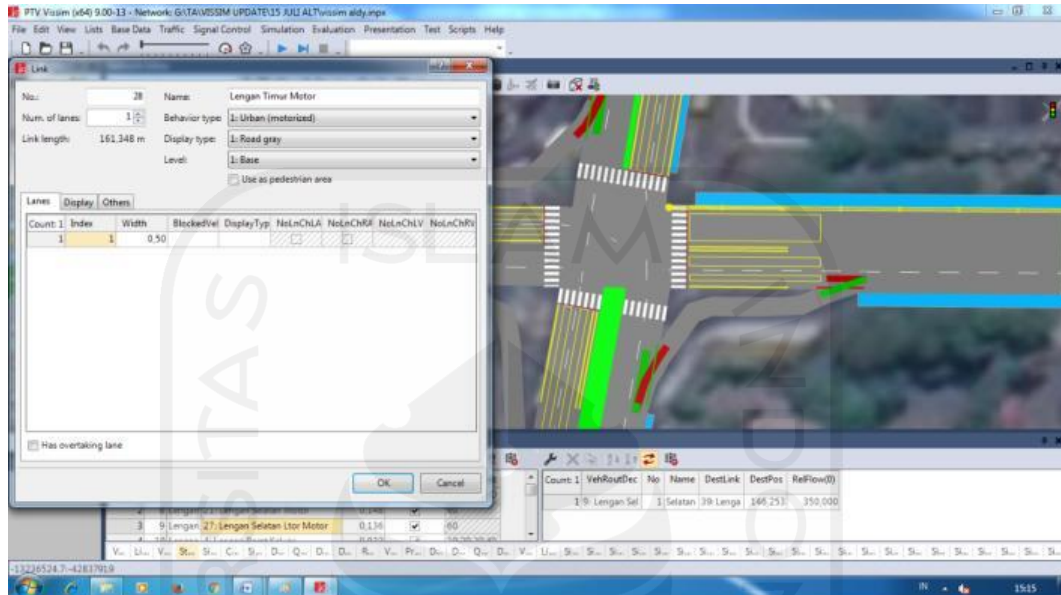
Tabel 5.28 Link Khusus MC RT Lengan Selatan

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
RT	600	0	0	0	600
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%



Gambar 5.74 Vehicle Route Link Khusus MC RT Lengan Timur

Tampilan *link* Khusus MC LT lengan Timur dapat dilihat pada Gambar 5.75 berikut.

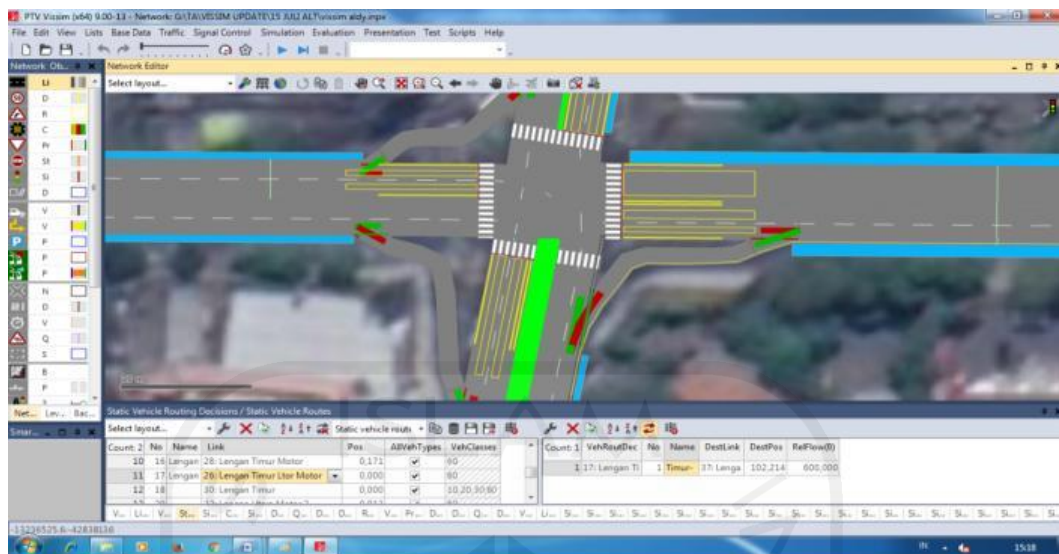


Gambar 5.75 *Link* Khusus MC LT Lengan Timur Pada VISSIM

Pembagian arus Khusus MC LT lengan Timur dan input *vehicle route* pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.29 dan Gambar 5.76 berikut.

Tabel 5.29 *Link* Khusus MC LT Lengan Selatan

	MC	LV	BUS	TRUCK	TOTAL
LT	550	0	0	0	550
Komposisi	100%	0%	0%	0 %	100%



Gambar 5.76 Vehicle Route Link Khusus MC LT Lengan Timur

Tampilan lengan Timur pada saat dilakukan *running* simulasi pada VISSIM dapat dilihat pada Gambar 5.77 berikut.



Gambar 5.77 Tampilan Simulasi Lengan Timur

5.4 Validasi *Vissim* Model Dengan Rumus Statistik Geh

Dalam melakukan validasi menggunakan jumlah volume arus lalu lintas menurut Gustavsson (2007), metode terbaik untuk membandingkan data *input* dan *output* simulasi adalah dengan menggunakan rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*. *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus uji statistik *GEH* dapat dilihat pada Persamaan 5.1 berikut.

$$\sqrt{\frac{(q_{\text{simulated}} - q_{\text{observed}})^2}{0,5 \times (q_{\text{simulated}} + q_{\text{observed}})}} \quad (5.1)$$

Keterangan :

q = data volume arus lalu lintas (kendaraan/jam).

Rumus *GEH* memiliki ketentuan khusus dari nilai *error* yang dihasilkan seperti pada Tabel 5.30 dan hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5.30 Kriteria Hasil Perhitungan *GEH*

GEH < 5.0	Diterima
5.0 ≤ GEH ≤ 10	Peringatan: kemungkinan model <i>error</i> atau data buruk.
GEH > 10	ditolak

Tabel 5.31 Hasil Validasi Uji Statistik *GEH*

Lengan	q_{observed} (kend/jam)	$q_{\text{simulated}}$ (kend/jam)	<i>GEH</i>	Keterangan
Utara	2100	2054	1.00934	Diterima
Barat	3680	3562	1.96096	Diterima
Selatan	2875	2807	1.27577	Diterima
Timur	4097	4002	1.49287	Diterima

Dari Tabel 5.31 di atas, dapat disimpulkan bahwa pemodelan simulasi *VISSIM* kondisi eksisting dapat diterima setelah melihat hasil uji validasi dengan menggunakan rumus statistik *GEH*.

5.3.2 Kinerja Simpang Gamedia Kondisi *Eksisting*

Berikut merupakan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Gamedia kondisi *eksisting* menggunakan *software VISSIM*.

1. *Delay*

Delay adalah parameter waktu tundaan yang dialami kendaraan sesuai rute yang ditentukan. *Delay Result* didapatkan dengan melakukan *running* simulasi pada *software VISSIM*. Data *Delay Result* pada simpang dapat dilihat pada Tabel 5.32 berikut.

Tabel 5.32 Tundaan Pada Simpang Gamedia Kondisi *Eksisting*

Lengan	Tundaan (detik/kendaraan)					
	RS 42	RS 50	RS 55	RS 60	RS 65	Rerata
Utara	28,12	28,58	29,95	10,48	5,33	20,49
Barat	13,91	22,93	20,11	14,76	12,22	16,79
Selatan	4,21	9,94	5,77	6,89	4,41	6,36
Timur	6,21	7,01	14,31	8,08	15,54	11,43

Dari Tabel 5.32 di atas, diperoleh data tundaan untuk lengan Utara sebesar 20,49 detik/kendaraan, lengan Barat sebesar 16,79 detik/kendaraan, lengan Selatan sebesar 6,36 detik/kendaraan, dan lengan Timur sebesar 11,43 detik/kendaraan. Nilai tundaan terbesar adalah pada lengan Utara yaitu sebesar 20,49 detik/kendaraan per kendaraan.

2. *Queue Counter*

Queue Counter adalah penetapan titik dimana saat kendaraan berhenti, panjang antrean mulai dihitung. Dari *queue counter* didapatkan data berupa panjang antrean pada setiap lengannya. Data panjang antrean setiap lengan dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut.

Tabel 5.33 Panjang Antrean Pada Simpang Gramedia Kondisi Eksisting

Lengan	Panjang Antrean (m)					
	RS 42	RS 50	RS 55	RS 60	RS 65	Rerata
Utara	69,16	72,61	74,83	37,61	28,65	56,57
Barat	45,48	70,51	57,46	37,22	41,11	50,36
Selatan	22,04	44,41	29,91	30,9	23,64	30,18
Timur	34,39	38,17	63,92	35,13	59,32	46,18

Dari Tabel 5.33 di atas, diperoleh nilai panjang antrean pada lengan Utara sebesar 56,57 meter, lengan Barat sebesar 50,36 meter, lengan Selatan sebesar 30,18 meter, dan lengan Timur sebesar 46,18 meter. Nilai panjang antrean terbesar adalah pada lengan Barat yaitu sebesar 56,57 meter.

3. Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan Simpang Gramedia dapat dilihat pada Tabel 5.34 berikut ini.

Tabel 5.34 Tingkat Pelayanan Simpang Gramedia Kondisi Eksisting

Lengan	Tundaan Per Kendaraan (detik)	Tingkat Pelayanan
Utara	20,49	C
Barat	16,79	C
Selatan	6,36	B
Timur	11,43	C

Dari Tabel 5.34 di atas, Lengan Utara menunjukkan tingkat pelayanan dengan nilai C, lengan Barat dengan nilai C, lengan Selatan dengan nilai B, dan lengan Timur dengan nilai C. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat pelayanan pada lengan Utara, Barat dan Timur kurang baik.

5.5 Alternatif Pemecahan Masalah

Dari hasil analisis menggunakan perangkat lunak *VISSIM*, terdapat penumpukan kendaraan serta hambatan pada perjalanan Trans Jogja dalam melewati persimpangan, maka diperlukan alternatif solusi untuk mengoptimalkan kinerja lalu lintas pada Simpang Gamedia. Dipakai 2 alternatif pemecahan masalah untuk mengoptimalkan Simpang Gamedia. Alternatif I yaitu dengan mengatur ulang fase dan waktu siklus agar lebih optimal. Sedangkan alternatif II adalah mengatur ulang waktu siklus dengan memprioritaskan Trans Jogja saat melewati persimpangan. Pemberian prioritas dilakukan dengan cara mengatur waktu siklus pada Simpang Gamedia agar sesuai dengan *headway* Trans Jogja.

5.5.1 Alternatif Pemecahan I

Alternatif I adalah mengatur atau mengurangi waktu siklus dan merubah fase sementara geometrik Simpang Gamedia tetap pada kondisi eksisting. Setelah dilakukan analisis dengan mencoba mengatur beberapa waktu siklus dan dipilih waktu siklus menjadi 110 detik karena memiliki waktu tundaan dan Panjang antrean terkecil. Dalam alternatif I ini direncanakan waktu hijau Utara 33 detik, Barat 32 detik, Selatan 33 detik, Timur ST 27 detik dan Timur RT 65 detik. Perencanaan waktu hijau untuk masing-masing lengan ditentukan dengan mempertimbangkan volume kendaraan dan Jenis kendaraan masing-masing lengan pada Simpang Gamedia. Waktu hijau paling lama ada pada lengan Timur RT yaitu 65 detik dikarenakan waktu hijau pada lengan Timur RT dimulai pada fase 2 sampai fase 3 sesuai fase *eksisting* pada Simpang Gamedia. Selanjutnya waktu hijau pada lengan Utara dan lengan Selatan sebesar 33 detik dikarenakan volume ST pada lengan Selatan merupakan yang paling besar yaitu 2553 kendaraan dan lengan Utara serta kedua lengan tersebut berada dalam satu fase yaitu pada fase 1. Waktu hijau pada lengan Barat dan lengan Timur ST merupakan yang paling kecil yaitu 32 detik dan 27 detik dikarenakan volume pada lengan Barat dan lengan Timur ST paling kecil yaitu sebesar 2447 kendaraan pada lengan Barat dan 2384

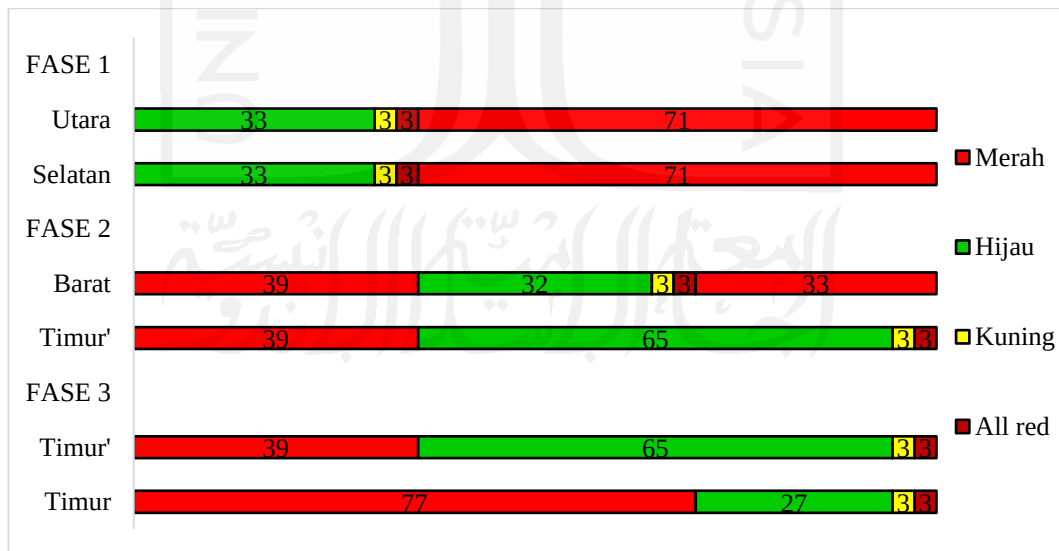
pada lengan Timur ST. Waktu siklus Simpang Gramedia alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.35 dan Gambar 5.78 berikut.

Tabel 5.35 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Gramedia Alternatif 1

Lengan	Waktu (detik)					Siklus
	Merah	Hijau	Kuning	All red	Merah	
FASE 1						
Utara		33	3	3	71	110
Selatan		33	3	3	71	110
FASE 2						
Barat	39	32	3	3	33	110
Timur'	39	65	3	3		110
FASE 3						
Timur'	39	65	3	3		110
Timur	77	27	3	3		110

Keterangan :

U = Utara arah ke Selatan T = Timur arah ke Barat
 B = Barat arah ke Selatan T' = Timur arah ke Utara
 S = Selatan arah ke Utara



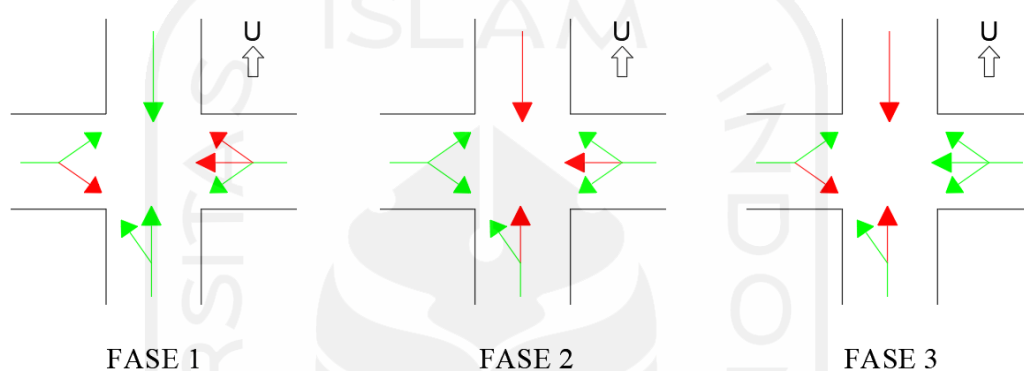
Gambar 5.78 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Gramedia Alternatif 1

Keterangan :

Timur = Timur arah ke Barat

Timur' = Timur arah ke Utara

Fase sinyal Simpang Gamedia alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.79 berikut.



Gambar 5.79 Fase Sinyal Simpang Gamedia Alternatif 1

Berikut merupakan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Gamedia alternatif 1 menggunakan *software VISSIM*.

1. *Delay*

Delay Result pada Simpang Gamedia Alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.35 berikut.

Tabel 5.36 Tundaan Pada Simpang Gamedia Alternatif 1

Lengan	Tundaan (detik/kendaraan)					
	RS 42	RS 50	RS 55	RS 60	RS 65	Rerata
Utara	10,23	12,75	10,21	6,72	3,54	8,69
Barat	7,86	9,09	11,48	12,77	13,71	10,98
Selatan	1,83	11,86	3,8	4,45	1,72	5,77
Timur	6,08	7,67	6,28	5,33	12,78	7,63

Dari Tabel 5.36 di atas, diperoleh data tundaan untuk lengan Utara sebesar 8,69 detik/kendaraan, lengan Barat sebesar 10,98 detik/kendaraan, lengan Selatan sebesar 5,77 detik/kendaraan, dan lengan Barat sebesar 7,63 detik/kendaraan. Nilai tundaan terbesar adalah pada lengan Barat yaitu sebesar 10,98 detik/kendaraan.

2. *Queue Counter*

Data panjang antrean setiap lengan dapat dilihat pada Tabel 5.36 berikut.

Tabel 5.37 Panjang Antrean Pada Simpang Gramedia Alternatif 1

Lengan	Panjang Antrean (m)					
	RS 42	RS 50	RS 55	RS 60	RS 65	Rerata
Utara	44,44	59,53	48,58	37,66	29,16	43,87
Barat	36,12	49,79	51,71	44,24	46,55	45,68
Selatan	21,88	48,81	28,39	28,09	21,41	29,72
Timur	32,99	34,65	40,65	36,07	54,68	39,81

Dari Tabel 5.37 di atas, diperoleh nilai panjang antrean pada lengan Utara sebesar 43,87 meter, lengan Barat sebesar 45,68 meter, lengan Selatan sebesar 29,72 meter, dan lengan Timur sebesar 39,81 meter. Nilai panjang antrean terbesar adalah pada lengan Barat yaitu sebesar 45,68 meter.

3. *Tingkat Pelayanan*

Tingkat pelayanan Simpang Gramedia Alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.37 berikut.

Tabel 5.38 Tingkat Pelayanan Simpang Gramedia Alternatif 1

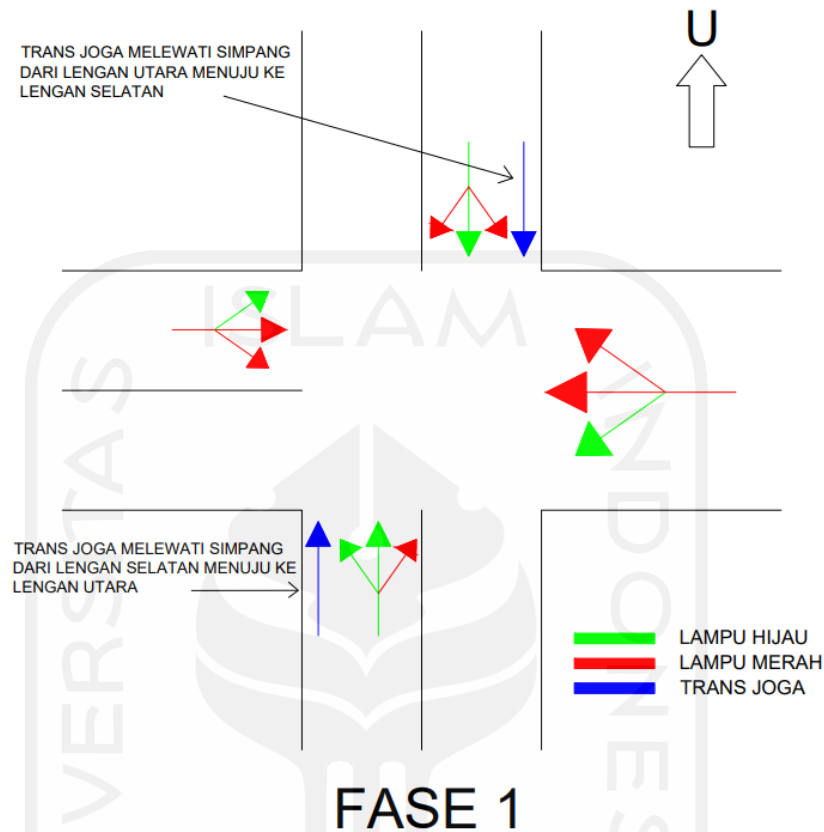
Lengan	Tundaan (detik/kendaraan)	Tingkat Pelayanan
Utara	8,69	B
Barat	10,98	B
Selatan	5,77	B
Timur	7,63	B

Dari Tabel 5.38 di atas, Lengan Utara menunjukkan tingkat pelayanan dengan nilai B, lengan Barat dengan nilai B, lengan Selatan dengan nilai B, dan lengan Timur dengan nilai B. Berdasarkan nilai tersebut terjadi peningkatan nilai tingkat pelayanan pada lengan Utara, Barat, dan Timur.

5.5.2 Alternatif Pemecahan II

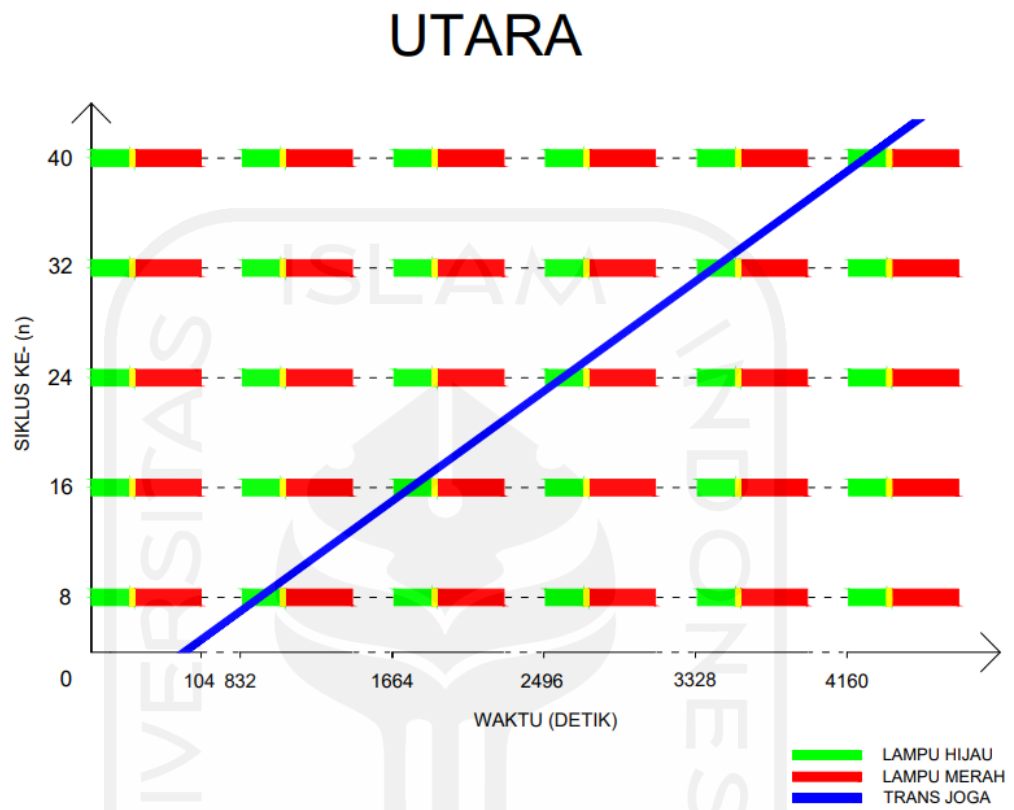
Alternatif II adalah mengatur atau mengurangi waktu siklus dengan menggunakan fase yang sama seperti alternatif I dan disesuaikan dengan *time headway* rata – rata Trans Jogja. Setelah dilakukan analisis dengan mencoba mengatur beberapa waktu siklus didapatkan waktu siklus yang paling efektif yaitu 104 detik karena menunjukkan nilai waktu tunggu Trans Jogja dalam simpang paling kecil. Dalam alternatif II ini direncanakan waktu hijau Utara 31 detik, Barat 30 detik, Selatan 31 detik, Timur ST 25 detik, dan Timur RT 61 detik. Geometrik Simpang Gramedia tetap pada kondisi eksisting. Penyesuaian waktu siklus dengan *headway* rata – rata Trans Jogja Fase 1 dijelaskan pada Gambar 5.80 di bawah ini.

Gambar 5.80 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Fase 1

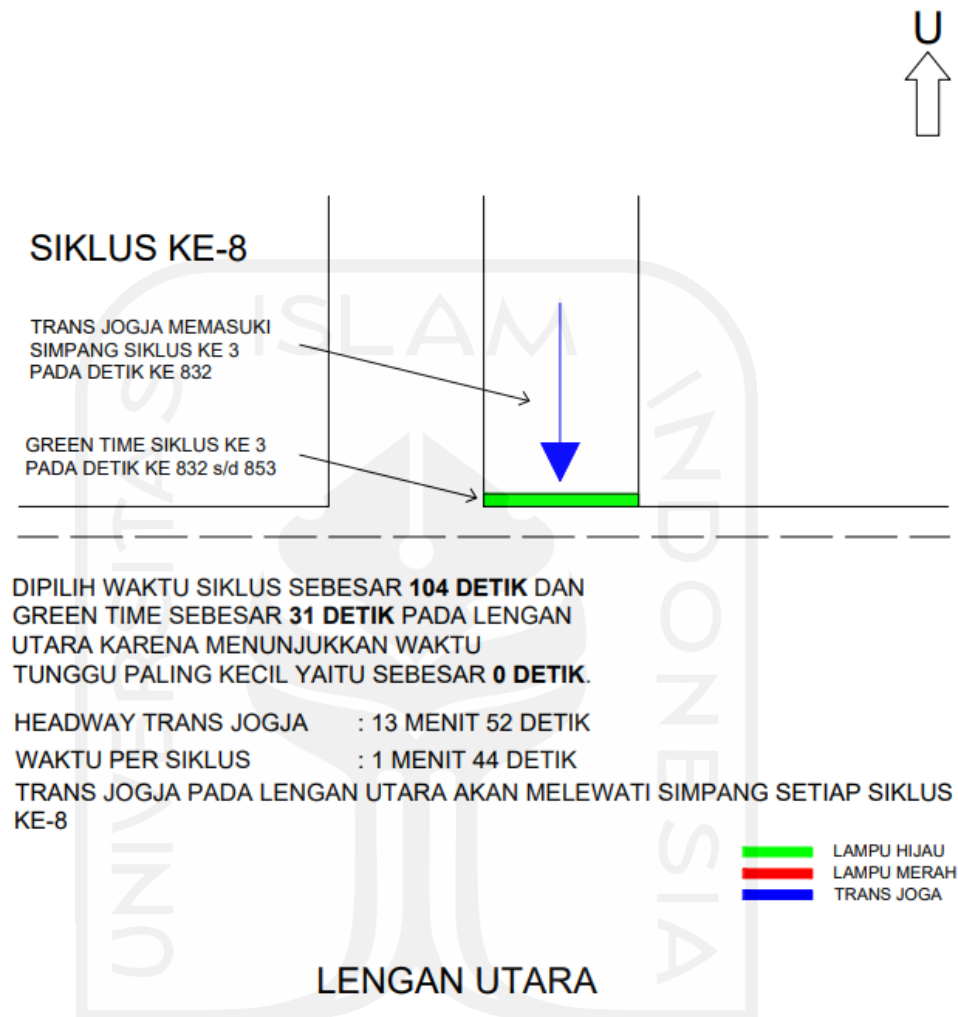


Trans Jogja melewati simpang melalui pendekat Utara dan pendekat Selatan pada fase 1. *Headway* Trans Jogja pada pendekat Utara yaitu 13 menit 52 detik (832 detik). Setelah dilakukan beberapa percobaan waktu siklus dan pengaturan *green time* didapatkan waktu siklus sebesar 104 detik dan *green time* sebesar 31 detik yang menunjukkan waktu tunggu dan kinerja terbaik. Waktu tunggu yang dihasilkan yaitu sebesar 0 detik karena ketika Trans Jogja melewati simpang, APILL telah menunjukkan hijau. Penyesuaian waktu siklus dengan *headway* Trans Jogja lengan Utara dijelaskan pada Gambar 5.81 dan Gambar 5.82 berikut

Gambar 5.81 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Utara 1

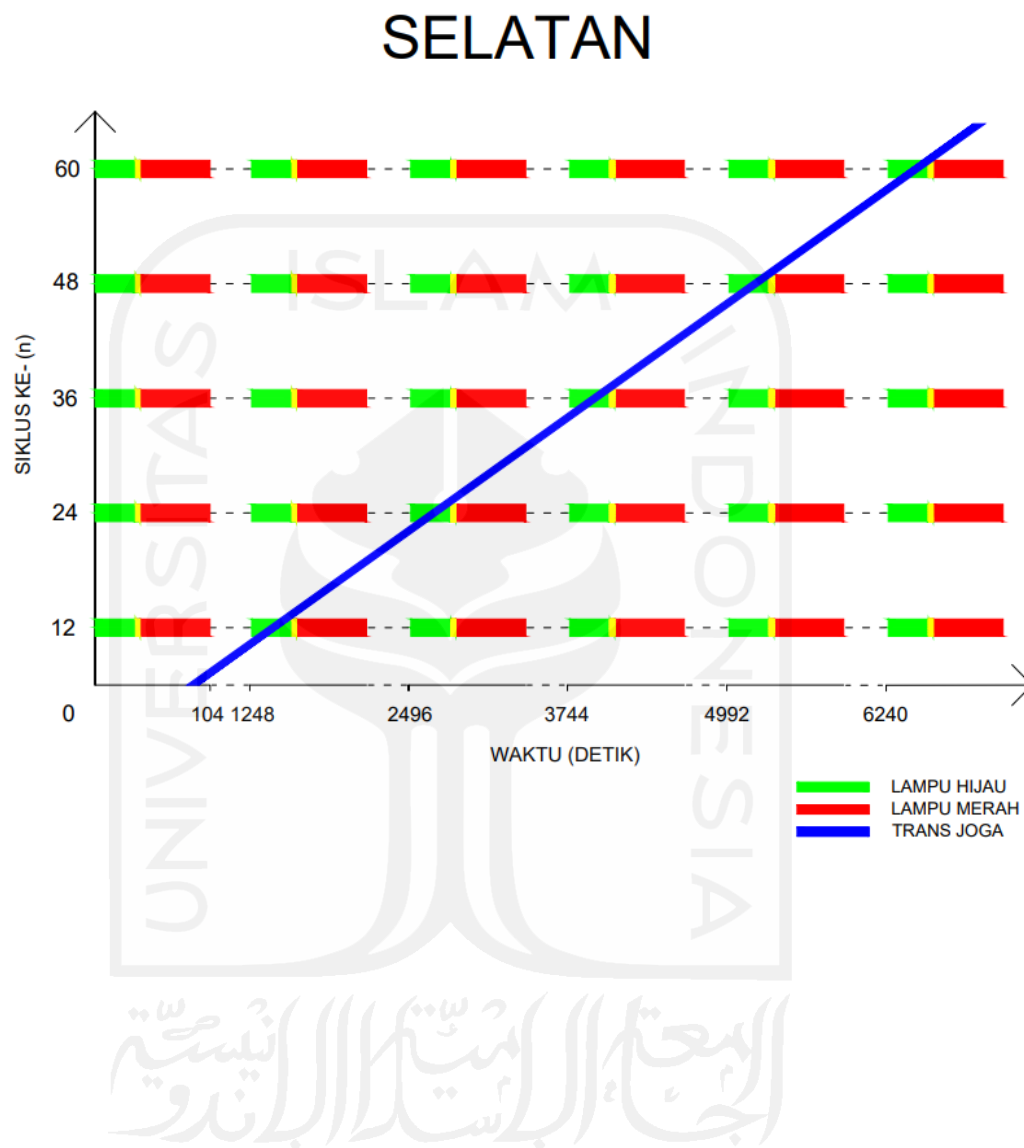


Gambar 5.82 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Utara 2



Sedangkan pada pendekat Selatan, *Headway* Trans Jogja yaitu 20 menit 46 detik (1246 detik). Setelah dilakukan beberapa percobaan waktu siklus dan pengaturan *green time* didapatkan waktu siklus sebesar 104 detik dan *green time* sebesar 31 detik yang menunjukkan waktu tunggu dan kinerja terbaik. Waktu tunggu yang dihasilkan yaitu sebesar 2 detik karena ketika Trans Jogja melewati simpang, APILL masih menunjukkan merah selama 2 detik. Penyesuaian waktu siklus dengan *headway* Trans Jogja lengan Selatan dijelaskan pada Gambar 5.83 dan Gambar 5.84 berikut.

Gambar 5.83 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Selatan 1

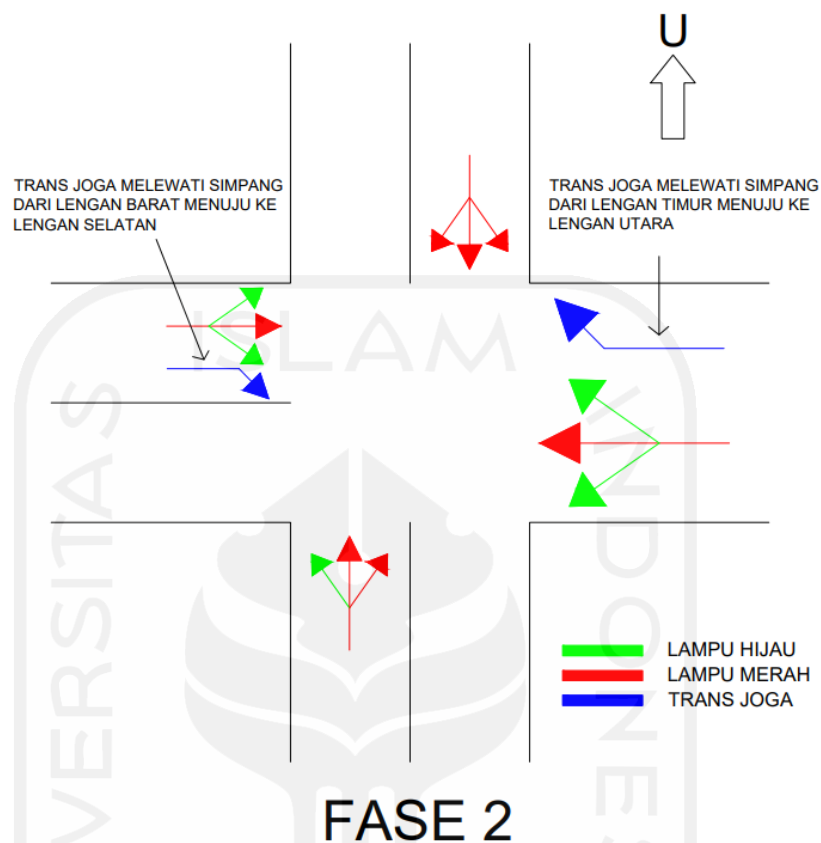


Gambar 5.84 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Selatan 2



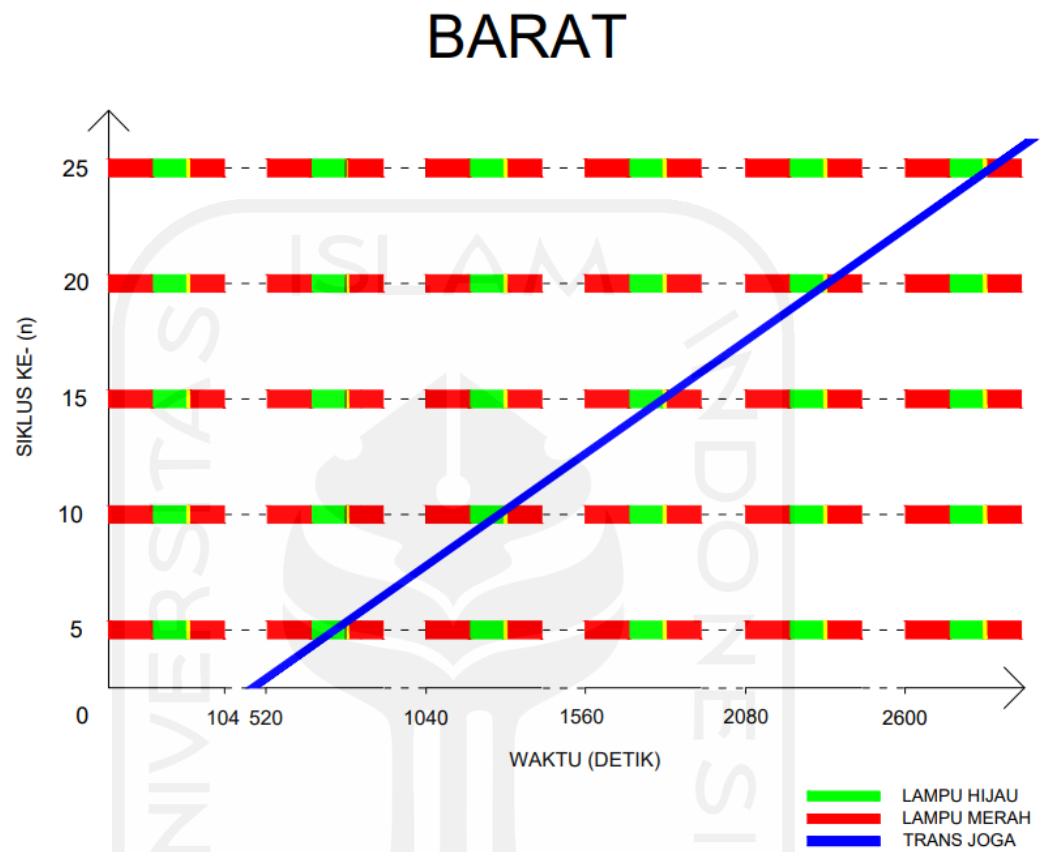
Penyesuaian waktu siklus dengan *headway* rata – rata Trans Jogja Fase 2 dijelaskan pada Gambar 5.85 di bawah ini.

Gambar 5.85 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Fase 2

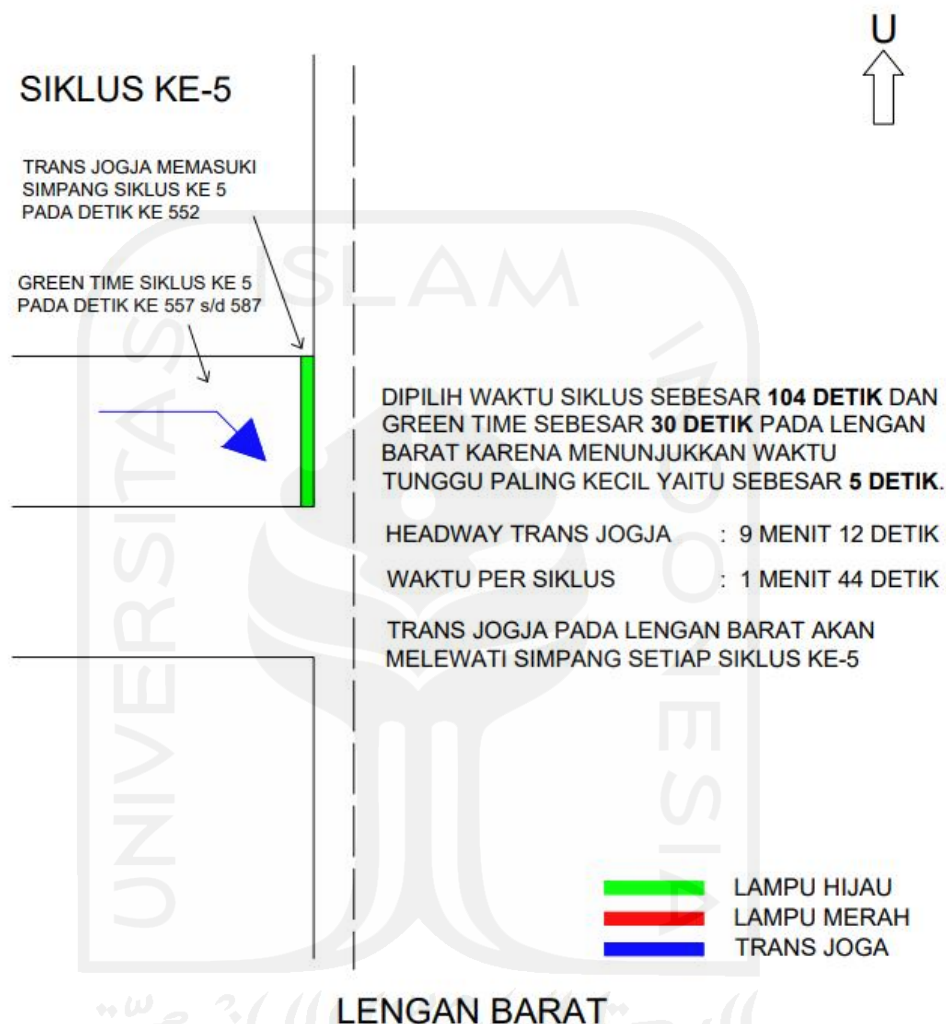


Trans Jogja melewati simpang melalui pendekat Barat dan pendekat Timur pada fase 2. *Headway* Trans Jogja pada pendekat Barat yaitu 9 menit 12 detik (552 detik). Setelah dilakukan beberapa percobaan waktu siklus dan pengaturan *green time* didapatkan waktu siklus sebesar 104 detik dan *green time* sebesar 30 detik yang menunjukkan waktu tunggu dan kinerja terbaik. Waktu tunggu yang dihasilkan yaitu sebesar 5 detik karena ketika Trans Jogja melewati simpang, APILL masih menunjukkan merah selama 5 detik. Penyesuaian waktu siklus dengan *headway* Trans Jogja lengan Barat dijelaskan pada Gambar 5.86 dan Gambar 5.87 berikut.

Gambar 5.86 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Barat 1



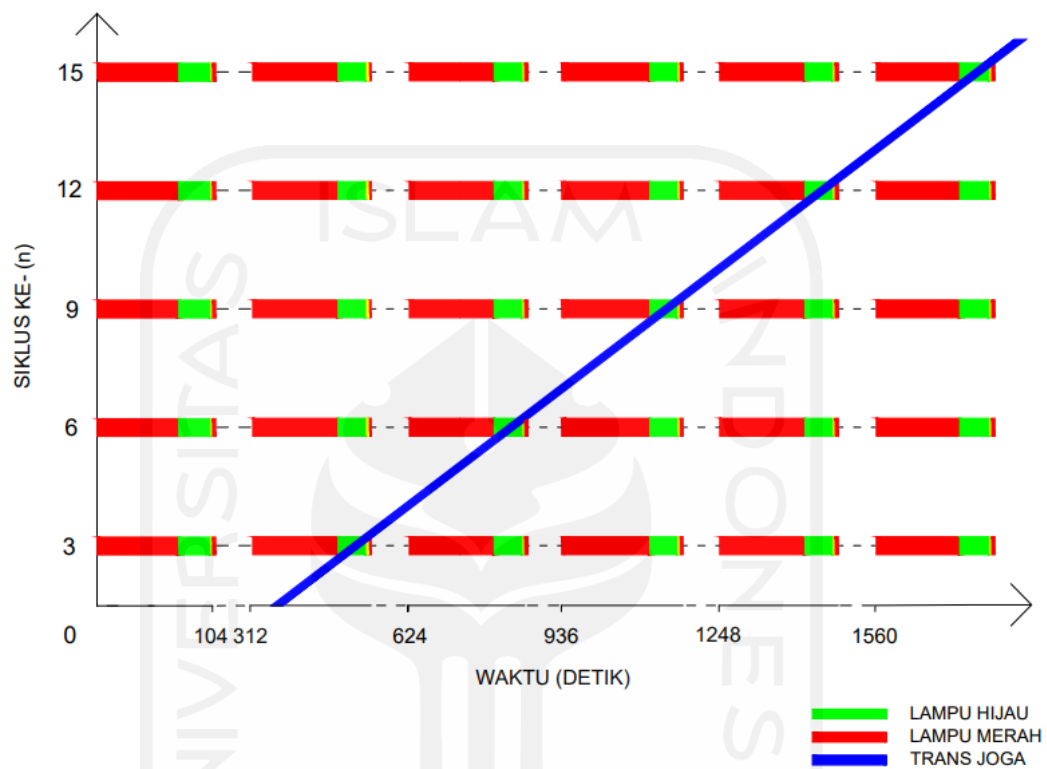
Gambar 5.87 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Barat 2



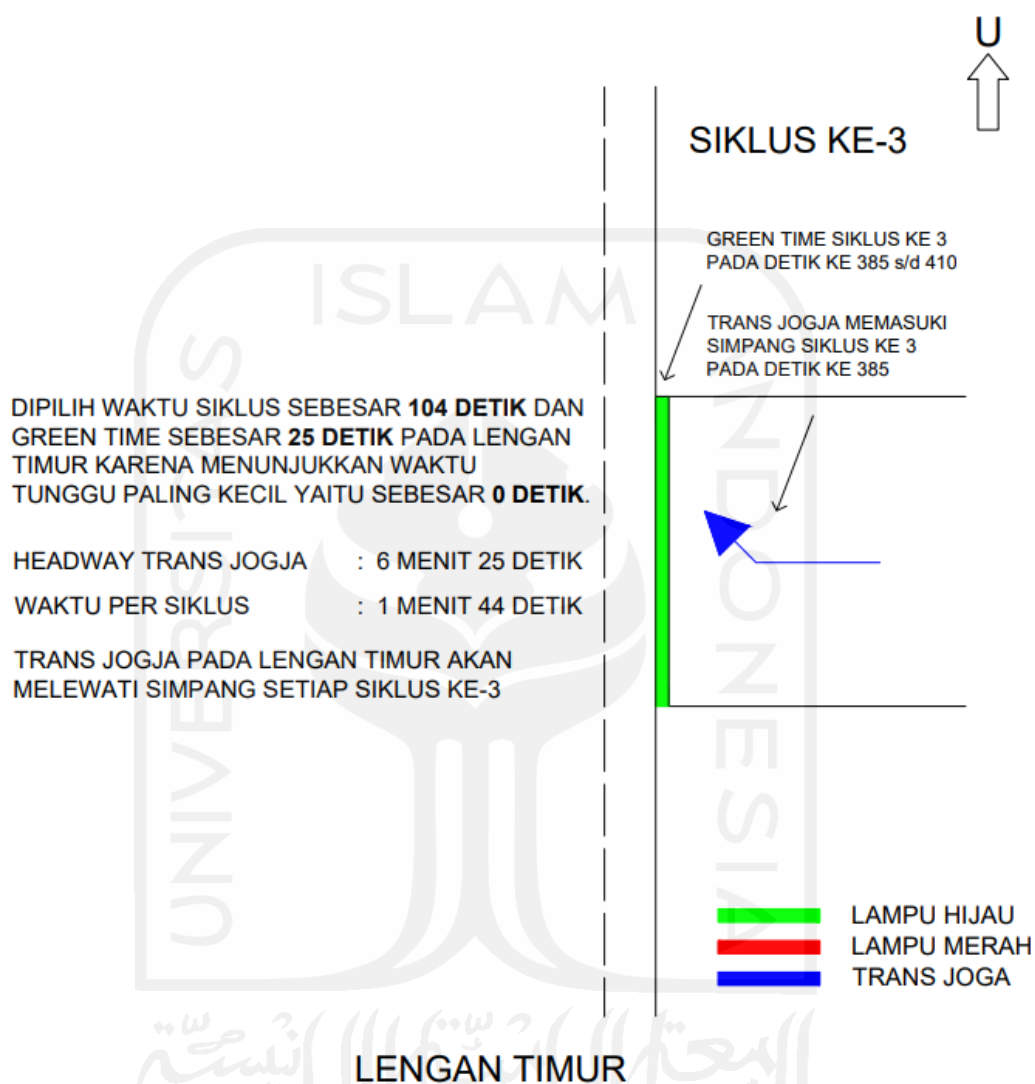
Sedangkan pada pendekatan Timur, *Headway* Trans Jogja yaitu 6 menit 25 detik (385 detik). Setelah dilakukan beberapa percobaan waktu siklus dan pengaturan *green time* didapatkan waktu siklus sebesar 104 detik dan *green time* sebesar 25 detik yang menunjukkan waktu tunggu dan kinerja terbaik. Waktu tunggu yang dihasilkan yaitu sebesar 0 detik karena ketika Trans Jogja melewati simpang, APILL telah menunjukkan hijau. Penyesuaian waktu siklus dengan *headway* Trans Jogja lengan Timur dijelaskan pada Gambar 5.88 dan Gambar 5.89 berikut.

Gambar 5.88 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Timur 1

TIMUR



Gambar 5.89 Penyesuaian Waktu Siklus dengan *Headway* Trans Jogja Lengan Timur 2



Didapatkan waktu tunggu Trans Jogja pada pendekat Utara sebesar 0 detik, pendekat Barat sebesar 5 detik, pendekat Selatan sebesar 2 detik, dan pendekat Timur sebesar 0 detik. Hasil ini merupakan nilai waktu tunggu paling efektif yang didapatkan, sehingga waktu siklus 104 detik ditetapkan sebagai alternatif yang ke-2. Pengaturan sinyal dan fase pada alternatif II dapat dilihat pada Tabel 5.39 serta pada Gambar 5.90 dan 5.91 di bawah ini.

Lengan	Waktu (detik)					Siklus
	Merah	Hijau	Kuning	All red	Merah	
FASE 1						
Utara		31	3	3	67	104
Selatan		31	3	3	67	104
FASE 2						
Barat	37	30	3	3	31	104
Timur'	37	61	3	3		104
FASE 3						
Timur'	37	61	3	3		104
Timur	73	25	3	3		104

Tabel 5.39 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif II

Keterangan :

U = Utara arah ke Selatan T = Timur arah ke Barat
 B = Barat arah ke Selatan T' = Timur arah ke Utara
 S = Selatan arah ke Utara



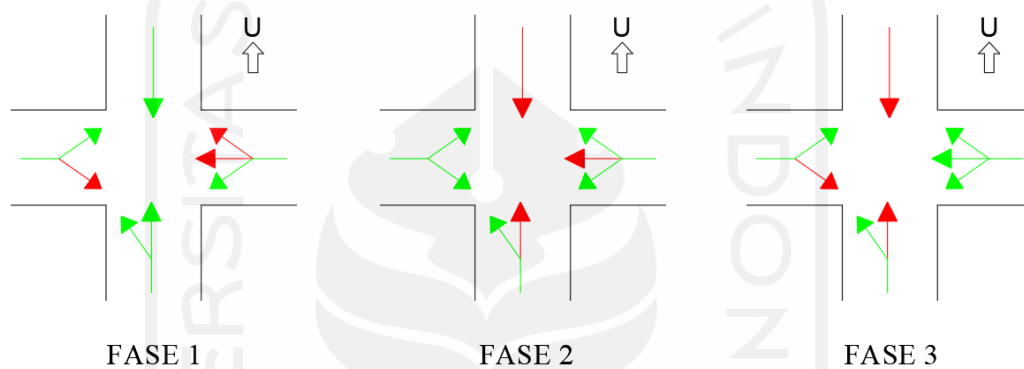
Gambar 5.90 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Gramedia Alternatif II

Keterangan :

Timur = Timur arah ke Barat

Timur' = Timur arah ke Utara

Fase sinyal Simpang Gamedia alternatif II dapat dilihat pada Gambar 5.91 berikut ini



Gambar 5.91 Fase Sinyal Simpang Gamedia Alternatif II

Berikut merupakan hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Gamedia alternatif 2 menggunakan *software VISSIM*.

1. Delay

Delay Result pada Simpang Gamedia Alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5. 40 Tundaan pada Simpang Gamedia Alternatif 2

Lengan	Tundaan (detik/kendaraan)					
	RS 42	RS 50	RS 55	RS 60	RS 65	Rerata
Utara	8,81	10,91	12,46	7,38	6,84	9,28
Barat	8,16	13,61	15,27	13,59	10,07	12,14
Selatan	3,41	10,44	5,71	5,28	3,61	5,69
Timur	4,12	5,89	6,89	4,35	10,51	6,35

Dari Tabel 5.40 di atas, diperoleh data tundaan untuk lengan Utara sebesar 9,28 detik/kendaraan, lengan Barat sebesar 12,14 detik/kendaraan, lengan Selatan sebesar 5,69 detik/kendaraan, dan lengan Barat sebesar 6,35 detik/kendaraan. Nilai tundaan terbesar adalah pada lengan Barat yaitu sebesar 12,14 detik/kendaraan.

2. *Queue Counter*

Data panjang antrean setiap lengan dapat dilihat pada Tabel 5.39 berikut.

Tabel 5.41 Panjang Antrean Pada Simpang Gramedia Alternatif 2

Lengan	Panjang Antrean (m)					
	RS 42	RS 50	RS 55	RS 60	RS 65	Rerata
Utara	45,66	53,89	58,05	36,48	30,83	44,98
Barat	44,72	46,86	57,29	38,12	53,61	48,12
Selatan	19,75	46,39	25,42	25,34	20,76	27,26
Timur	22,05	24,08	37,35	31,51	40,71	31,14

Dari Tabel 5.41 di atas, diperoleh nilai panjang antrean pada lengan Utara sebesar 44,98 meter, lengan Barat sebesar 48,12 meter, lengan Selatan sebesar 27,26 meter, dan lengan Timur sebesar 31,14 meter. Nilai panjang antrean terbesar adalah pada lengan Barat yaitu sebesar 48,12 meter.

3. *Tingkat Pelayanan*

Tingkat pelayanan Simpang Gramedia alternatif II dapat dilihat pada Tabel 5.42 berikut

Tabel 5.42 Tingkat Pelayanan Simpang Gamedia Alternatif II

Lengan	Tundaan (detik/kendaraan)	Tingkat Pelayanan
Utara	9,28	B
Barat	12,14	B
Selatan	5,69	B
Timur	6,35	B

Dari Tabel 5.42 di atas, Lengan Utara menunjukkan tingkat pelayanan dengan nilai B, lengan Barat dengan nilai B, lengan Selatan dengan nilai B, dan lengan Timur dengan nilai B. Berdasarkan nilai tersebut terjadi peningkatan nilai tingkat pelayanan pada lengan Utara, Barat, dan Timur.

5.6 Rekapitulasi Perhitungan Kinerja Simpang Gamedia

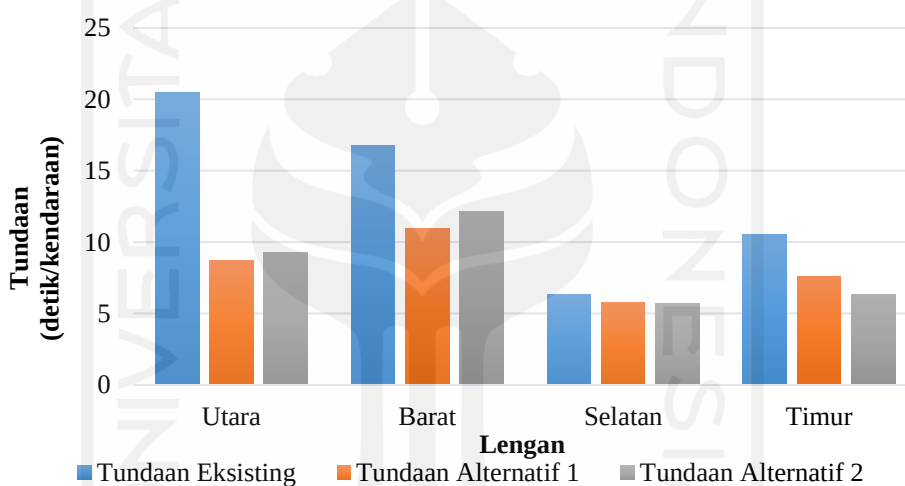
Dari simulasi dengan *software VISSIM* diperoleh hasil berupa waktu tundaan dan panjang antrean pada setiap lengannya. Telah dilakukan 3 kali simulasi dengan keadaan berbeda yaitu keadaan eksisting, alternatif 1, alternatif 2. Dari ketiga kondisi tersebut, diperoleh perbedaan hasil waktu tundaan (*delay result*) dan panjang antrean (*queue result*). Berikut ini dibahas perbandingan antara ketiga kondisi tersebut.

5.6.1 Waktu Tundaan (*Delay Result*)

Terdapat perbedaan waktu tundaan antara kondisi eksisting, alternatif 1 (rekayasa fase sinyal lalu lintas 1), alternatif 2 (rekayasa fase sinyal dengan mempertimbangkan *headway* Trans Jogja), Perbandingan dari waktu tundaan dapat dilihat pada Tabel 5.43 dan Gambar 5.92 berikut.

Tabel 5.43 Perbandingan Waktu Tundaan

Lengan	Tundaan				
	<i>Eksisting</i> (detik/ kendaraan)	Alternatif 1 (detik/ kendaraan)	Perbaikan (%)	Alternatif 2 (detik/ kendaraan)	Perbaikan (%)
Utara	20,49	8,69	136%	9,28	121%
Barat	16,79	10,98	53%	12,14	38%
Selatan	6,36	5,77	10%	5,69	12%
Timur	10,51	7,63	38%	6,35	66%

**Gambar 5.92 Grafik Perbandingan Waktu Tundaan**

Dari Tabel 5.43 dan grafik 5.92 di atas, diperoleh penurunan waktu tundaan pada lengan Utara bila dibandingkan dengan keadaan *eksisting* yaitu sebesar 11,8 detik/kendaraan atau penurunan 136% untuk alternatif 1 dan 11,21 detik/kendaraan atau penurunan 121% untuk alternatif 2. Waktu tundaan pada lengan Barat turun sebesar 5,81 detik/kendaraan atau penurunan 53% untuk alternatif 1 dan turun sebesar 4,65 detik/kendaraan atau penurunan 38% untuk alternatif 2. Penurunan waktu tundaan pada lengan Selatan yaitu sebesar 0,59 detik/kendaraan atau penurunan 10% untuk alternatif 1 dan penurunan 0,57 detik/kendaraan atau penurunan 12% untuk alternatif 2. Waktu tundaan pada lengan Timur untuk alternatif 1 terjadi penurunan sebesar 2,88

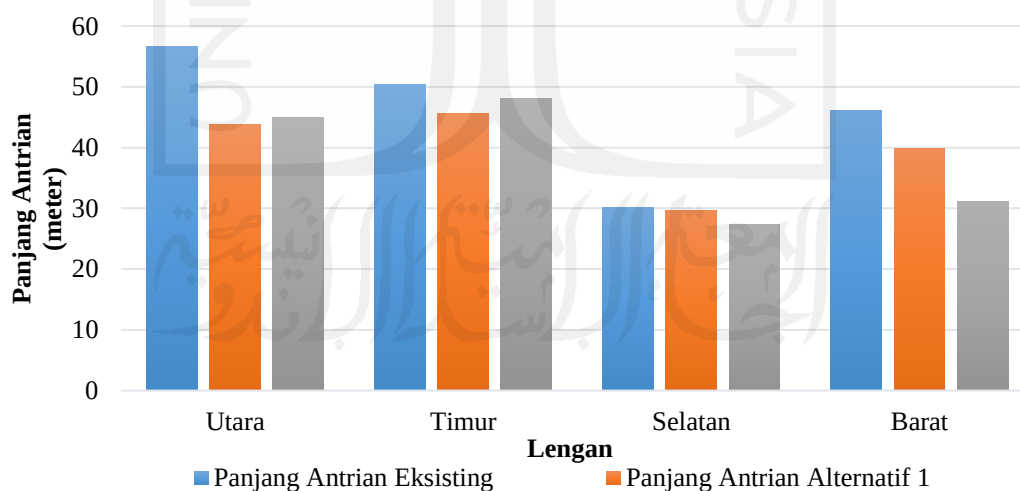
detik/kendaraan atau penurunan 38% dan alternatif 2 terjadi penurunan sebesar 4,16 detik/kendaraan atau penurunan 66% bila dibandingkan dengan kondisi eksisting.

5.6.2 Panjang Antrean (*Queue Result*)

Perbandingan nilai panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.44 dan Gambar 5.93 berikut.

Tabel 5. 44 Perbandingan Nilai Panjang Antrean

Lengan	Panjang Antrean				
	<i>Eksisting</i> (m)	Alternatif 1 (m)	Perbaikan (%)	Alternatif 2 (m)	Perbaikan (%)
Utara	56,57	43,87	22%	44,98	29%
Barat	50,36	45,68	10%	48,12	5%
Selatan	30,18	29,72	2%	27,26	2%
Timur	46,18	39,81	14%	31,14	16%



Gambar 5. 93 Grafik Perbandingan Nilai Panjang Antrean

Dari Tabel 5.41 dan grafik 5.93 di atas, diperoleh penurunan nilai panjang antrean pada lengan Utara bila dibandingkan dengan keadaan *eksisting* yaitu sebesar 12,7 meter atau penurunan 22% untuk alternatif 1 dan 11,59 meter aatau

penurunan 29% untuk alternatif 2. Pada lengan Barat terjadi kenaikan nilai panjang antrean pada alternatif 1 sebesar 4,68 meter atau penurunan 10% dan alternatif 2 sebesar 2,24 meter atau penurunan 5%. Penurunan nilai panjang antrean pada lengan Selatan yaitu sebesar 0,46 meter atau penurunan 2% untuk alternatif 1 dan penurunan 2,92 meter atau penurunan 2% untuk alternatif 2. Nilai panjang antrean pada lengan Timur terjadi penurunan sebesar 6,37 meter atau penurunan 14% untuk alternatif 1 dan 15,04 meter atau penurunan 16% untuk alternatif 2,

5.6.3 Perbandingan Kinerja Lalu Lintas

Hasil analisis dengan simulasi *software VISSIM* pada setiap lengan kemudian dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan kinerja pada simpang. Rata-rata waktu tundaan dan nilai panjang antrian pada setiap kondisi dapat dilihat pada Tabel 5.43 berikut.

Tabel 5.45 Perbandingan Kinerja Lalu Lintas pada Simpang

Kondisi	Tundaan (detik/kendaraan)	Panjang Antrian (meter)	Tingkat Pelayanan
<i>Eksisting</i>	13,7675	45,8225	C
Alternatif 1	8,2675	39,77	B
Alternatif 2	8,365	37,875	B

Dari Tabel 5.45 di atas, diperoleh nilai tundaan rata-rata pada simpang kondisi alternatif 1 turun signifikan sebesar 66% dari 13,7675 detik/kendaraan menjadi 8,2675 detik/kendaraan disertai dengan kenaikan tingkat pelayanan dari C menjadi B dan nilai panjang antrian turun sebesar 15% dari 45,8225 meter menjadi 39,77 meter. Pada alternatif 2 diperoleh nilai tundaan rata-rata turun signifikan sebesar 64% dari 13,7675 detik/kendaraan menjadi 8,365 detik/kendaraan disertai dengan kenaikan tingkat pelayanan dari C menjadi B dan Nilai panjang antrian turun sebesar 21% dari 45,8225 meter menjadi 37,875 meter.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pemodelan 2 alternatif pada Simpang Gramedia dengan *Software VISSIM*. Maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kinerja lalu lintas simpang pada kondisi *eksisting* menunjukkan nilai tundaan dan Panjang rata-rata sebesar 13,7675 detik/kendaraan untuk nilai tundaannya serta 45,8225 m untuk nilai Panjang antreannya.
2. Setelah dilakukan analisis fase dan waktu siklus didapatkan 2 usulan alternatif yang dapat digunakan. Alternatif 1 merubah waktu siklus menjadi 110 detik dengan mempertimbangkan tundaan dan Panjang antrean terkecil, serta alternatif 2 yaitu merubah waktu siklus menjadi 104 detik dengan mempertimbangkan *headway* Trans Jogja.
3. Pada alternatif 1 penurunan nilai tundaan sebesar 66% dan Panjang antrean penurunan nilai Panjang antrean sebesar 15% dari kondisi *eksisting*. Sedangkan pada alternatif 2 didapatkan penurunan nilai tundaan sebesar 64% dan penurunan nilai panjang antrean sebesar 21% dari kondisi *eksisting*.
4. Usulan perbaikan waktu siklus Simpang Gramedia alternatif 1 dan 2 menunjukkan peningkatan yang signifikan bila dibandingkan dengan kondisi *eksisting*. Alternatif 1 menunjukkan penurunan tundaan terbesar sedangkan alternatif 2 menunjukkan penurunan panjang antrean terbesar. Kedua alternatif juga menunjukkan tingkat pelayanan B, mengalami peningkatan apabila dibandingkan dengan kondisi *eksisting* dengan tingkat pelayanan C.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pemodelan dengan *software VISSIM*, dapat diberikan beberapa saran terkait penelitian yang dilakukan penulis dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

1. Berdasarkan hasil penelitian ini, saran yang terbaik untuk membuat *redesign* siklus lampu sinyal adalah dengan merubah waktu siklus sinyal menjadi 110 detik untuk mendapatkan hasil kinerja simpang terbaik tanpa mempertimbangkan *headway*

Trans Jogja, dan 104 detik untuk mendapatkan kinerja simpang terbaik dengan mempertimbangkan *headway* Trans Jogja.

2. Penerapan ITS (Intellegent Transport System) diusulkan agar *redesign* siklus lampu sinyal dapat diterapkan lebih baik dengan tujuan Trans Jogja yang akan melewati sinyal terdeteksi sehingga APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) menunjukkan hijau setiap Trans Jogja akan melewati simpang.



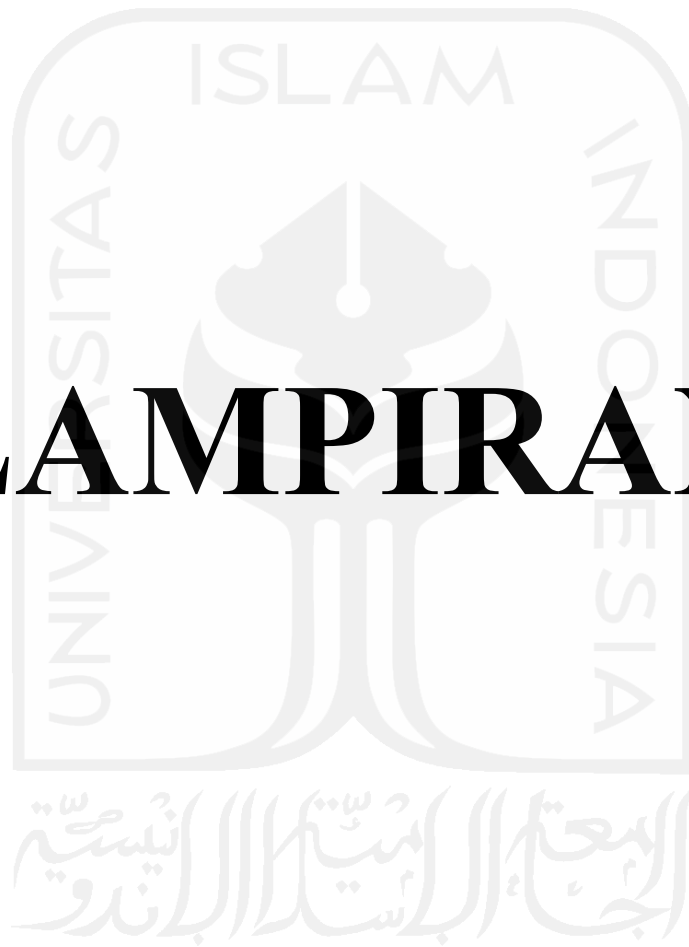
DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Iskandar dkk. 1995. *Sistem Transportasi Kota*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Jakarta.
- Aminsyah. 2004. Optimalisasi Persimpangan Dengan Alternatif Mengalihkan Rute Angkot. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Yogyakarta.
- Anonim. 1993. *Prasarana dan Lalu Lintas Jalan*. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.
- Arief dan Nahdalina. 2014. Analisis Penerapan Transit Signal Priority (Tsp) Pada Sistem Transjakarta Busway Studi Kasus: Koridor Vi (Ragunan – Kuningan). *Jurnal Penelitian*. Jakarta.
- Aryandi. 2014. Penggunaan Software VISSIM untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). *Jurnal Penelitian*. Yogyakarta.
- Asikin, Z. 2001. *Sistem Manajemen Transportasi*. Philosopy Press. Yogyakarta.
- Cahyaning, Y.I. 2016. Optimalisasi Kinerja Simpang 3 Bersinyal Pamungkas dan Pengaruhnya terhadap Angkutan Umum. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Penerbit Bina Marga. Jakarta.
- May, A.D. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*, New Jersey.
- Menteri Perhubungan. 2015, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 96 Tahun 2015 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan*. Menteri Perhubungan. Jakarta.
- Menteri Perhubungan. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Menteri Perhubungan. Jakarta.
- Morlok, E.K., 1991, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- PTV Group., 2017, *VISSIM Comprehensive Modelling Basic Using Microscopic Traffic Flow Simulation*. Jerman.
- Smith, H.R.; Hemily, B; Ivanovic, M. 2005. *Transit Signal Priority (TSP) : A Planning and Implementation Handbook*. USA.

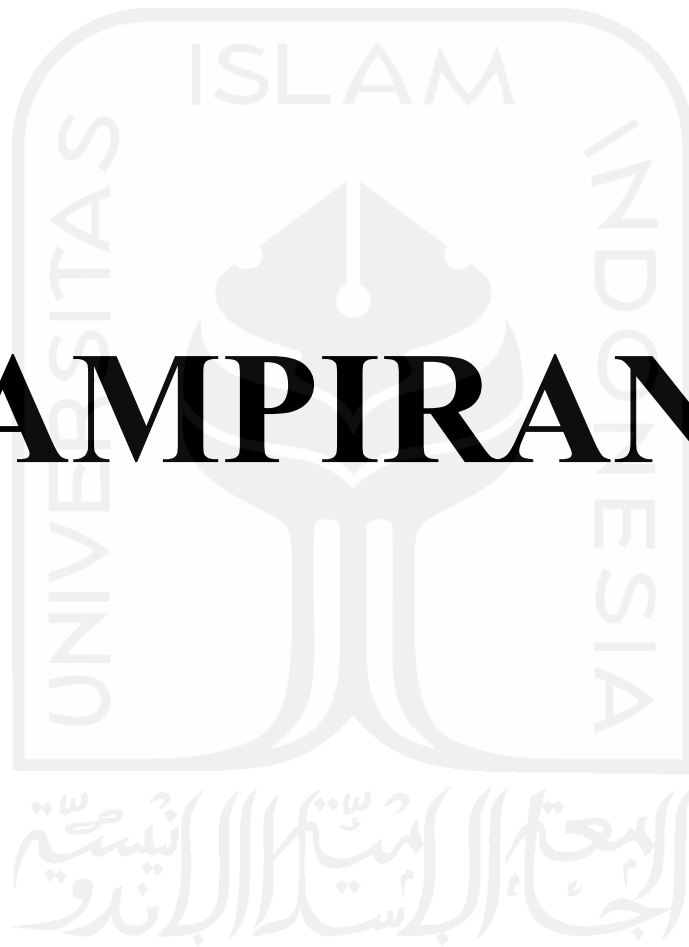
Windarto, P.C. 2016. Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software *VISSIM* (Studi Kasus : Simpang Bersinyal Pelemgurih Yogyakarta). *Jurnal Penelitian*. Yogyakarta.



LAMPIRAN



LAMPIRAN 1



**Lampiran 1.1 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gamedia
Lengan Utara *Weekdays***

Survey Lalu Lintas Simpang Gamedia	Lengan Utara												
Nama Surveyor	Muhammad Iqbal												
Cuaca	Cerah												
Hari/ Tanggal	Selasa, 27 Agustus 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)		Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (Box, Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandong)				TOTAL
	←	→	←	→	→	←	→	→	←	→	→	→	
06.00 - 06.15	0	141	0	0	40	0	0	1	0	0	0	0	182
06.15 - 06.30	0	195	0	0	55	0	0	3	0	0	0	0	253
06.30 - 06.45	0	233	0	0	69	0	0	3	0	0	0	0	305
06.45 - 07.00	0	267	0	0	84	0	0	3	0	0	0	0	354
07.00 - 07.15	0	223	0	0	76	0	0	4	0	0	1	0	304
07.15 - 07.30	0	252	0	0	77	0	0	7	0	0	2	0	338
07.30 - 07.45	0	203	0	0	70	0	0	5	0	0	1	0	279
07.45 - 08.00	0	206	0	0	64	0	0	7	0	0	2	0	279
08.00 - 08.15	0	150	0	0	51	0	0	4	0	0	0	0	205
08.15 - 08.30	0	136	0	0	64	0	0	6	0	0	1	0	207
08.30 - 08.45	0	184	0	0	55	0	0	6	0	0	1	0	246
08.45 - 09.00	0	144	0	0	50	0	0	5	0	0	1	0	200
11.00 - 11.15	0	192	0	0	65	0	0	5	0	0	1	0	263
11.15 - 11.30	0	210	0	0	65	0	0	3	0	0	0	0	278
11.30 - 11.45	0	227	0	0	80	0	0	5	0	0	1	0	313
11.45 - 12.00	0	186	0	0	79	0	0	5	0	0	1	0	271
12.00 - 12.15	0	207	0	0	81	0	0	3	0	0	0	0	291
12.15 - 12.30	0	192	0	0	70	0	0	4	0	0	1	0	267
12.30 - 12.45	0	236	0	0	77	0	0	2	0	0	0	0	315
12.45 - 13.00	0	217	0	0	85	0	0	4	0	0	0	0	306
13.00 - 13.15	0	211	0	0	90	0	0	3	0	0	0	0	304
13.15 - 13.30	0	199	0	0	91	0	0	3	0	0	0	0	293
13.30 - 13.45	0	204	0	0	104	0	0	4	0	0	1	0	313
13.45 - 14.00	0	181	0	0	112	0	0	2	0	0	0	0	295
16.00 - 16.15	0	475	0	0	98	0	0	4	0	0	1	0	578
16.15 - 16.30	0	437	0	0	135	0	0	2	0	0	0	0	574
16.30 - 16.45	0	332	0	0	115	0	0	1	0	0	0	0	448
16.45 - 17.00	0	386	0	0	113	0	0	1	0	0	0	0	500
17.00 - 17.15	0	391	0	0	118	0	0	2	0	0	0	0	511
17.15 - 17.30	0	435	0	0	107	0	0	2	0	0	0	0	544
17.30 - 17.45	0	390	0	0	92	0	0	2	0	0	0	0	484
17.45 - 18.00	0	300	0	0	102	0	0	3	0	0	0	0	405
18.00 - 18.15	0	277	0	0	90	0	0	2	0	0	0	0	369
18.15 - 18.30	0	242	0	0	94	0	0	4	0	0	1	0	341
18.30 - 18.45	0	220	0	0	75	0	0	1	0	0	0	0	296
18.45 - 19.00	0	247	0	0	58	0	0	1	0	0	0	0	306

**Lampiran 1.2 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gamedia
Lengan Barat *Weekdays***

Survey Lalu Lintas Simpang Gamedia	Lengan Barat												
Nama Surveyor Cuaca Hari/ Tanggal	Yudhistira Septyo Cerah Selasa, 27 Agustus 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)		Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (All Box, Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandeng, T			TOTAL	
	↶	↷	↶	↶	↷	↶	↷	↷	↶	↷	↷		
06.00 - 06.15	201	0	571	39	0	66	1	0	1	0	0	0	879
06.15 - 06.30	233	0	621	51	0	80	2	0	1	0	0	0	988
06.30 - 06.45	254	0	658	56	0	89	2	0	2	0	0	0	1061
06.45 - 07.00	271	0	669	70	0	111	4	0	2	0	0	0	1127
07.00 - 07.15	266	0	681	66	0	107	2	0	3	0	0	0	1125
07.15 - 07.30	240	0	655	61	0	99	3	0	3	0	0	0	1061
07.30 - 07.45	232	0	667	55	0	87	3	0	2	0	0	0	1046
07.45 - 08.00	239	0	684	54	0	98	3	0	2	0	0	0	1080
08.00 - 08.15	208	0	487	43	0	80	4	0	1	0	0	0	823
08.15 - 08.30	232	0	418	52	0	82	3	0	2	0	0	0	789
08.30 - 08.45	193	0	464	61	0	87	4	0	2	0	0	0	811
08.45 - 09.00	190	0	454	50	0	79	3	0	1	0	0	0	777
11.00 - 11.15	212	0	408	61	0	122	2	0	1	0	0	0	806
11.15 - 11.30	215	0	443	65	0	132	2	0	2	0	0	0	859
11.30 - 11.45	207	0	442	78	0	109	1	0	1	0	0	0	838
11.45 - 12.00	208	0	407	48	0	116	2	0	3	0	0	0	784
12.00 - 12.15	210	0	406	57	0	131	2	0	3	0	0	0	809
12.15 - 12.30	195	0	345	66	0	107	2	0	1	0	0	0	716
12.30 - 12.45	211	0	394	54	0	122	5	0	2	0	0	0	788
12.45 - 13.00	189	0	461	64	0	118	2	0	1	0	0	0	835
13.00 - 13.15	172	0	432	60	0	112	3	0	1	0	0	0	780
13.15 - 13.30	190	0	444	59	0	107	2	0	3	0	0	0	805
13.30 - 13.45	195	0	420	66	0	99	1	0	1	0	0	0	782
13.45 - 14.00	170	0	402	54	0	92	2	0	1	0	0	0	721
16.00 - 16.15	227	0	524	58	0	110	2	0	2	0	0	1	924
16.15 - 16.30	242	0	521	85	0	101	2	0	3	0	0	0	954
16.30 - 16.45	247	0	502	78	0	91	3	0	1	0	0	0	922
16.45 - 17.00	222	0	486	65	0	103	2	0	2	0	0	0	880
17.00 - 17.15	278	0	483	57	0	127	1	0	2	0	0	0	948
17.15 - 17.30	312	0	474	53	0	117	2	0	1	0	0	0	959
17.30 - 17.45	336	0	496	75	0	112	2	0	3	0	0	0	1024
17.45 - 18.00	231	0	466	81	0	126	1	0	2	0	0	0	907
18.00 - 18.15	222	0	472	75	0	122	1	0	2	0	0	0	894
18.15 - 18.30	241	0	471	68	0	120	2	0	2	0	0	0	904
18.30 - 18.45	201	0	451	70	0	117	1	0	1	0	0	0	841
18.45 - 19.00	208	0	437	59	0	104	1	0	2	0	0	0	811

**Lampiran 1.3 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gramedia
Lengan Selatan *Weekdays***

Survey Lalu Lintas Simpang Gramedia	Lengan Selatan												
Nama Surveyor	Fariz Emeraldi												
Cuaca	Cerah												
Har/ Tanggal	Selasa, 27 Agustus 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)			Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (Bak, Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandang, T)			TOTAL
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
06.00 - 06.15	44	391	0	9	72	0	0	1	0	0	0	0	517
06.15 - 06.30	53	431	0	18	91	0	0	1	0	0	0	0	594
06.30 - 06.45	50	477	0	21	95	0	0	2	0	0	0	0	645
06.45 - 07.00	56	481	0	27	107	0	0	3	0	0	0	0	674
07.00 - 07.15	59	474	0	30	99	0	0	3	0	0	0	0	665
07.15 - 07.30	50	462	0	22	88	0	0	2	0	0	0	0	624
07.30 - 07.45	42	422	0	17	79	0	0	1	0	0	0	0	561
07.45 - 08.00	40	424	0	9	92	0	0	1	0	0	0	0	566
08.00 - 08.15	38	309	0	13	93	0	0	4	0	0	0	0	457
08.15 - 08.30	48	345	0	23	96	0	0	1	0	0	0	0	513
08.30 - 08.45	33	362	0	18	98	0	0	4	0	0	0	0	515
08.45 - 09.00	30	341	0	17	88	0	0	3	0	0	0	0	479
11.00 - 11.15	38	311	0	20	101	0	0	2	0	0	0	0	472
11.15 - 11.30	31	310	0	12	96	0	0	4	0	0	0	0	453
11.30 - 11.45	33	324	0	16	97	0	0	2	0	0	0	0	472
11.45 - 12.00	31	304	0	13	104	0	0	3	0	0	0	0	455
12.00 - 12.15	44	311	0	17	103	0	0	2	0	0	0	0	477
12.15 - 12.30	40	331	0	6	94	0	0	2	0	0	0	0	473
12.30 - 12.45	27	332	0	15	101	0	0	1	0	0	0	0	476
12.45 - 13.00	33	313	0	16	109	0	0	3	0	0	0	0	474
13.00 - 13.15	29	311	0	17	112	0	0	2	0	0	0	0	471
13.15 - 13.30	37	299	0	20	107	0	0	3	0	0	0	0	466
13.30 - 13.45	40	321	0	24	106	0	0	3	0	0	0	0	494
13.45 - 14.00	40	307	0	19	99	0	0	1	0	0	0	0	466
16.00 - 16.15	52	522	0	15	111	0	0	2	0	0	1	0	703
16.15 - 16.30	71	538	0	17	107	0	0	1	0	0	0	0	734
16.30 - 16.45	67	556	0	21	109	0	0	1	0	0	0	0	754
16.45 - 17.00	66	482	0	13	121	0	0	2	0	0	0	0	684
17.00 - 17.15	75	392	0	20	117	0	0	1	0	0	0	0	605
17.15 - 17.30	65	479	0	20	115	0	0	0	0	0	0	0	679
17.30 - 17.45	67	511	0	15	130	0	0	1	0	0	0	0	724
17.45 - 18.00	46	455	0	28	102	0	0	1	0	0	0	0	632
18.00 - 18.15	52	467	0	30	99	0	0	1	0	0	0	0	649
18.15 - 18.30	59	470	0	32	111	0	0	2	0	0	0	0	674
18.30 - 18.45	49	455	0	27	105	0	0	0	0	0	0	0	636
18.45 - 19.00	48	459	0	30	95	0	0	1	0	0	0	0	633

**Lampiran 1.4 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gamedia
Lengan Timur *Weekdays***

Survey Lalu Lintas Simpang Gamedia	Lengan Timur												
Nama Surveyor Cuaca Hari/ Tanggal	Yoga Pratama Cerah Selasa, 27 Agustus 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)			Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (Box, Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandang)			TOTAL
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	
06.00 - 06.15	85	366	177	44	79	35	1	2	1	0	0	0	790
06.15 - 06.30	106	472	212	57	95	48	1	2	2	0	0	0	994
06.30 - 06.45	114	485	231	62	105	53	1	3	3	0	1	0	1056
06.45 - 07.00	128	523	252	70	110	67	3	5	3	0	2	0	1162
07.00 - 07.15	119	480	253	69	104	70	3	4	2	0	1	0	1105
07.15 - 07.30	100	456	233	44	87	51	2	3	1	0	0	0	976
07.30 - 07.45	105	443	235	48	97	43	2	3	2	0	0	0	977
07.45 - 08.00	107	432	251	39	90	45	3	3	1	0	0	0	972
08.00 - 08.15	97	412	235	35	84	62	5	2	3	0	0	0	934
08.15 - 08.30	104	371	180	40	90	56	5	2	1	0	0	0	848
08.30 - 08.45	93	318	186	33	87	44	3	5	3	0	1	0	773
08.45 - 09.00	78	271	165	27	81	34	3	4	3	0	1	0	666
11.00 - 11.15	97	297	124	46	116	49	5	4	2	0	1	0	740
11.15 - 11.30	93	266	135	53	115	62	4	3	3	0	0	0	733
11.30 - 11.45	114	261	122	63	107	50	3	4	1	0	0	0	726
11.45 - 12.00	109	281	134	50	92	73	4	4	2	0	1	0	751
12.00 - 12.15	97	286	144	44	117	77	4	3	0	0	1	0	773
12.15 - 12.30	105	236	104	51	83	58	3	3	2	0	0	0	646
12.30 - 12.45	110	249	107	49	109	53	3	2	2	0	0	0	683
12.45 - 13.00	99	224	100	44	107	46	3	3	2	0	0	0	628
13.00 - 13.15	114	235	102	38	121	58	3	3	1	0	0	0	676
13.15 - 13.30	106	223	105	43	110	56	2	3	1	0	0	0	649
13.30 - 13.45	104	241	107	48	106	48	3	2	2	0	0	0	659
13.45 - 14.00	112	209	104	41	96	52	1	3	1	0	0	0	618
16.00 - 16.15	132	484	185	58	102	70	2	3	1	0	1	0	1038
16.15 - 16.30	123	519	179	68	115	56	2	2	1	0	0	0	1065
16.30 - 16.45	129	446	177	62	120	53	3	1	1	0	0	0	992
16.45 - 17.00	122	479	187	57	111	43	1	1	1	0	0	0	1002
17.00 - 17.15	114	471	167	51	99	54	1	2	1	0	0	0	960
17.15 - 17.30	131	436	171	52	103	53	2	2	3	0	0	0	952
17.30 - 17.45	133	416	157	54	107	53	2	2	0	0	0	0	924
17.45 - 18.00	123	357	129	48	113	50	1	3	2	0	0	0	824
18.00 - 18.15	114	368	118	44	106	52	1	3	1	0	0	0	806
18.15 - 18.30	106	375	131	50	105	48	0	3	1	0	0	0	819
18.30 - 18.45	117	354	137	50	102	45	2	2	0	0	0	0	807
18.45 - 19.00	102	358	130	45	109	44	1	1	1	0	0	0	789

**Lampiran 1.5 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gamedia
Lengan Utara *Weekend***

Survey Lalu Lintas Simpang Gamedia	Lengan Utara												
Nama Surveyor	Muhammad Iqbal												
Cuaca	Cerah												
Hari/ Tanggal	Minggu, 1 September 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)		Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (All Box, Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandeng, T)				TOTAL
	↶	↷	↶	↷	↷	↶	↷	↷	↶	↷	↷	↷	
06.00 - 06.15	31	171	7	26	58	15	0	1	0	0	1	0	310
06.15 - 06.30	25	203	30	29	72	17	0	3	0	0	0	2	381
06.30 - 06.45	33	229	43	37	98	24	0	3	0	0	1	0	468
06.45 - 07.00	28	242	49	39	109	42	0	5	0	0	1	1	516
07.00 - 07.15	27	227	28	32	94	20	0	2	0	0	0	0	430
07.15 - 07.30	26	211	44	39	87	17	0	4	0	0	0	0	428
07.30 - 07.45	27	237	48	45	79	19	0	5	0	0	0	0	460
07.45 - 08.00	22	233	28	36	97	16	0	4	0	0	0	0	436
08.00 - 08.15	30	248	40	55	85	25	0	6	0	0	2	0	491
08.15 - 08.30	35	195	47	45	77	22	0	2	0	0	0	0	423
08.30 - 08.45	34	207	58	38	78	13	0	5	0	0	0	0	433
08.45 - 09.00	37	197	40	31	86	15	0	5	1	0	0	0	412
11.00 - 11.15	2	208	7	0	111	19	0	8	0	0	1	1	357
11.15 - 11.30	15	189	21	0	85	12	0	5	0	1	0	1	329
11.30 - 11.45	19	193	58	12	88	18	0	5	0	0	1	1	395
11.45 - 12.00	18	193	36	6	90	7	0	6	0	0	1	0	357
12.00 - 12.15	18	197	68	48	95	15	0	5	0	1	0	0	447
12.15 - 12.30	20	180	101	4	91	19	0	6	0	0	5	0	426
12.30 - 12.45	20	166	132	4	72	16	0	4	0	0	0	0	414
12.45 - 13.00	21	172	198	5	63	17	0	2	0	1	0	0	479
13.00 - 13.15	28	158	210	6	74	15	0	2	0	0	0	0	493
13.15 - 13.30	14	175	168	2	71	9	0	5	0	2	0	0	446
13.30 - 13.45	26	184	123	5	80	10	0	6	0	0	0	0	434
13.45 - 14.00	29	153	143	5	73	13	0	4	0	0	0	0	420
16.00 - 16.15	20	240	82	9	72	21	0	6	0	0	0	0	450
16.15 - 16.30	19	272	101	3	101	27	0	6	0	0	1	0	530
16.30 - 16.45	17	277	109	4	69	25	3	5	0	1	1	0	511
16.45 - 17.00	21	201	126	4	86	19	0	2	0	2	0	0	461
17.00 - 17.15	25	211	300	9	88	22	0	4	0	0	0	0	659
17.15 - 17.30	23	242	186	4	91	21	0	4	0	0	0	0	571
17.30 - 17.45	19	312	222	3	85	24	0	5	0	0	0	0	670
17.45 - 18.00	31	296	170	3	87	17	0	6	0	0	0	0	610
18.00 - 18.15	36	288	136	4	77	21	0	1	0	0	0	0	563
18.15 - 18.30	20	271	170	3	79	13	0	2	0	0	0	0	558
18.30 - 18.45	20	254	157	21	86	19	0	3	0	0	0	0	560
18.45 - 19.00	13	232	169	5	70	21	0	3	0	0	0	0	513

**Lampiran 1.6 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gramedia
Lengan Barat *Weekend***

Survey Lalu Lintas Simpang Gramedia	Lengan Barat												
Nama Surveyor	M. Joan Octho Savero												
Cuaca	Cerah												
Hari/ Tanggal	Minggu, 1 September 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)			Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandong)			TOTAL
	↶	↷	↷	↶	↷	↷	↶	↷	↷	↶	↷	↷	
06.00 - 06.15	142	82	280	45	67	99	0	3	3	0	17	0	738
06.15 - 06.30	165	109	352	56	94	114	2	2	2	0	17	1	914
06.30 - 06.45	188	126	367	69	134	127	2	1	2	0	9	0	1025
06.45 - 07.00	192	143	387	77	226	147	3	3	3	0	17	1	1199
07.00 - 07.15	189	144	397	74	138	145	3	2	3	0	22	0	1117
07.15 - 07.30	169	176	360	70	136	134	1	4	5	1	15	1	1072
07.30 - 07.45	173	134	378	64	123	134	2	5	4	0	13	3	1033
07.45 - 08.00	172	141	381	71	153	131	3	4	2	1	21	2	1082
08.00 - 08.15	155	135	372	67	139	130	1	5	2	0	22	1	1029
08.15 - 08.30	141	100	338	66	131	121	2	4	2	1	29	1	936
08.30 - 08.45	133	96	342	54	143	123	2	4	3	0	26	1	927
08.45 - 09.00	122	108	294	61	171	137	1	2	3	0	27	0	926
11.00 - 11.15	131	108	316	71	170	138	4	5	6	1	39	1	990
11.15 - 11.30	142	99	296	61	177	157	4	5	4	0	26	0	971
11.30 - 11.45	155	143	318	68	154	159	3	6	4	1	27	0	1038
11.45 - 12.00	165	108	314	53	140	138	3	1	5	1	25	0	953
12.00 - 12.15	154	73	240	76	164	150	3	1	5	0	20	0	886
12.15 - 12.30	150	138	276	65	179	143	2	0	5	0	25	0	983
12.30 - 12.45	152	125	282	68	160	122	2	3	5	1	28	0	666
12.45 - 13.00	165	114	304	62	144	129	1	4	5	0	20	0	677
13.00 - 13.15	143	117	291	58	188	115	1	4	0	1	12	0	689
13.15 - 13.30	133	104	320	58	170	96	2	3	4	1	24	0	689
13.30 - 13.45	144	109	272	49	169	111	2	5	3	0	17	0	661
13.45 - 14.00	140	124	300	52	155	97	3	2	4	0	17	0	567
16.00 - 16.15	193	119	399	64	178	138	6	4	3	0	23	2	1026
16.15 - 16.30	172	149	409	69	154	114	2	2	0	0	12	0	972
16.30 - 16.45	190	181	435	59	188	140	1	0	2	0	11	0	1067
16.45 - 17.00	215	180	393	62	179	133	3	3	0	0	7	1	1039
17.00 - 17.15	160	134	393	49	166	139	3	1	1	0	12	0	962
17.15 - 17.30	156	178	457	57	154	126	2	1	1	0	21	1	1053
17.30 - 17.45	204	143	452	56	151	133	2	1	0	0	19	1	1044
17.45 - 18.00	193	156	383	60	150	140	1	2	2	0	18	0	1017
18.00 - 18.15	173	152	361	49	148	125	2	3	1	0	13	0	577
18.15 - 18.30	183	128	382	49	179	133	2	1	1	0	4	0	569
18.30 - 18.45	170	146	365	55	131	121	3	3	0	0	15	0	538
18.45 - 19.00	164	163	346	51	151	126	2	3	0	0	15	0	637

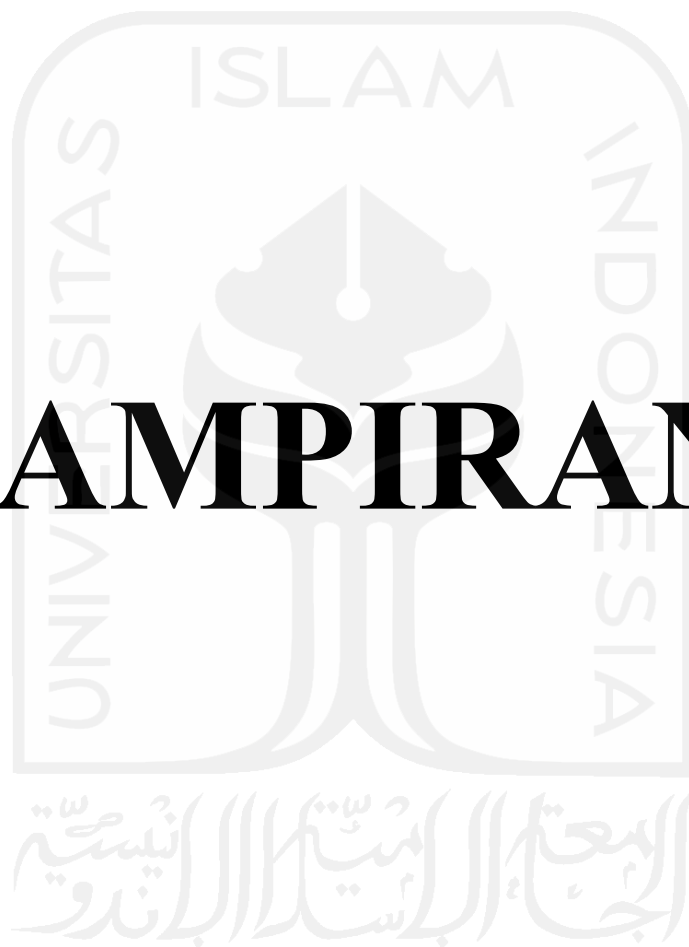
**Lampiran 1.7 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gamedia
Lengan Selatan *Weekend***

Survey Lalu Lintas Simpang Gamedia	Lengan Selatan												
Nama Surveyor	Muhammad Zaki												
Cuaca	Cerah												
Hari/ Tanggal	Minggu, 1 September 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)			Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (Hi Box, Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandeng, T)			TOTAL
	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	
06.00 - 06.15	34	199	0	11	60	0	0	1	0	0	0	0	305
06.15 - 06.30	43	269	0	19	76	0	0	1	0	0	0	0	408
06.30 - 06.45	56	297	0	25	95	0	0	1	0	0	0	0	474
06.45 - 07.00	64	324	0	30	112	0	0	2	0	0	0	0	532
07.00 - 07.15	66	305	0	26	100	0	0	2	0	0	0	0	499
07.15 - 07.30	51	294	0	25	96	0	0	1	0	0	0	0	467
07.30 - 07.45	62	295	0	25	90	0	0	2	0	0	0	0	474
07.45 - 08.00	61	274	0	22	85	0	0	3	0	0	0	0	445
08.00 - 08.15	55	256	0	19	85	0	0	1	0	0	0	0	416
08.15 - 08.30	47	229	0	17	90	0	0	1	0	0	0	0	384
08.30 - 08.45	45	245	0	19	78	0	0	2	0	0	0	0	389
08.45 - 09.00	56	194	0	16	88	0	0	2	0	0	0	0	356
11.00 - 11.15	54	205	0	20	86	0	0	0	0	0	0	0	365
11.15 - 11.30	51	178	0	14	98	0	0	2	0	0	0	0	343
11.30 - 11.45	42	256	0	16	88	0	0	1	0	0	0	0	403
11.45 - 12.00	65	252	0	17	94	0	0	2	0	0	0	0	430
12.00 - 12.15	55	223	0	19	96	0	0	1	0	0	0	0	394
12.15 - 12.30	33	247	0	17	97	0	0	0	0	0	0	0	394
12.30 - 12.45	44	221	0	18	91	0	0	1	0	0	0	0	375
12.45 - 13.00	35	216	0	14	89	0	0	0	0	0	0	0	354
13.00 - 13.15	37	240	0	17	82	0	0	0	0	0	0	0	376
13.15 - 13.30	44	243	0	19	81	0	0	2	0	0	0	0	389
13.30 - 13.45	37	254	0	15	91	0	0	3	0	0	0	0	400
13.45 - 14.00	39	238	0	16	81	0	0	1	0	0	0	0	375
16.00 - 16.15	34	294	0	19	109	0	0	2	0	0	0	0	458
16.15 - 16.30	40	298	0	14	92	0	0	1	0	0	0	0	445
16.30 - 16.45	59	351	0	27	111	0	0	2	0	0	0	0	550
16.45 - 17.00	66	362	0	27	107	0	0	0	0	0	0	0	562
17.00 - 17.15	51	264	0	25	81	0	0	2	0	0	0	0	423
17.15 - 17.30	59	339	0	21	113	0	0	0	0	0	0	0	532
17.30 - 17.45	66	425	0	36	124	0	0	3	0	0	0	0	654
17.45 - 18.00	55	313	0	25	98	0	0	1	0	0	0	0	492
18.00 - 18.15	53	270	0	24	93	0	0	2	0	0	0	0	442
18.15 - 18.30	57	266	0	27	79	0	0	3	0	0	0	0	432
18.30 - 18.45	46	278	0	25	87	0	0	2	0	0	0	0	438
18.45 - 19.00	46	260	0	23	81	0	0	1	0	0	0	0	411

**Lampiran 1.8 Formulir Survei Volume Lalu Lintas di Simpang Gramedia
Lengan Timur *Weekend***

Survey Lalu Lintas Simpang Gramedia	Lengan Timur												
Nama Surveyor	Ardiansyah Himawan												
Cuaca	Cerah												
Hari/ Tanggal	Minggu, 1 September 2019												
Periode	Sepeda Motor (Sepeda Motor, Scooter)			Kendaraan Ringan Penumpang (Sedan, Jeep, Station Wagon, Van)			Kendaraan Berat (Bis) (Bus <20 penumpang, Bus >20 penumpang)			Kendaraan Berat (Truk) (H/Bok, Pick Up, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk Gandong, T)			TOTAL
	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸	
06.00 - 06.15	116	213	67	38	91	21	1	2	2	0	0	0	551
06.15 - 06.30	165	250	84	51	116	41	1	1	0	0	0	0	709
06.30 - 06.45	209	283	97	59	136	55	1	1	1	0	0	0	842
06.45 - 07.00	205	319	111	69	153	64	2	2	2	0	0	0	927
07.00 - 07.15	215	311	105	72	148	67	4	2	2	0	0	0	926
07.15 - 07.30	150	295	99	70	146	67	3	3	0	0	0	0	833
07.30 - 07.45	161	319	85	55	122	57	3	1	2	0	0	0	805
07.45 - 08.00	150	277	90	60	130	60	2	2	0	0	0	0	771
08.00 - 08.15	166	255	91	58	130	55	1	2	1	0	0	0	759
08.15 - 08.30	129	249	101	53	128	49	3	2	1	0	0	0	715
08.30 - 08.45	135	251	93	59	134	50	4	3	0	0	0	0	729
08.45 - 09.00	151	232	95	42	121	52	5	2	1	0	0	0	701
11.00 - 11.15	106	229	86	43	126	62	8	1	2	0	0	0	535
11.15 - 11.30	110	228	94	61	105	68	5	2	0	0	0	0	529
11.30 - 11.45	116	271	92	66	127	52	5	4	1	0	0	0	576
11.45 - 12.00	115	232	106	65	109	64	6	2	1	0	0	0	544
12.00 - 12.15	122	250	112	68	122	64	5	1	1	0	0	0	579
12.15 - 12.30	97	260	90	69	142	61	6	1	1	0	0	0	581
12.30 - 12.45	87	252	89	59	117	51	3	0	0	0	0	0	704
12.45 - 13.00	88	254	102	61	113	53	4	1	1	0	0	0	635
13.00 - 13.15	95	278	95	57	111	60	5	1	1	0	0	0	566
13.15 - 13.30	111	250	107	49	120	46	4	2	0	0	0	0	602
13.30 - 13.45	99	275	105	55	99	57	5	1	2	0	0	0	646
13.45 - 14.00	100	249	95	45	108	49	3	3	1	0	0	0	590
16.00 - 16.15	161	296	123	63	139	64	6	4	2	0	0	0	650
16.15 - 16.30	212	283	115	80	148	66	4	3	0	0	0	0	629
16.30 - 16.45	140	314	112	70	128	57	4	1	4	0	0	0	635
16.45 - 17.00	123	331	109	70	138	64	5	2	2	0	0	0	664
17.00 - 17.15	144	382	84	75	139	65	5	1	4	0	0	0	699
17.15 - 17.30	184	364	112	68	126	60	5	3	2	0	0	0	686
17.30 - 17.45	252	307	87	100	133	45	5	1	0	0	0	0	596
17.45 - 18.00	218	322	104	99	122	51	5	1	0	0	0	0	617
18.00 - 18.15	200	297	85	80	117	49	4	2	0	0	0	0	693
18.15 - 18.30	171	275	103	91	105	53	4	2	0	0	0	0	688
18.30 - 18.45	154	293	100	79	111	40	5	1	1	0	0	0	695
18.45 - 19.00	166	279	95	71	95	51	3	1	2	0	0	0	634

LAMPIRAN 2



Tabel Lampiran 2.1 Formulir Survei *Time Headway* Lengan Utara

FORMULIR SURVEI <i>TIME HEADWAY</i> LENGAN UTARA		
Surveyor	Falah Amaludin	Disetujui oleh : Naufaldy Hadyan
Hari/Tgl	Minggu, 1 September 2019	Pukul : 19.00 WIB
Lokasi	Simpang Gramedia	Cuaca : Cerah
LENGAN	PERIODE WAKTU	HEADWAY
UTARA	06.00 - 07.00	15 menit 36 detik
	06.00 - 07.00	17 menit 12 detik
	06.00 - 07.00	18 menit 4 detik
	07.00 - 08.00	27 menit 4 detik
	07.00 - 08.00	12 Menit
	07.00 - 08.00	11 menit 7 detik
	07.00 - 08.00	13 menit 28 detik
	08.00 - 09.00	12 menit 47 detik
	08.00 - 09.00	12 menit 14 detik
	08.00 - 09.00	14 menit 9 detik
	08.00 - 09.00	21 menit 3 detik
	11.00 - 12.00	10 menit 57 detik
	11.00 - 12.00	19 menit 25 detik
	11.00 - 12.00	10 menit 22 detik
	11.00 - 12.00	11 menit 36 detik
	12.00 - 13.00	14 menit 27 detik
	12.00 - 13.00	11 menit 57 detik
	12.00 - 13.00	14 menit 1 detik
	12.00 - 13.00	19 menit 28 detik
	13.00 - 14.00	17 menit 31 detik
	13.00 - 14.00	31 menit 18 detik
	13.00 - 14.00	24 menit 9 detik
	16.00 - 17.00	10 menit 21 detik
	16.00 - 17.00	11 menit 29 detik
	16.00 - 17.00	11 menit 1 detik
	16.00 - 17.00	19 menit 12 detik
	17.00 - 18.00	13 menit 17 detik
	17.00 - 18.00	22 menit 51 detik
	17.00 - 18.00	16 menit 23 detik
	17.00 - 18.00	12 menit 44 detik
	18.00 - 19.00	10 menit 59 detik
	18.00 - 19.00	14 menit 17 detik
	18.00 - 19.00	12 menit 34 detik
	18.00 - 19.00	19 menit 40 detik
	06.00 - 07.00	10 menit 37 detik
	06.00 - 07.00	25 menit 31 detik
	06.00 - 07.00	12 menit 12 detik
	06.00 - 07.00	15 menit 18 detik
	07.00 - 08.00	13 menit 27 detik
	07.00 - 08.00	16 menit 22 detik
	07.00 - 08.00	20 menit 1 detik
	08.00 - 09.00	9 menit 28 detik
	08.00 - 09.00	15 menit 22 detik
	08.00 - 09.00	15 menit 14 detik
	08.00 - 09.00	21 menit 21 detik

Tabel Lampiran 2.2 Formulir Survei *Time Headway* Lengan Barat

FORMULIR SURVEI TIME HEADWAY LENGAN BARAT		
Surveyor :	Samsudin	Disetujui oleh : Naufaldy Hadyan
Hari/Tgl :	Minggu, 1 September 2019	Pukul : 19.00 WIB
Lokasi :	Simpang Gramedia	Cuaca : Cerah
LENGAN	PERIODE WAKTU	HEADWAY
BARAT	06.00 - 07.00	10 menit 24 detik
	06.00 - 07.00	18 menit 50 detik
	06.00 - 07.00	13 menit 4 detik
	06.00 - 07.01	10 menit 26 detik
	07.00 - 08.00	12 menit 4 detik
	07.00 - 08.00	5 menit 31 detik
	07.00 - 08.00	7 menit 26 detik
	07.00 - 08.00	9 menit 53 detik
	07.00 - 08.00	8 menit 28 detik
	08.00 - 09.00	4 menit 25 detik
	08.00 - 09.00	8 menit 28 detik
	08.00 - 09.00	13 menit 15 detik
	08.00 - 09.00	7 menit 29 detik
	08.00 - 09.00	17 menit 54 detik
	11.00 - 12.00	5 menit 46 detik
	11.00 - 12.00	5 menit 23 detik
	11.00 - 12.00	5 menit 54 detik
	11.00 - 12.00	6 menit 48 detik
	11.00 - 12.00	11 menit 10 detik
	11.00 - 12.00	5 menit 40 detik
	12.00 - 13.00	14 menit 16 detik
	12.00 - 13.00	5 menit 27 detik
	12.00 - 13.00	15 menit 5 detik
	12.00 - 13.00	4 menit 18 detik
	12.00 - 13.00	12 menit 33 detik
	13.00 - 14.00	6 menit 17 detik
	13.00 - 14.00	9 menit 1 detik
	13.00 - 14.00	7 menit 13 detik
	13.00 - 14.00	15 menit 21 detik
	13.00 - 14.00	2 menit 1 detik
	13.00 - 14.00	6 menit 4 detik
	13.00 - 14.00	5 menit 11 detik
	16.00 - 17.00	9 menit 8 detik
	16.00 - 17.00	7 menit 44 detik
	16.00 - 17.00	8 menit 27 detik
	16.00 - 17.00	5 menit 43 detik
	16.00 - 17.00	8 menit 40 detik
	17.00 - 18.00	6 menit 56 detik
	17.00 - 18.00	12 menit 18 detik
	17.00 - 18.00	3 menit 34 detik
	17.00 - 18.00	12 menit 4 detik
	17.00 - 18.00	8 menit 31 detik
	18.00 - 19.00	15 menit 49 detik
	18.00 - 19.00	10 menit 18 detik
	18.00 - 19.00	12 menit 2 detik

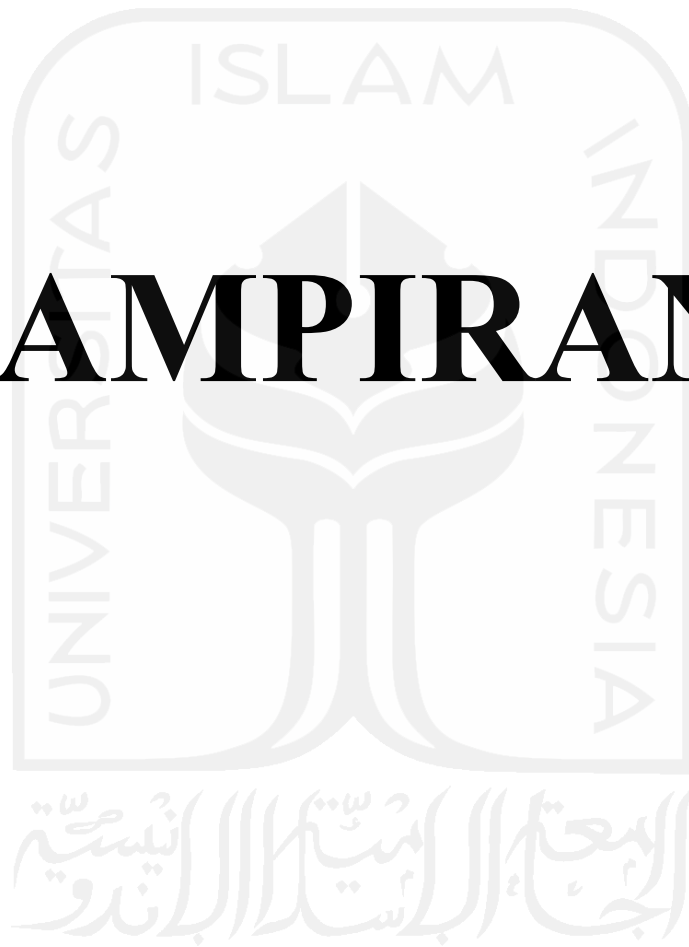
Tabel Lampiran 2.3 Formulir Survei *Time Headway* Lengan Selatan

FORMULIR SURVEI <i>TIME HEADWAY</i> LENGAN SELATAN		
Surveyor :	Muhammad Agung	Disetujui oleh : Naufaldy Hadyan
Hari/Tgl :	Minggu, 1 September 2019	Pukul : 19.00 WIB
Lokasi :	Simpang Gramedia	Cuaca : Cerah
LENGAN	PERIODE WAKTU	HEADWAY
SELATAN	06.00 - 07.00	20 menit 22 detik
	06.00 - 07.00	30 menit 12 detik
	06.00 - 07.00	15 menit 40 detik
	07.00 - 08.00	19 menit 12 detik
	07.00 - 08.00	21 menit 29 detik
	07.00 - 08.00	9 menit 52 detik
	07.00 - 08.00	32 menit 5 detik
	08.00 - 09.00	20 menit 50 detik
	08.00 - 09.00	23 menit 52 detik
	08.00 - 09.00	12 menit 18 detik
	08.00 - 09.00	31 menit 55 detik
	11.00 - 12.00	8 menit 18 detik
	11.00 - 12.00	16 menit 17 detik
	11.00 - 12.00	22 menit 14 detik
	11.00 - 12.00	19 menit 27 detik
	12.00 - 13.00	23 menit 44 detik
	12.00 - 13.00	21 menit 47 detik
	12.00 - 13.00	15 menit 41 detik
	12.00 - 13.00	18 menit 1 detik
	13.00 - 14.00	27 menit 27 detik
	13.00 - 14.00	15 menit 19 detik
	13.00 - 14.00	31 menit 11 detik
	13.00 - 14.00	24 menit 7 detik
	16.00 - 17.00	25 menit 2 detik
	16.00 - 17.00	17 menit 48 detik
	16.00 - 17.00	19 menit 12 detik
	16.00 - 17.00	11 menit 13 detik
	17.00 - 18.00	30 menit 47 detik
	17.00 - 18.00	9 menit 19 detik
	17.00 - 18.00	27 menit 50 detik
	17.00 - 18.00	23 menit 43 detik
	18.00 - 19.00	16 menit 22 detik
	18.00 - 19.00	25 menit 49 detik
	18.00 - 19.00	24 menit 29 detik
	18.00 - 19.00	13 menit 42 detik

Tabel Lampiran 2.4 Formulir Survei *Time Headway* Lengan Timur

FORMULIR SURVEI TIME HEADWAY LENGAN TIMUR		
Surveyor	Indra Kumiawan	Disetujui oleh : Naufaldy Hadyan
Hari/Tgl :	Minggu, 1 September 2019	Pukul : 19.00 WIB
Lokasi :	Simpang Gramedia	Cuaca : Cerah
LENGAN	PERIODE WAKTU	HEADWAY
TIMUR	06.00 - 07.00	8 menit 20 detik
	06.00 - 07.00	7 menit 8 detik
	06.00 - 07.00	4 menit 10 detik
	06.00 - 07.00	6 menit 20 detik
	06.00 - 07.00	2 menit 28 detik
	06.00 - 07.00	8 menit 55 detik
	07.00 - 08.00	6 menit 36 detik
	07.00 - 08.00	1 menit 24 detik
	07.00 - 08.00	8 menit 58 detik
	07.00 - 08.00	4 menit 41 detik
	07.00 - 08.00	5 menit 2 detik
	08.00 - 09.00	1 menit 50 detik
	08.00 - 09.00	8 menit 8 detik
	08.00 - 09.00	7 menit 25 detik
	08.00 - 09.00	9 menit 39 detik
	08.00 - 09.00	8 menit 10 detik
	11.00 - 12.00	7 menit 30 detik
	11.00 - 12.00	4 menit 47 detik
	11.00 - 12.00	5 menit 12 detik
	11.00 - 12.00	6 menit 36 detik
	11.00 - 12.00	7 menit 9 detik
	12.00 - 13.00	5 menit 28 detik
	12.00 - 13.00	4 menit 16 detik
	12.00 - 13.00	19 menit 31 detik
	12.00 - 13.00	3 menit 28 detik
	12.00 - 13.00	14 menit 13 detik
	12.00 - 13.00	4 menit 7 detik
	13.00 - 14.00	4 menit 10 detik
	13.00 - 14.00	5 menit 15 detik
	13.00 - 14.00	7 menit 8 detik
	13.00 - 14.00	5 menit 37 detik
	13.00 - 14.00	4 menit 20 detik
	13.00 - 14.00	14 menit 5 detik
	16.00 - 17.00	4 menit 37 detik
	16.00 - 17.00	6 menit 9 detik
	16.00 - 17.00	5 menit
	16.00 - 17.00	3 menit 17 detik
	16.00 - 17.00	8 menit 57 detik
	16.00 - 17.00	1 menit 41 detik
	17.00 - 18.00	8 menit 28 detik
	17.00 - 18.00	3 menit 41 detik
	17.00 - 18.00	5 menit 27 detik
	17.00 - 18.00	6 menit 32 detik
	18.00 - 19.00	5 menit 30 detik
	18.00 - 19.00	4 menit 33 detik

LAMPIRAN 3



Tabel Lampiran 3.1 Formulir Survei Kecepatan

SURVEI KECEPATAN			
Surveyor	:	Miftahul Ady	
Hari/Tgl	:	Selasa, 27 Agustus 2019	
Pukul	:	07.00 - 08.00	
Cuaca	:	Cerah	
MC= Motor ; LV= Kendaraan Ringan ; HV=Kendaraan Berat			
No	MC Km/h	LV Km/h	HV Km/h
1	35.4	24.7	15.2
2	28.12	22.8	11.4
3	20.1	15.4	10.1
4	28.35	17.8	15.65
5	20.5	19.5	10.4
6	25.75	19.8	19.5
7	26.5	20.6	14
8	34.8	16.3	12.25
9	31.25	24.7	17.8
10	21.8	14.6	16.5
11	27.2	17.25	11.4
12	21.6	17.2	13.2
13	22.8	16.1	18.5
14	32.44	22.4	19.5
15	34.2	24.8	20.2
16	30.7	20.3	14.6
17	26	16.8	14.25
18	24.2	17	12.4
19	31.9	15.9	17.7
20	28.5	21.5	15.4

