

TUGAS AKHIR

**DESAIN KOORDINASI SINYAL UNTUK DUA
SIMPANG YANG BERDEKATAN
(Studi Kasus: Simpang Gondomanan dan Simpang KM
Nol Yogyakarta)**

***SIGNAL COORDINATION DESIGN FOR TWO ADJACENT
INTERSECTIONS
(Case Study of Gondomanan and KM NOL Yogyakarta
Intersections)***

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



**Suci Iryanti
15511213**

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

TUGAS AKHIR

**DESAIN KOORDINASI SINYAL UNTUK DUA
SIMPANG YANG BERDEKATAN**

**(Studi Kasus: Simpang Gondomanan dan Simpang KM
Nol Yogyakarta)**

***SIGNAL COORDINATION DESIGN FOR TWO ADJACENT
INTERSECTIONS***

***(Case Study of Gondomanan and KM NOL Yogyakarta
Intersections)***

Disusun oleh

**Suci Iryanti
15511213**

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

Diuji pada tanggal :

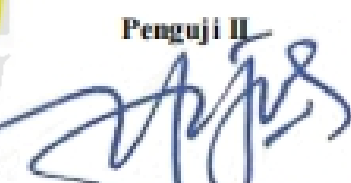
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing


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

Penguji I


Ir. Corry A'cub, M.T.
NIK: 815110102

Penguji II


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

Mengesahkan,

Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amni Yuni Astuti, M.T.
NIK : 88511010

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian 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, 13 Januari 2021

Yang membuat pernyataan,



Suci Iryanti

15511213

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Desain Koordinasi Sinyal untuk Dua Simpang yang Berdekatan (Studi Kasus: Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta). Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

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

1. Bapak Berlian Kushari S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, dukungan dan inspirasi yang diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Corry Ya'cub, Ir.,M.T. dan Ibu Miftahul Fauziah S.T.,MT.,Ph.D selaku dosen penguji.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Keluarga penulis yang telah memberi dukungan begitu banyak, baik moril maupun materiil hingga selesainya Tugas Akhir ini, terutama kedua orang tua adik-adik, dan nenek saya.
5. Tim *surveyor* yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya, yang telah membantu dalam pengambilan data Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman penulis yang telah memberi *support* moril.
7. Keluarga besar jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
8. Seluruh *staff* dan karyawan Jurusan Teknik Sipil yang membantu kelancaran administrasi.

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

Yogyakarta, 2021

Suci Iryanti

15511213



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	Kesalahan! Bookmark tidak didefinisikan.
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
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
1.6 Lokasi Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Analisis Simpang Bersinyal	6
2.2 Metode Koordinasi Simpang Bersinyal	6
2.3 Penelitian Kinerja Simpang pada Lokasi Studi	7
2.4 Kesimpulan Perbandingan Tentang Topik Penelitian Terdahulu yang Terkait dengan Topik Penulis	7
BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 Persimpangan Jalan	9
3.2 Kelas Jalan	10
3.3 Lampu Lalu Lintas	11
3.4 Kondisi Arus Lalu Lintas	13
3.5 Simpang Bersinyal	13
	vi

3.6	Tingkat Pelayanan (<i>Level of Service</i>)	16
3.7	Koordinasi Simpang Bersinyal	17
3.7.1	Syarat Koordinasi Simpang Bersinyal	19
3.7.2	Teori Peleton	20
3.7.3	<i>Offset</i> dan <i>Bandwith</i>	21
3.7.4	Koordinasi Simpang pada Jalan Satu Arah	21
3.7.5	Koordinasi Simpang pada Jalan Dua Arah	22
3.8	Kapasitas	23
3.9	Simulasi Lalu Lintas	24
3.10	<i>VISSIM</i>	25
BAB IV METODE PENELITIAN		27
4.1	Data Penelitian	27
4.2	Peralatan Penelitian	28
4.3	Teknik Pengambilan Data	28
4.4	Analisis Data	31
4.5	Bagan Alir Metode Penelitian	32
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		35
5.1	Data	35
5.1.1	Data Geometri Simpang	35
5.1.2	Data Volume Lalu Lintas	37
5.2	Analisis	53
5.2.1	Hasil Evaluasi dengan Menggunakan <i>Software Vissim</i>	55
5.3	Perancangan Koordinasi Sinyal antar Simpang	62
5.3.1	Alternatif 1 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Puncak	63
5.3.2	Alternatif 2 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Puncak	68
5.3.3	Alternatif 1 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Lengah	74
5.3.4	Alternatif 2 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Lengah	80
5.4	Kapasitas	85
5.4.1	Kapasitas Jam Puncak	85
5.4.2	Kapasitas Jam Lengah	94
5.5	Pembahasan Kinerja Perancangan Koordinasi Sinyal	102

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	110
6.1 Kesimpulan	110
6.2 Saran	111
DAFTAR PUSTAKA	112



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Kesimpulan Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3. 1 Nilai Emp Untuk Jenis Kendaraan Berdasarkan Pendekat	13
Tabel 3. 2 Tingkat Pelayanan Jalan Kota Berdasarkan Kelas Jalan	17
Tabel 3. 3 Klasifikasi Tingkat Pelayanan Pada Simpang Bersinyal Dan Tak Bersinyal	17
Tabel 3. 4 Persentase Kendaraan yang Tetap pada Platoon Berdasarkan Jarak antar Simpang	20
Tabel 4. 1 Data Penelitian	27
Tabel 5. 1 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gondomanan Periode Pagi	37
Tabel 5. 2 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gondomanan Periode Siang	38
Tabel 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gondomanan Periode Sore	39
Tabel 5. 4 Data Volume Puncak Tiap Periode di Simpang Gondomanan	40
Tabel 5. 5 Data Volume Lengah Tiap Periode di Simpang Gondomanan	40
Tabel 5. 6 Data Volume Lalu Lintas Simpang KM 0 Periode Pagi	41
Tabel 5. 7 Data Volume Lalu Lintas Simpang KM 0 Periode Siang	42
Tabel 5. 8 Data Volume Lalu Lintas Simpang KM 0 Periode Sore	43
Tabel 5. 9 Data Volume Puncak Tiap Periode di Simpang KM 0	44
Tabel 5. 10 Data Volume Puncak Tiap Periode di Simpang KM 0	44
Tabel 5. 11 Komposisi Kendaraan yang Masuk Simpang Pada Jam Puncak	45
Tabel 5. 12 Komposisi Kendaraan yang Masuk Simpang Pada Jam Lengah	45
Tabel 5. 13 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang Gondomanan	46
Tabel 5. 14 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang KM Nol	47
Tabel 5. 15 Rekapitulasi <i>Constant Speed</i> (km/jam) Periode Jam Puncak pada Lengan Mayor	48
Tabel 5. 16 Rekapitulasi <i>Constant Speed</i> (km/jam) Periode Jam Lengah pada Lengan Mayor	48
Tabel 5. 17 Jarak Antar Kendaraan Periode Jam Puncak	49
Tabel 5. 18 Jarak Antar Kendaraan Periode Jam Lengah	50

Tabel 5. 19 Waktu Tempuh Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0 (Arah Timur ke Barat) Periode Jam Puncak	51
Tabel 5. 20 Waktu Tempuh Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (Arah Barat ke Timur) Periode Jam Puncak	51
Tabel 5. 21 Waktu Tempuh Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0 (Arah Timur ke Barat) Periode Jam Lengah	52
Tabel 5. 22 Waktu Tempuh Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (Arah Barat ke Timur) Periode Jam Lengah	52
Tabel 5. 23 Perubahan Komponen Perilaku Pengemudi	56
Tabel 5. 24 Hasil Evaluasi Volume <i>VISSIM</i> Sesudah Kalibrasi	58
Tabel 5. 25 Hasil Validasi Waktu Tempuh <i>VISSIM</i> Sesudah Kalibrasi	58
Tabel 5. 26 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Kondisi <i>Existing</i>	60
Tabel 5. 27 Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Kondisi Existing Pada Periode Jam Puncak	60
Tabel 5. 28 Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Kondisi Existing Pada Periode Jam Lengah	60
Tabel 5. 29 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Puncak Simpang Gondomanan	63
Tabel 5. 30 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Puncak Simpang KM Nol	64
Tabel 5. 31 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1 Periode Jam Puncak	66
Tabel 5. 32 Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1 Periode Jam Puncak	67
Tabel 5. 33 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Puncak Simpang Gondomanan	68
Tabel 5. 34 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Puncak Simpang KM Nol	70
Tabel 5. 35 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 2 Periode Jam Puncak	72

Tabel 5. 36	Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 2 Periode Jam Puncak	73
Tabel 5. 37	Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Lengah Simpang Gondomanan	74
Tabel 5. 38	Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Lengah Simpang KM Nol	76
Tabel 5. 39	Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1 Periode Jam Lengah	78
Tabel 5. 40	Nilai Tundaan, Kapasitaas dan Kecepatan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1 Periode Jam Lengah	79
Tabel 5. 41	Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Lengah Simpang Gondomanan	80
Tabel 5. 42	Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Lengah Simpang KM Nol	82
Tabel 5. 43	Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1 Periode Jam Lengah	84
Tabel 5. 44	Nilai Tundaan, Kapasitaas dan Kecepatan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1 Periode Jam Lengah	84
Tabel 5. 45	Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Exsisting	86
Tabel 5. 46	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Existing	86
Tabel 5. 47	Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Kondisi Exsisting	87
Tabel 5. 48	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Kondisi Exsisting	87
Tabel 5. 49	Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1	88
Tabel 5. 50	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1	88
Tabel 5. 51	Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1	89
Tabel 5. 52	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1	89

Tabel 5. 53	Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 2	90
Tabel 5. 54	Arus Jenuh Rata-Rata pada lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 2	90
Tabel 5. 55	Arus Jenuh pada lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 2	91
Tabel 5. 56	Arus Jenuh Rata-Rata pada lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 2	91
Tabel 5. 57	Rekapitulasi Kapasitas Pada Ruas Jalan yang Dikoordinasikan Kondisi Jam Puncak	94
Tabel 5. 58	Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan <i>Existing</i>	94
Tabel 5. 59	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan <i>Existing</i>	95
Tabel 5. 60	Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol <i>Existing</i>	95
Tabel 5. 61	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol <i>Existing</i>	96
Tabel 5. 62	Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1	96
Tabel 5. 63	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1	97
Tabel 5. 64	Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1	97
Tabel 5. 65	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1	98
Tabel 5. 66	Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 2	98
Tabel 5. 67	Arus Jenuh Rata-Rata pada lengan barat Simpang Gondomanan alternatif 2	99
Tabel 5. 68	Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 2	99
Tabel 5. 69	Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 2	100
Tabel 5. 70	Tabel Rekapitulasi Kapasitas Pada Ruas Jalan yang Dikoordinasikan Kondisi Jam Lembang	102
Tabel 5. 71	Rekapitulasi Nilai Tundaan (detik) Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Periode Jam Puncak dan Jam Lembang	103

Tabel 5. 72 Rekapitulasi Nilai Kapasitas (smp/jam) Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Periode Jam Puncak	103
Tabel 5. 73 Rekapitulasi Nilai Kapasitas (smp/jam) Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Periode Jam Lengah	104
Tabel 5. 74 Rekapitulasi Nilai Kecepatan (Km/jam) Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Periode Jam Puncak dan Jam Lengah	104
Tabel 5. 75 Rekapitulasi Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Periode Jam Puncak dan Jam Lengah	105



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian dari Citra <i>Google Earth Pro</i>	4
Gambar 1. 2 Simpang Gondomanan Yogyakarta	4
Gambar 1. 3 Simpang Gondomanan Yogyakarta	5
Gambar 1. 4 Simpang KM Nol Yogyakarta	5
Gambar 3. 1 Manuver Kendaraan pada Persimpangan	10
Gambar 3. 2 <i>Offset</i> dan <i>Bandwidth</i> dalam Diagram Koordinasi	21
Gambar 3. 3 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah dengan Jarak Persimpangan Seragam	22
Gambar 3. 4 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah dengan Jarak Persimpangan Tidak Seragam	23
Gambar 4. 1 Posisi Pengamatan pada Simpang Gondomanan	29
Gambar 4. 2 Posisi Pengamatan pada Simpang KM Nol	29
Gambar 4. 3 Bagan Alir Metode Penelitian	32
Gambar 5. 1 Letak Kedua Simpang dan Jarak Antar Simpang	35
Gambar 5. 2 Geometri Simpang Gondomanan	36
Gambar 5. 3 Geometri Simpang KM 0	36
Gambar 5. 4 Diagram Volume Simpang Gondomanan Periode Pagi	38
Gambar 5. 5 Diagram Volume Simpang Gondomanan Periode Siang	39
Gambar 5. 6 Diagram Volume Simpang Gondomanan Periode Sore	40
Gambar 5. 7 Diagram Volume Simpang KM 0 Periode Pagi	41
Gambar 5. 8 Diagram Volume Simpang KM 0 Periode Siang	42
Gambar 5. 9 Diagram Volume Simpang KM 0 Periode Sore	43
Gambar 5. 10 Fase Sinyal Lalu Lintas Simpang Gondomanan	46
Gambar 5. 11 Waktu Siklus Simpang Gondomanan	46
Gambar 5. 12 Fase Sinyal Lalu Lintas Simpang KM Nol	47
Gambar 5. 13 Waktu Siklus Simpang KM Nol	47
Gambar 5. 14 Pengaturan Validasi	54
Gambar 5. 15 Sebelum Proses Pengaturan Kalibrasi	57
Gambar 5. 16 Setelah Proses Pengaturan Kalibrasi	57

Gambar 5. 17 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Puncak Simpang Gondomanan	64
Gambar 5. 18 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Puncak Simpang KM Nol	65
Gambar 5. 19 Diagram Sinyal Alternatif 1 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Puncak	66
Gambar 5. 20 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Puncak Simpang Gondomanan	69
Gambar 5. 21 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Puncak Simpang KM Nol	71
Gambar 5. 22 Diagram Sinyal Alternatif 2 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Puncak	72
Gambar 5. 23 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Lengah Simpang Gondomanan	75
Gambar 5. 24 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Lengah Simpang KM Nol	77
Gambar 5. 25 Diagram Sinyal Alternatif 1 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Lengah	78
Gambar 5. 26 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Lengah Simpang Gondomanan	81
Gambar 5. 27 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Lengah Simpang KM Nol	82
Gambar 5. 28 Diagram Sinyal Alternatif 2 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Lengah	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Volume Lalu Lintas Per 15 menit Di Simpang Gondomanan dan Simpang KM 0	114
Lampiran 2 Kecepatan Kendaraan Tiap Lengan Di Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol	148
Lampiran 3 Langkah-langkah Pemodelan Dengan Menggunakan <i>Software VISSIM</i>	159



ABSTRAK

Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol terletak di pusat Kota Yogyakarta. Kawasan tersebut merupakan daerah wisata dan perkantoran yang mengakibatkan banyaknya kendaraan yang dapat melewati simpang tersebut sehingga dapat menimbulkan kemacetan. Kedua simpang tersebut cukup padat dan memiliki jarak yang dekat sehingga dilakukan koordinasi pada kedua simpang tersebut sebagai upaya untuk mengurangi kemacetan.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja Simpang Gondomanan dan Simpang KM 0 kondisi eksisting, dan melakukan upaya mengurangi kemacetan dengan cara koordinasi sinyal di Simpang Gondomanan dan Simpang KM 0. Analisis dan pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software VISSIM*. Parameter yang digunakan untuk memilih perencanaan alternatif terbaik yaitu tundaan dan kecepatan perjalanan pada Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol. Data yang digunakan untuk penelitian meliputi volume lalu lintas pada jam sibuk dan jam lengang, geometri simpang yaitu lebar jalan serta bahu jalan, kecepatan kendaraan dan perilaku pengemudi.

Hasil penelitian menunjukkan Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol belum terkoordinasi. Perencanaan koordinasi sinyal alternatif 1 menggunakan waktu siklus 150 detik dan alternatif 2 dengan waktu siklus 135 detik. Perencanaan koordinasi yang dipilih yaitu alternatif 1 karena mengurangi nilai tundaan dan menaikkan kecepatan perjalanan. Nilai tundaan pada kondisi jam puncak arah lengan Barat KM Nol ke lengan Barat Gondomanan mengalami penurunan sebesar 42,40% dari eksisting 20,73 detik menjadi 11,94 detik. Nilai kapasitas mengalami kenaikan 27,53 % dari eksisting 677,3 smp/jam menjadi 863,13 smp/jam. Nilai kecepatan mengalami kenaikan 5,38 % dari eksisting 23,03 km/jam menjadi 24,27 km/jam..

Kata kunci : koordinasi sinyal, *VISSIM*, kapasitas, tundaan.

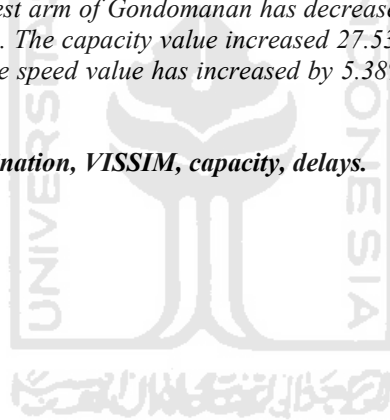
ABSTRACT

Gondomanan and KM Nol intersections are located in the center of Yogyakarta City. This area is a tourist area and offices which result in a large number of vehicles passing through the intersection, causing congestion. The two intersections are quite dense and have a close distance so that coordination is carried out at the two intersections in an effort to reduce congestion.

The purpose of this study is to evaluate the performance of the existing Gondomanan and KM 0 intersections, and to make efforts to reduce congestion by means of signal coordination at the Gondomanan and KM 0 intersections. Analysis and modeling were performed using VISSIM software. The parameters used to select the best alternative planning are travel delay and speed at Gondomanan and KM Nol intersections. The data used for the study include traffic volume during peak and quiet hours, the geometry of intersections, namely road width and shoulder, vehicle speed and driver behavior.

The results showed that the Gondomanan and KM Nol intersections were not coordinated. Alternative 1 signal coordination planning uses a cycle time of 150 seconds and alternative 2 with a cycle time of 135 seconds. The chosen coordination plan is alternative 1 because it reduces the delay value and increases the travel speed. The value of the delay in the peak hour condition in the West arm of KM Zero to the West arm of Gondomanan has decreased by 42.40% from the existing 20.73 seconds to 11.94 seconds. The capacity value increased 27.53% from the existing 677.3 pcu / hour to 863.13 pcu / hour. The speed value has increased by 5.38% from the existing 23.03 km / hour to 24.27 km / hour.

Keywords: *traffic signal coordination, VISSIM, capacity, delays.*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol terletak di pusat Kota Yogyakarta. Kawasan tersebut merupakan daerah wisata dan perkantoran yang mengakibatkan banyaknya kendaraan yang dapat melewati simpang tersebut sehingga dapat menimbulkan kemacetan. Kedua simpang tersebut cukup padat dan memiliki jarak yang pendek. Jarak antar tiap simpang bersinyal yang pendek pada satu ruas jalan dapat menimbulkan permasalahan tersendiri. Kendaraan yang melewati dua simpang atau lebih dengan jarak antar simpang yang pendek tentunya akan menambah waktu tempuh kendaraan karena harus berhenti pada tiap simpang apabila terkena sinyal merah yang dapat mengurangi kenyamanan dalam berkendara. Pengaturan sinyal pada simpang bersinyal yang berdekatan seharusnya ketika kendaraan mendapat sinyal hijau pada suatu simpang, kemudian berjalan sesuai kecepatan rencana, maka pada simpang selanjutnya mendapat sinyal hijau. Oleh karena itu, pada simpang yang berdekatan harus adanya koordinasi antar simpang yang baik.

Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta memiliki jarak antar simpang tersebut 500 m. Pada daerah tersebut sering terjadi kemacetan terutama pada jam-jam sibuk karena termasuk jalur menuju tempat wisata di Yogyakarta. Persimpangan tersebut juga merupakan salah satu akses jalan menuju pusat perbelanjaan, hotel, dan perkantoran .

Simpang Gondomanan Yogyakarta terbagi menjadi empat lengan, lengan Utara berada di Jalan Mayor Sutomo, lengan Utara menerapkan larangan pengemudi untuk belok kiri jalan terus, lengan Selatan berada di Jalan Brigjend Katamso, lengan Selatan memperbolehkan pengemudi untuk belok kiri jalan terus, lengan Barat berada di Jalan Panembahan Senopati, dan ketiga lengan tersebut memiliki median, pada lengan Timur berada di Jalan Sultan Agung dan lengan Timur tidak memiliki median, setiap lengan pada Simpang Gondomanan

Yogyakarta memiliki dua arus. Simpang KM Nol Yogyakarta juga terbagi menjadi empat lengan, lengan Selatan pada Simpang KM Nol adalah Jalan Pangurakan, sebelah Barat KM Nol terdapat lengan Jalan KH. Ahmad Dahlan, sebelah Timur KM Nol terdapat lengan Jalan Panembahan Senopati, ketiga lengan tersebut memiliki dua arus. Lengan Utara KM Nol adalah Jalan Jend. Ahmad Yani dan lengan tersebut hanya memiliki satu arus.

Kawasan tersebut merupakan daerah tempat wisata, pusat perbelanjaan, hotel, dan perkantoran yang dapat mengakibatkan banyaknya kendaraan yang dapat melewati simpang tersebut sehingga dapat mengakibatkan kemacetan. Berdasarkan hal-hal di atas maka penyusun merasa perlu untuk menganalisis koordinasi antar simpang yang terdapat pada dua simpang tersebut. Diharapkan upaya koordinasi antar simpang tersebut dapat mendistribusikan kendaraan dan rata-rata tundaan yang terjadi sehingga kemacetan lalu lintas dapat dikurangi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja kondisi pada Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta pada saat ini?
2. Bagaimana mengupayakan koordinasi sinyal antara Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol untuk mengurangi kemacetan arus lalu lintas di kawasan tersebut?
3. Bagaimana kinerja kedua simpang setelah dilakukan upaya koordinasi sinyal antar simpang?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengevaluasi kinerja kondisi pada Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta pada saat ini.
2. Melakukan upaya koordinasi sinyal antar Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut.

3. Mengevaluasi kinerja kondisi Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta setelah dilakukan upaya koordinasi sinyal antar simpang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan masukan dan pertimbangan untuk Dinas Perhubungan Yogyakarta mengkoordinasikan Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol agar kinerja kedua simpang tersebut lebih optimal.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menyederhanakan analisis dan perhitungan dalam penelitian, maka terlebih dahulu dibuat batasan-batasan yang meliputi:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada dua simpang bersinyal pada Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol
2. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis kinerja simpang dan koordinasi sinyal antar simpang dilakukan dengan program *VISSIM*
3. Geometri persimpangan yang merupakan kelandaian jalan tidak dimasukkan
4. Pengelompokan jenis kendaraan yang disurvei adalah sebagai berikut:
 - a. Kendaraan ringan (*lv/light vehicle*) seperti mobil penumpang dan kendaraan pribadi.
 - b. Kendaraan berat (*hv/heavy vehicle*) seperti truk dan bus
 - c. Sepeda motor (*mc/motorcycle*)
5. Survei lalu lintas dilakukan pada 1 hari kerja dan 1 hari libur yaitu dengan waktu berikut:
 - a. 1 hari kerja selama 8 jam 30 menit
 - b. 1 hari libur selama 8 jam 30 menit
6. Hambatan samping pada pemodelan *vissim* diabaikan
7. Data volume kendaraan di gang diabaikan
8. Pola pengaturan waktu yang diterapkan hanya satu, tidak berubah-ubah (*fixed time control*)

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada dua simpang bersinyal yaitu di Jalan Panembahan Senopati – Jalan KH. Ahmad Dahlan di wilayah kota Yogyakarta. Denah lokasi penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian dari Citra Google Earth Pro

(Sumber: *Google Earth 2019*)



Gambar 1. 2 Simpang Gondomanan Yogyakarta



Gambar 1. 3Simpang Gondomanan Yogyakarta



Gambar 1. 4Simpang KM Nol Yogyakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Simpang Bersinyal

Penelitian tentang analisis simpang bersinyal telah dilakukan, antara lain penelitian yang dilakukan oleh Islamy (2017) menganalisis simpang bersinyal dan untuk mengevaluasi kinerja simpang. Solusi yang diterapkan yaitu perubahan waktu siklus sesuai dengan waktu siklus maksimal.

Pratama (2017) juga telah melakukan penelitian tentang analisis kinerja simpang empat bersinyal. Alternatif peningkatan kinerja simpang yang digunakan untuk simpang bersinyal tersebut adalah merencanakan perubahan 4 fase menjadi 3 fase yang berpedoman pada MKJI 1997.

Pada penelitian Islamy (2017), dan Pratama (2017), melakukan analisis pada satu simpang bersinyal dan mengevaluasi kinerja simpang tersebut. Peningkatan kinerja simpang dilakukan dengan cara perubahan waktu siklus dan perubahan fase. Pada penelitian ini dilakukan analisis dan evaluasi kinerja pada dua simpang bersinyal yang berdekatan dan melakukan upaya peningkatan kinerja pada dua simpang tersebut dengan mengkoordinasikan kedua simpang.

2.2 Metode Koordinasi Simpang Bersinyal

Penelitian mengenai koordinasi simpang bersinyal sudah pernah dilakukan antara lain penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2016) menganalisis kinerja simpang bersinyal yang berada di Simpang UNY dan Simpang Demangan. Koordinasi antar simpang bersinyal menggunakan metode Maksimasi *Green Bandwidth*, dengan waktu siklus baru yang telah didapat.

Husna (2016) melakukan perancangan koordinasi sinyal antar simpang di Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Yogyakarta dengan jarak Simpang I ke Simpang II sejauh 300 meter, jarak Simpang II ke Simpang III sejauh 433 meter. Dari hasil analisis pada ketiga simpang tersebut belum terkoordinasi. Dengan cara

menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang didapatkan waktu siklus baru sebesar 110 detik untuk periode jam puncak dan jam lengang.

Zainuri (2018) merencanakan koordinasi sinyal antar Simpang BPK dan Simpang Badran Yogyakarta yang jarak antar simpangnya adalah 380 meter. Mikrosimulasi lalu lintas digunakan dengan *software VISSIM* untuk menganalisis panjang antrian, perjalanan waktu tempuh, dan tundaan pada kondisi *existing* dan perancangan koordinasi sinyal. Alternatif pertama peningkatan kinerja kedua simpang yaitu mengkoordinasikan sinyal kedua simpang tersebut dan alternatif kedua yaitu menggunakan sistem satu arah.

Pada penelitian Ramadhan (2016), Husna (2016), dan Zainuri (2018) dilakukan analisis dan evaluasi kinerja pada beberapa simpang bersinyal dengan jarak antar simpang maksimal 800 meter dan dilakukan koordinasi pada simpang tersebut. Pada penelitian ini dilakukan analisis dan evaluasi kinerja pada dua simpang bersinyal yang berdekatan dan melakukan upaya peningkatan kinerja pada dua simpang dengan mengkoordinasikan kedua simpang tersebut yaitu pada Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta.

2.3 Penelitian Kinerja Simpang pada Lokasi Studi

Falahuddin (2018) telah melakukan penelitian di Simpang 0 KM untuk mengevaluasi dan mendesain ulang Simpang 0 KM Yogyakarta dengan bundaran. Metode yang digunakan adalah *komparatif* yaitu membandingkan simpang bersinyal dan alternatif bundaran menggunakan pedoman MKJI 1997.

Pada penelitian Falahuddin (2018) hanya berfokus pada evaluasi dan desain ulang pada Simpang 0 KM. Pada penelitian ini menggunakan mikrosimulasi *VISSIM* untuk mengetahui kinerja dan mengkoordinasi Simpang Gondomanan Yogyakarta dan Simpang KM 0 Yogyakarta.

2.4 Kesimpulan Perbandingan Tentang Topik Penelitian Terdahulu yang Terkait dengan Topik Penulis

Hasil perbandingan topik peneliti dengan topik penelitian terdahulu yang ditinjau dari beberapa pustaka dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Hasil Kesimpulan Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian dan Tahun	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode yang Digunakan	Perbandingan
1	Ramadhan Noor Islamy (2017)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jembatan Wreksodiningrat)	Simpang Jembatan Wreksodiningrat	MKJI 1997	1. Lokasi yang ditinjau berbeda. 2. Menggunakan <i>software VISSIM</i>
2	Aditya Pratama (2017)	Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal APMD di Jalan Timoho Yogyakarta Menggunakan Metode MKJI 1997	Jalan Timoho Yogyakarta	MKJI 1997	1. Lokasi yang ditinjau berbeda. 2. Menggunakan <i>software VISSIM</i>
3	Abdul Aziz Ramadhan (2016)	Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang UNY dan Simpang Demangan)	Jalan Gejayan Kabupaten Sleman, Yogyakarta	MKJI 1997	1. Lokasi yang ditinjau berbeda. 2. Menggunakan <i>software VISSIM</i>
5	Bantara Nikadisty Husna (2016)	Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang di Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Yogyakarta	Simpang I : Jalan Menteri Supeno – Jalan Perintis Kemerdekaan Simpang II : Jalan Perintis Kemerdekaan- Jalan Pramuka Simpang III : Jalan Perintis Kemerdekaan- Jalan Gambiran	Menggunakan <i>software VISSIM</i>	Lokasi yang ditinjau berbeda.
4	Muhammad Akbar Zainuri (2018)	Koordinasi Sinyal Antar Simpang BPK Dan Simpang Badran Yogyakarta	Simpang BPK Dan Simpang Badran	Menggunakan <i>software VISSIM</i>	1. Lokasi yang ditinjau berbeda.
5	Fajar Falahuddin (2018)	Evaluasi dan Desain Ulang Simpang 0 KM Yogyakarta	Simpang 0 KM Yogyakarta	1. MKJI 1997	1. Tidak menggunakan MKJI 1997

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Persimpangan Jalan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan di mana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu-lintas di dalamnya (AASHTO,2001).

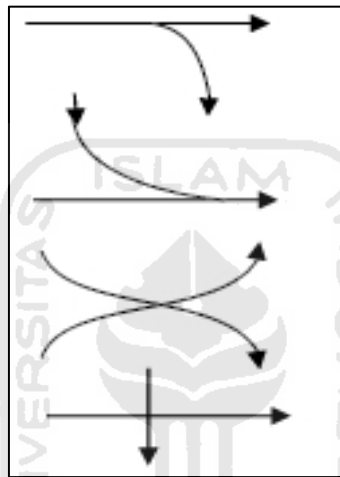
Tujuan dari pembuatan persimpangan adalah mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan. Berikut ini adalah empat elemen dasar umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang (Khisty and Kent, 2005) :

1. Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi, dan waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi
2. Pertimbangan lalu-lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan kendaraan dan ukuran serta penyebaran kendaraan
3. Elemen-elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang dan fitur-fitur geometris
4. Faktor ekonomi, seperti biaya dan manfaat, dan konsumsi energi

Karena persimpangan harus dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas. Pergerakan lalu- lintas yang terjadi dan urutan-urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan dibutuhkan (AASHTO, 2001).

Pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan juga membentuk suatu manuver yang menyebabkan sering terjadi konflik dan tabrakan kendaraan. Pada dasarnya manuver dari kendaraan dapat dibagi atas 4 jenis, yaitu sebagai berikut :

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



Gambar 3. 1Manuver Kendaraan pada Persimpangan
(Sumber : Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, 1999)

Terdapat paling tidak enam cara utama untuk mengendalikan lalu-lintas di persimpangan, bergantung pada jenis persimpangan dan volume lalu-lintas pada tiap aliran kendaraan (Khisty dan Lall, 2005) :

1. Rambu berhenti
2. Rambu pengendalian kecepatan
3. Kanalisasi di persimpangan
4. Bundaran (*rotary*) dan perputaran (*roundabout*)
5. Persimpangan tanpa rambu
6. Peralatan lampu lalu lintas

3.2 Kelas Jalan

Menurut Undang-Undang 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan fungsi

dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan, dan daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor. Pengelompokan jalan menurut kelas jalan terdiri atas:

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan
4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

3.3 Lampu Lalu Lintas

Menurut Bina Marga (1997) penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna yaitu hijau, kuning, dan merah diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan – gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini kebutuhan yang mutlak bagi gerakan – gerakan lalu lintas yang datang dari jalan – jalan yang saling berpotongan yang merupakan konflik – konflik utama.

Penggunaan sinyal lalu lintas merupakan salah satu metode yang paling penting dan efektif untuk mengatur lalu-lintas di persimpangan. Lampu lalu lintas yang dioperasikan berdasar suatu program yang telah ditentukan lebih dulu dengan memberikan hak berjalan menurut suatu jadwal tertentu disebut sebagai “sinyal-sinyal waktu tetap” (*fixed time signals*).

Secara umum, lampu lalu-lintas dipasang pada suatu persimpangan berdasarkan alasan spesifik berikut ini (Khisty dan Lall, 2005) :

1. Untuk meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.
2. Untuk mengurangi waktu tempuh rata-rata di sebuah persimpangan, sehingga meningkatkan kapasitas.
3. Untuk menyeimbangkan kualitas pelayanan di seluruh aliran lalu-lintas.

Beberapa istilah yang berkenaan dengan persimpangan dan lampu lalu lintas (TRB,2000) sebagai berikut :

1. Siklus (panjang siklus atau waktu siklus) adalah urutan lengkap suatu lampu lalu-lintas.
2. Fase (fase lampu lalu-lintas) adalah bagian dari suatu siklus yang di alokasikan untuk kombinasi pergerakan-pergerakan lalu-lintas yang menerima hak-prioritas-jalan secara simultan selama satu interval waktu atau lebih.
3. Interval adalah bagian dari siklus lampu lalu-lintas dimana tidak terjadi perubahan warna lampu.
4. Keseimbangan (*offset*) adalah waktu (dalam detik) antara permulaan fase lampu hijau di satu persimpangan dengan permulaan lampu hijau di persimpangan berikutnya.
5. Antar-hijau (interval perpindahan) adalah waktu antara akhir lampu hijau untuk satu fase dengan awal lampu hijau untuk fase lainnya.
6. Interval merah-seluruhnya: lama waktu menyalanya lampu merah untuk seluruh kaki persimpangan. Dalam beberapa kasus, interval semua-merah digunakan khusus agar para pejalan kaki dapat menyeberangi persimpangan yang relatif lebar.

7. Faktor jam sibuk/puncak (*peak-hour factor/PHF*): dalam kasus persimpangan jalan, perbandingan antara jumlah kendaraan yang memasuki persimpangan selama jam puncak dengan empat kali jumlah kendaraan yang masuk selama periode 15-menit puncak.

3.4 Kondisi Arus Lalu Lintas

Data lalu lintas dibagi dalam tipe kendaraan yaitu kendaraan tidak bermotor (UM), sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV) dan kendaraan berat (HV). Dalam MKJI 1997, kendaraan bermotor dikategorikan sebagai hambatan samping. Arus lalu lintas tiap *approach* dibagi dalam tiap pergerakan, antara lain: gerakan belok ke kanan, belok kiri dan lurus. Gerakan belok kiri pada saat lampu merah (*left turn on red, LTOR*) diizinkan jika mempunyai lebar *approach* yang cukup sehingga dapat melintasi antrean pada kendaraan yang lurus dan belok kanan.

Arus lalu lintas dapat dinyatakan sebagai aliran dan mengandung pengertian jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu (Hobbs, 1995). Arus lalu lintas (Q) pada setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} , dan belok kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Nilai emp tiap jenis kendaraan berdasarkan pendekatnya dapat dilihat dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Nilai Emp Untuk Jenis Kendaraan Berdasarkan Pendekat

Tipe Kendaraan	Emp	
	Pendekat terlindung	Pendekat terlawan
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997))

3.5 Simpang Bersinyal

Menurut Bina Marga (1997) penggunaan sinyal pada suatu persimpangan diharapkan dapat mendistribusikan kapasitas ke berbagai pendekatan melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekatan. Sinyal lalu lintas merupakan suatu metode yang paling penting dan efektif untuk mengatur lalu

lintas di persimpangan yang memiliki volume lalu lintas pada kaki simpang yang relatif tinggi. Simpang dengan sinyal lalu lintas dapat mengurangi atau menghilangkan titik konflik pada simpang dengan memisahkan pergerakan arus lalu lintas pada waktu yang berbeda-beda.

Pada umumnya sinyal lalu-lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut (MKJI, 1997) :

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 simpang (kecil) untuk/ memotong jalan utama
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan

Menurut Khisty dan Lall (2005), pada persimpangan yang menggunakan lampu lalu lintas, beberapa aliran lalu lintas dimungkinkan untuk mendapat hak jalan secara bersama-sama, sementara aliran lainnya dihentikan. Fase lampu lalu lintas adalah periode dimana pada periode tersebut satu pergerakan atau lebih diberi lampu hijau secara bersamaan. Pertimbangan keselamatan menentukan bahwa suatu fase hanya dapat digunakan bersama oleh aliran-aliran lalu lintas yang jalur-jalurnya tidak bersimpangan. Namun dalam penerapannya beberapa persinggungan masih dapat ditolerir.

Menurut Munawar (2004), pada saat arus lalu lintas sudah mulai meninggi, maka lampu lalu lintas sudah harus dipasang. Ukuran meningginya arus lalu lintas yaitu dari waktu tunggu rata-rata kendaraan pada saat melintasi simpang. Jika waktu tunggu rata-rata tanpa lampu lalu lintas sudah lebih besar dari waktu tunggu rata-rata dengan lampu lalu lintas, maka perlu dipasang lampu lalu lintas. Dalam beberapa kasus kota-kota di Indonesia simpang bersinyal sering menjadi titik kemacetan pada ruas jalan. Hal ini terjadi karena perbandingan volume yang tinggi lalu lintas yang tidak seimbang dengan kapasitas simpang sehingga menyebabkan waktu tunggu kendaraan menjadi tinggi.

Beberapa definisi umum yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan pemmasalahan simpang bersinyal menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas (*capacity*) adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (kendaraan/jam atau smp/jam)
2. Tundaan (*delay*) adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui simpang (detik).
3. Panjang antrian (*queue length*) adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (meter).
4. Antrian (*queue*) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan/smp).
5. Waktu siklus (*cycle time*) adalah waktu urutan lengkap dari indikasi sinyal (detik).
6. Waktu hijau (*green time*) adalah waktu nyala lampu hijau dalam suatu pendekat (detik).
7. Rasio hijau (*green ratio*) adalah perbandingan waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekat
8. Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu sinyal merah menyala secara bersamaan pada semua pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang beruntun (detik).
9. Waktu antar hijau (*inter green time*) adalah jumlah antara periode kuning dengan waktu merah antara dua fase sinyal yang beruntun (detik).
10. Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap atau beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang beruntun (detik).
11. Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
12. Arus jenuh (*saturation flow*) adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/hijau).

13. *Oversaturated* adalah suatu kondisi pada saat volume kendaraan yang melewati suatu pendekat melebihi kapasitasnya
14. Iringan (*platoon*) adalah kondisi lalu lintas bila kendaraan bergerak antrian atau peleton dengan kecepatan yang sama karena tertahan oleh kendaraan yang di depan (pemimpin peleton)

3.6 Tingkat Pelayanan (*Level of Service*)

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Tingkat pelayanan adalah ukuran kuantitatif dan kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas. Penetapan tingkat pelayanan bertujuan untuk menetapkan tingkat pelayanan pada suatu ruas jalan dan/ persimpangan. Tingkat pelayanan harus memenuhi indikator :

1. rasio antara volume dan kapasitas jalan,
2. kecepatan yang merupakan kecepatan batas atas dan kecepatan batas bawah yang ditetapkan berdasarkan kondisi daerah,
3. waktu perjalanan,
4. kebebasan bergerak,
5. keamanan,
6. keselamatan,
7. ketertiban,
8. kelancaran,
9. penilaian pengemudi terhadap kondisi arus lalu lintas.

Menurut *Highway Capacity Manual 2000* tingkat pelayanan pada jalan kota didasarkan pada kecepatan perjalanan kendaraan rata-rata untuk segmen tersebut atau untuk seluruh jalan yang dipertimbangkan. Kecepatan perjalanan adalah ukuran layanan dasar untuk jalan perkotaan. Tabel 3.2 mencantumkan kriteria tingkat pelayanan jalan perkotaan berdasarkan kecepatan perjalanan rata-rata dan kelas jalan perkotaan.

Tabel 3. 2 Tingkat Pelayanan Jalan Kota Berdasarkan Kelas Jalan

Kelas Jalan Kota	I	II	III	IV
Kisaran Kecepatan Aliran Bebas	90 – 70 km/jam	70 – 55 km/jam	55 – 50 km/jam	55 – 40 km/jam
Tipe Kecepatan Aliran Bebas	80 km/jam	65 km/jam	55 km/jam	45 km/jam
Tingkat Pelayanan	Rata-Rata Kecepatan Perjalanan (km/jam)			
A	>72	>59	>50	>41
B	>56-72	>46-59	>39-50	>32-41
C	>40-56	>33-46	>28-39	>23-32
D	>32-40	>26-33	>22-28	>18-23
E	>26-32	>21-26	>17-22	>14-18
F	≤ 26	≤21	≤17	≤14

(Sumber : *Highway Capacity Manual of 2000*)

Berdasarkan *PTV VISSIM*, tingkat pelayanan (*Level of Service*) sesuai dengan tingkat pelayanan (*Level of Service*) yang ditentukan dalam manual kapasitas jalan raya Tahun 2010 (*Highway Capacity Manual of 2010*). Klasifikasi tingkat pelayanan pada simpang bersinyal dan tak bersinyal ditunjukkan pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Klasifikasi Tingkat Pelayanan Pada Simpang Bersinyal Dan Tak Bersinyal

	Simpang Bersinyal	Simpang Tak Bersinyal
LOS A	<10 detik	
LOS B	10 detik – 20 detik	10 detik – 15 detik
LOS C	20 detik – 35 detik	15 detik – 25 detik
LOS D	35 detik – 55 detik	25 detik – 35 detik
LOS E	55 detik – 80 detik	35 detik – 50 detik
LOS F	>80 detik	>50 detik

(Sumber : *Highway Capacity Manual of 2010*)

3.7 Koordinasi Simpang Bersinyal

Koordinasi sinyal antar simpang diperlukan untuk mengoptimalkan kapasitas jaringan jalan karena dengan adanya koordinasi sinyal ini diharapkan tundaan (*delay*) yang dialami kendaraan dapat berkurang dan menghindarkan antrian kendaraan yang panjang. Kendaraan yang telah bergerak meninggalkan satu simpang diupayakan tidak mendapat sinyal merah pada simpang berikutnya, sehingga dapat terus berjalan dengan kecepatan yang direncanakan. Dalam

pengkoordinasian sinyal harus memperhatikan waktu siklus pada sinyal simpang yang dikoordinasikan, agar dapat menentukan selisih waktu sinyal hijau dari simpang yang satu dengan simpang yang lain.

Menurut Sukarno (2018) manfaat dari koordinasi persimpangan bersinyal adalah sebagai berikut :

1. Penghematan bahan bakar
2. Pengurangan polusi
3. Pengurangan berhenti karena lampu merah
4. Pengurangan tundaan
5. Maksimisasi kapasitas
6. Pengurangan panjang antrian
7. Pengurangan platoon pada lampu merah
8. Kecepatan dipertahankan konstan
9. Biaya untuk sistem transportasi lebih efektif

Menurut Taylor (1996), koordinasi antar simpang bersinyal merupakan salah satu jalan untuk mengurangi tundaan dan antrian. Adapun prinsip koordinasi simpang bersinyal menurut Taylor tentang beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengkoordinasikan sinyal, yaitu:

1. Waktu siklus pada sinyal tiap simpang diusahakan sama, hal ini untuk mempermudah menentukan selisih nyala sinyal hijau dari simpang yang satu dengan simpang berikutnya.
2. Sebaiknya pola pengaturan simpang yang dipergunakan adalah *fixed time signal*, karena koordinasi sinyal dilakukan secara terus menerus.

Sistem koordinasi sinyal dibagi menjadi empat macam sebagai berikut :

1. Sistem serentak (*simultaneous system*), semua indikasi warna pada suatu koridor jalan menyala pada saat yang sama.
2. Sistem berganti-ganti (*alternate system*), sistem dimana semua indikasi sinyal berganti pada waktu yang sama, tetapi sinyal atau kelompok sinyal pada simpang didekatnya memperlihatkan warna yang berlawanan.
3. Sistem progresif sederhana (*simple progressive system*), berpedoman pada siklus yang umum tetapi dilengkapi dengan indikasi sinyal jalan secara terpisah.

4. Sistem progresif fleksibel (*flexible progressive system*), memiliki mekanisme pengendali induk yang mengatur pengendali pada tiap sinyal. Pengendalian ini tidak hanya memberikan koordinasi yang baik diantara sinyal-sinyal tetapi juga memungkinkan panjang siklus dan pengambilan siklus pada interval di sepanjang hari.

Pola pengaturan waktu yang sering dilakukan untuk koordinasi lampu lalu lintas adalah sebagai berikut:

1. Pola pengaturan waktu tetap (*Fixed Time Control*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan hanya satu, tidak berubah-ubah. Pola pengaturan tersebut merupakan pola pengaturan yang paling cocok untuk kondisi jalan atau jaringan jalan yang terkoordinasikan. Pola- pola pengaturan tersebut ditetapkan berdasarkan data-data dan kondisi dari jalan atau jaringan yang bersangkutan.
2. Pola pengaturan waktu berubah berdasarkan kondisi lalu lintas (*Vehicle Responsive System*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan tidak hanya satu tetapi diubah-ubah sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Biasanya ada 3 pola yang diterapkan yang sudah secara umum ditetapkan berdasarkan kondisi lalu-lintas sibuk pagi (*morning peak condition*), kondisi lalu-lintas sibuk sore (*evening peak condition*), dan kondisi lalu lintas di antara kedua periode waktu tersebut (*off peak condition*).
3. Pola pengaturan waktu berubah sesuai kondisi lalu lintas (*traffic responsive system*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan dapat berubah-ubah setiap waktu sesuai dengan perkiraan kondisi lalu lintas yang ada pada waktu yang bersangkutan. Pola-pola tersebut ditetapkan berdasarkan perkiraan kedatangan kendaraan yang dilakukan beberapa saat sebelum penerapannya. Sudah tentu metode ini hanya dapat diterapkan dengan peralatan-peralatan yang lengkap.

3.7.1 Syarat Koordinasi Simpang Bersinyal

Pada umumnya, kendaraan yang keluar dari suatu sinyal akan tetap mempertahankan grupnya hingga sinyal berikutnya. Jarak dimana kendaraan akan tetap mempertahankan grupnya adalah sekitar 300 meter (Shane dan Roess, 1990).

Syarat yang harus dipenuhi untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal (Shane dan Roess, 1990), yaitu sebagai berikut.

1. Jarak antar simpang yang dikoordinasikan tidak lebih dari 800 meter. Jika lebih dari 800 meter maka koordinasi sinyal tidak akan efektif lagi.
2. Semua sinyal harus mempunyai panjang waktu siklus (*cycle time*) yang sama.
3. Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri, kolektor) dan juga dapat digunakan untuk jaringan jalan yang berbentuk grid.
4. Terdapat sekelompok kendaraan (*platoon*) sebagai akibat lampu lalu lintas di bagian hulu.

3.7.2 Teori Peleton

Peleton merupakan kumpulan kendaraan yang bergerak bersama, yang sering terjadi saat lampu hijau menyala pada simpang bersinyal. Biasanya dibuat asumsi bahwa seluruh kendaraan dalam peleton bergerak dengan kecepatan rata-rata lalu lintas. Pendekatan ini sering tidak tepat, sebab peleton cenderung akan menyebar. Berikut ini merupakan Tabel 3.4 persentase kendaraan yang tetap pada peleton berdasarkan jarak antar simpang.

Tabel 3.4 Persentase Kendaraan yang Tetap pada Platoon Berdasarkan Jarak antar Simpang

Jarak (km)	Jarak (mil)	Persentase Kendaraan yang Tetap pada peleton (%)
0,402	0,25	91
0,805	0,50	85
1,207	0,75	80
1,609	1,00	77

(Sumber : Robertson,1980)

Salah satu problem yang sulit diatasi pada sistem sinyal terkoordinasi adalah pengontrolan kecepatan peleton untuk mencapai sinyal berikutnya pada fase hijau yang tepat. Untuk menyelesaikan problem ini, dikembangkan teori lorong sinyal, yakni membuat peleton bergerak melalui beberapa sinyal (sinyal kecepatan pertama, sinyal kecepatan kedua, dan prasinyal) sebelum mencapai simpang

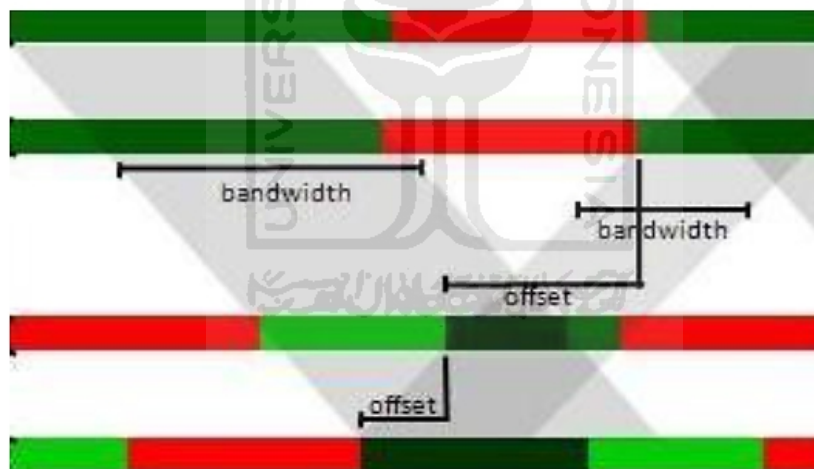
bersinyal. Tujuannya adalah mengurangi kecepatan kendaraan di depan dan memperbesar kecepatan kendaraan di belakang.

3.7.3 *Offset dan Bandwith*

Menurut Papacostas (2005), *offset* merupakan perbedaan waktu antara awal sinyal hijau pada simpang pertama dan awal sinyal hijau pada simpang berikutnya. Waktu *offset* dapat dihitung melalui diagram koordinasi, namun waktu *offset* juga dapat digunakan untuk mulai membentuk lintasan koordinasi.

Bandwidth adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir. Keduanya berada pada kecepatan yang konstan dan merupakan peleton yang tidak terganggu sinyal merah sama sekali.

Untuk lebih jelasnya, *offset* dan *bandwidth* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Offset dan Bandwith dalam Diagram Koordinasi
(Sumber: Taylor 1996)

3.7.4 *Koordinasi Simpang pada Jalan Satu Arah*

Koordinasi sinyal pada jalan satu arah lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan jalan dua arah. Hal tersebut dikarenakan arah pergerakannya hanya satu arah, maka penentuan *offset* akan lebih mudah. Dengan mengamati kecepatan rata-rata melintasi masing-masing ruas, maka *offset* dapat diperoleh dengan cara panjang ruas dibagi dengan kecepatan. Apabila kendaraan bergerak dengan

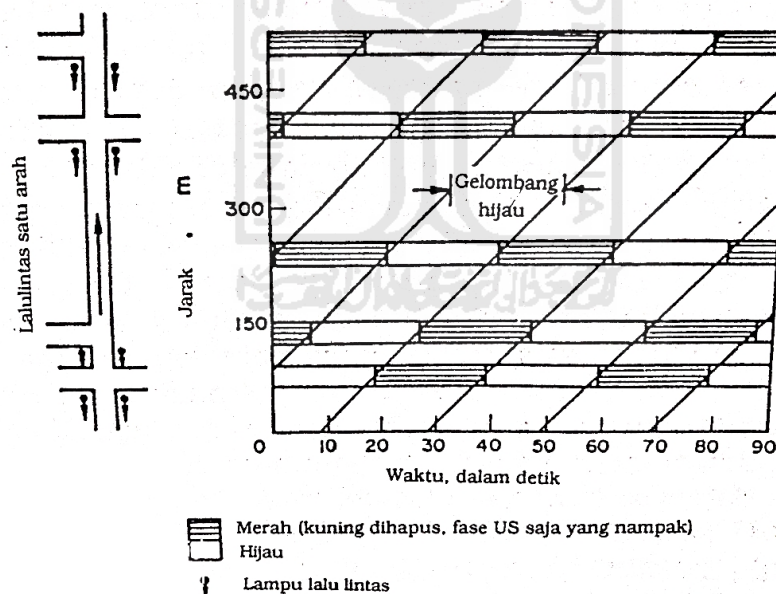
kecepatan tertentu sehingga kendaraan dalam batas *bandwidth*, maka diharapkan kendaraan tersebut tidak mengalami tundaan akibat sinyal merah.

3.7.5 Koordinasi Sempang pada Jalan Dua Arah

Mengkoordinasikan sinyal lampu lalu lintas pada jalan dua arah lebih sulit dilakukan. Beberapa faktor penyebab lebih sulit adalah sebagai berikut.

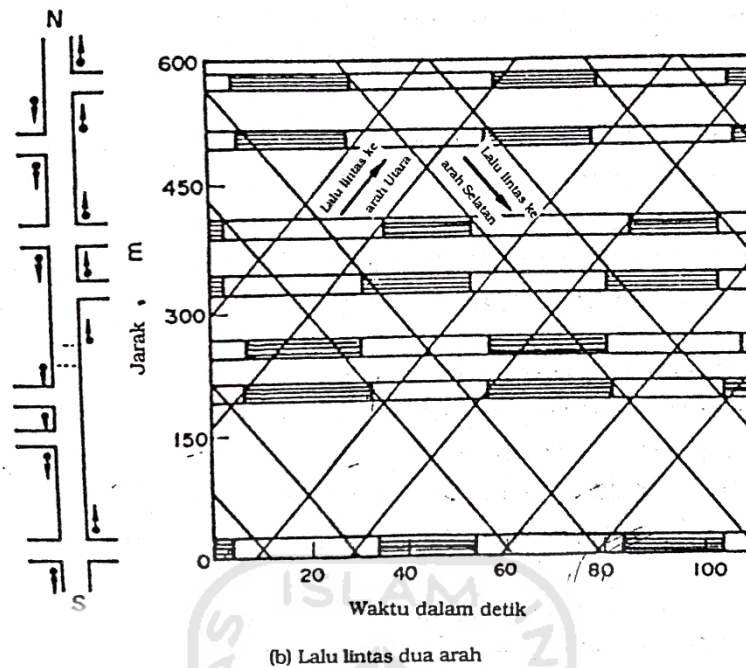
1. Jarak antar persimpangan tidak seragam.
2. Volume lalu lintas tidak sama pada kedua arah.
3. Kecepatan kendaraan mungkin berbeda pada kedua arah
4. Lama lampu hijau untuk keseluruhan lampu yang dikoordinasikan tidak sama.
5. Adanya berpacarnya peleton.

Secara berturut-turut Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 menunjukkan koordinasi sinyal untuk panjang ruas yang seragam dan tidak seragam.



Gambar 3.3 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah dengan Jarak Persimpangan Seragam

(Sumber: Hoobs, 1995)



Gambar 3. 4 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah dengan Jarak Persimpangan Tidak Seragam

(Sumber: Hoobs, 1995)

Arus lalu lintas dua arah dan jarak antar simpang perempatan tidak sama, maka situasinya lebih kompleks. Dengan sistem laju yang fleksibel, waktu siklus pada setiap persimpangan adalah tetap tetapi indikasi hijau digantikan agar cocok dengan kecepatan jalan yang dipilih dan merupakan suatu kompromi yang didasarkan pada arus searah, jarak sinyal, dan kebutuhan lalu lintas persilangan jalan (Hobbs, 1995).

3.8 Kapasitas

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (kendaraan/jam atau smp/jam). Kapasitas pada simpang bersinyal menurut MKJI 1997 dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$C = S \times g/c \quad (3.1)$$

dengan :

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

3.9 Simulasi Lalu Lintas

Menurut Papacostas dan Prevedouros (2001) simulasi komputer sangat penting untuk analisis jalan bebas hambatan dan sistem jalan perkotaan. Melalui simulasi, spesialis transportasi bisa mempelajari pembentukan disipasi kemacetan di jalan raya, menilai dampak dari strategi kontrol, dan membandingkan konfigurasi geometris alternatif. Model simulasi memiliki karakteristik yang berbeda : statis atau dinamis, deterministik atau stokastik, mikroskopis atau makroskopis. Setiap model simulasi memiliki logika dan batasan penggunaannya sendiri dan dapat diterapkan untuk komponen tertentu dari sistem transportasi.

Klasifikasi model simulasi lalu lintas didasarkan pada tingkat agregasi. Model mikroskopis mempertimbangkan karakteristik setiap kendaraan individu dan interaksinya dengan kendaraan lain dalam arus lalu lintas. Oleh karena itu simulasi lalu lintas yang dihasilkan rinci namun membutuhkan input yang luas dan waktu eksekusi yang lama. Model makroskopik dicirikan oleh representasi cairan kontinum dari arus lalu lintas dalam hal ukuran agregat seperti laju aliran, kecepatan, dan kepadatan. Model ini kurang detail namun mampu untuk menangani masalah besar dalam waktu singkat. Prosedur analitik dimasukkan ke dalam model mikroskopis dan makroskopik untuk mengevaluasi kondisi yang ada dan memprediksi kinerja di bawah desain yang berbeda dan skenario kontrol.

Tipe metode pemodelan simulasi mikroskopis didasarkan pada teori mengikuti kendaraan dan perubahan jalur yang dapat mewakili operasi lalu lintas dan perilaku kendaraan/pengemudi secara rinci. Teori mengikuti kendaraan menggambarkan pergerakan logitudinal kendaraan. Pendekatan klasik mengikuti kendaraan cukup mudah yaitu pada kecepatan yang diinginkan dengan tetap menjaga jarak aman mengikuti kendaraan di depan. Teori perubahan jalur menggambarkan perilaku lalu lintas lateral. Ini dapat dipertimbangkan dalam hal

sejumlah ambang persepsi yang mengatur pertimbangan risiko menerima celah di jalur tetangga. Seperangkat aturan keputusan digunakan untuk menghitung apakah keuntungan kecepatan dapat diperoleh jika kendaraan berganti jalur. Pemodelan simulasi mikroskopis menggabungkan analisis antrian, analisis gelombang kejut dan teknik analisis lainnya. Selain itu, sebagian besar model simulasi mikroskopis bersifat stokastik, menggunakan proses Monte Carlo untuk menghasilkan angka acak untuk mewakili perilaku pengemudi/kendaraan dalam kondisi lalu lintas nyata.

3.10 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.

Model simulasi *VISSIM* telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi lalu lintas, sehingga dapat mengevaluasi berbagai macam alternatif rekayasa transportasi dan tingkat perencanaan yang paling efektif. Kalibrasi pada *VISSIM* merupakan proses dalam membentuk nilai-nilai parameter yang sesuai sehingga model dapat mereplikasi lalu lintas hingga kondisi yang semirip mungkin. Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi daerah yang diamati. Metode yang digunakan adalah *trial and error* dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan *VISSIM*. Validasi pada *VISSIM* merupakan proses pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi dan hasil simulasi. Proses validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar *Chi-squared* berupa rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)* (Gustavsson, 2007). *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* dapat dilihat pada Persamaan 3.2 berikut ini. Ketentuan khusus dari nilai *error* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.5

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (3.2)$$

dengan :

$q_{simulated}$ = data volume lalu lintas (kendaraan/jam) hasil VISSIM, dan

$q_{observed}$ = data volume lalu lintas (kendaraan/jam) hasil pengamatan.

Hasil perhitungan rumus statistik GEH mempunyai ketentuan sebagai berikut :

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



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Data Penelitian

Survei lalu lintas dilakukan di dua simpang bersinyal, simpang di ruas Jalan Panembahan Senopati (Simpang Gondomanan Yogyakarta) dan simpang di ruas Jalan KH. Ahmad Dahlan (Simpang KM Nol Yogyakarta). Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 Data Penelitian

Tabel 4. 1 Data Penelitian

Data Primer	Data Sekunder
1. Volume Kendaraan pada jam puncak dan jam lembang pada hari kerja dan hari libur (Senin dan Sabtu).	Peta Lokasi Survei, Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol Yogyakarta.
2. Kecepatan Kendaraan	
3. Waktu sinyal pada masing-masing simpang	
4. Kondisi geometrik, pembagian jalur, dan jarak antar simpang	
5. Perilaku Pengemudi	
6. Waktu tempuh	

4.2 Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lembar formulir survei dan alat tulis
2. Arloji
3. *Stopwatch*
4. Meteran
5. *Handy Tally Counter*
6. Seperangkat alat komputer
7. Roll meter
8. Lakban

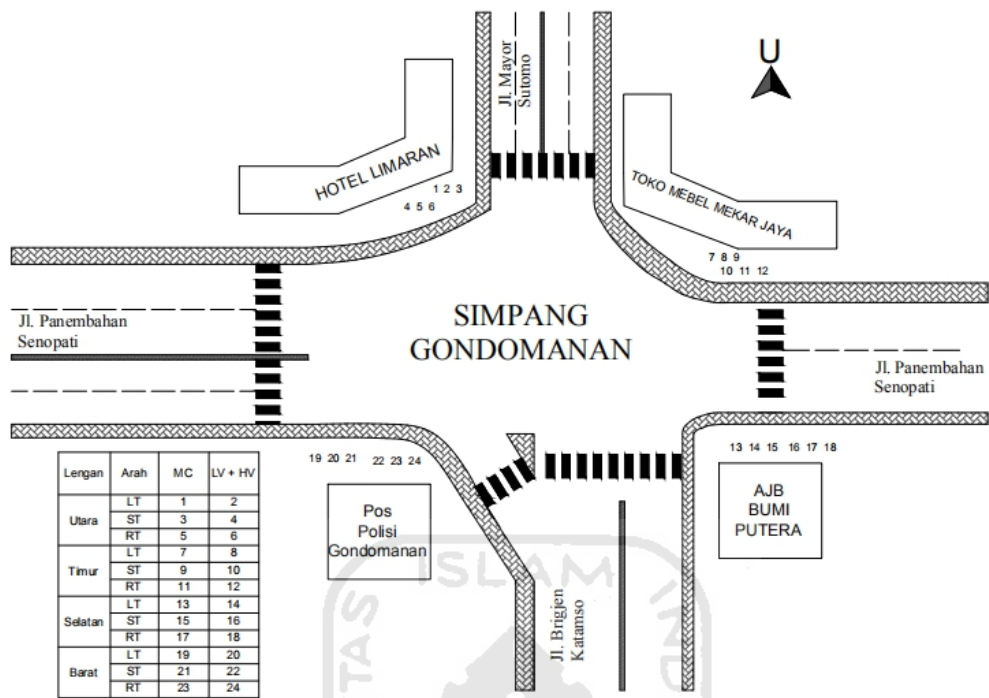
4.3 Teknik Pengambilan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam kasus kali ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survei lapangan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari aplikasi *google earth*. Survei lapangan dilakukan untuk mengamati arus lalu lintas pada simpang dan kondisi geometri simpang. Berikut adalah data-data yang diambil oleh peneliti :

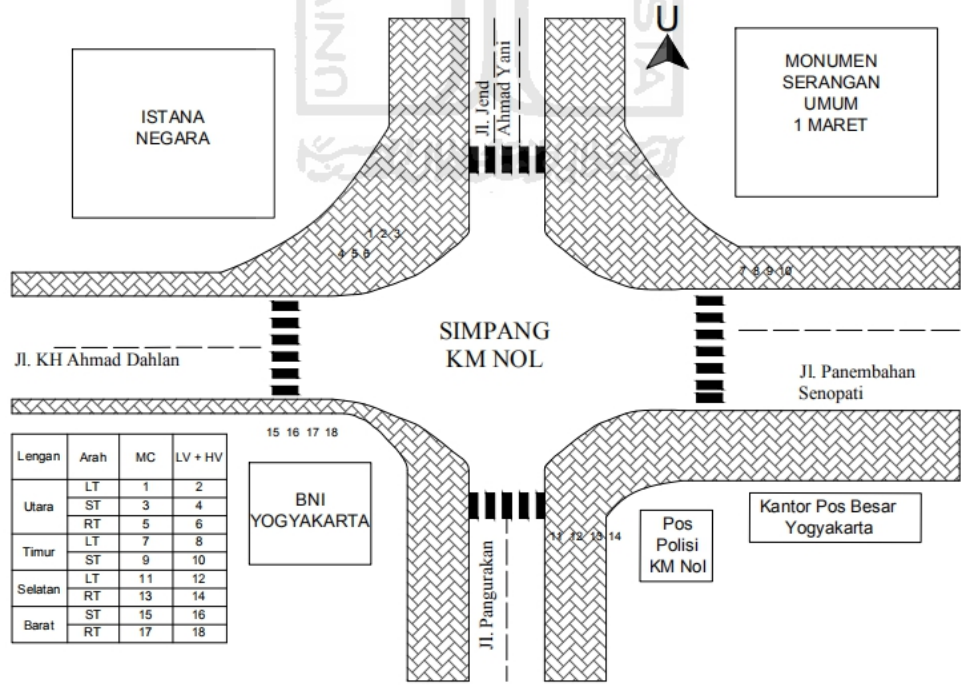
1. Survei Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas dilakukan oleh petugas survei yang menghitung secara manual menggunakan alat *Handy Tally Counter* dengan durasi selama tiga jam, baik pagi, siang maupun sore hari. Pada pagi hari survei dilakukan mulai pukul 06.00-09.00 WIB, siang hari pada pukul 11.00-14.00 WIB sedangkan untuk sore hari survei dilakukan mulai pukul 15.30-18.00 WIB. Survei pada waktu satu hari sibuk diambil hari Senin, 16 September 2019 dan pada satu hari *weekend* yaitu diambil hari Sabtu, 14 September 2019.

Petugas survei ditempatkan pada masing-masing lengan simpang untuk menghitung volume kendaraan. Klasifikasi tipe kendaraan dikelompokkan dari Kendaraan Ringan (*Light Vehicle/LV*), Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle/HV*), dan Sepeda Motor (*Motorcycle/MC*). Posisi pengamatan oleh *surveyor* dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4. 1 Posisi Pengamatan pada Simpang Gondomanan



Gambar 4. 2 Posisi Pengamatan pada Simpang KM Nol

2. Kecepatan Kendaraan Pada Simpang

Survei data kecepatan kendaraan pada simpang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan, pada masing-masing pendekatan di kedua simpang dengan jarak yang sudah ditentukan. Survei kecepatan dilakukan dua kali, untuk kecepatan konstan dan kecepatan kendaraan ketika mengalami perlambatan. Kecepatan konstan disurvei dengan jarak 20 meter dari panjang antrian tiap-tiap lengan dari persimpangan. Untuk survei kecepatan perlambatan dilakukan ketika pada jarak 20 meter hingga kendaraan menentukan arah lurus atau belok. Survei kecepatan diambil dengan jumlah sampel yaitu 5 kendaraan berat, 10 kendaraan ringan, dan 20 sepeda motor untuk kecepatan konstan dan kecepatan ketika kendaraan mengalami perlambatan. Pengambilan survei kecepatan kendaraan dilakukan pada waktu jam puncak dan jam lengah berlangsung.

3. Waktu Sinyal Lalu Lintas

Pengamatan waktu sinyal lalu lintas dilakukan dengan mencatat lama waktu menyala sinyal pada masing-masing pendekatan tiap simpang untuk mendapatkan waktu siklus kedua simpang pada kondisi jam puncak dan jam lengah. Data yang diambil adalah waktu hijau, waktu kuning, waktu merah, dan waktu merah semua.

4. Geometri Simpang

Survei geometrik simpang dilakukan untuk mengetahui keadaan di persimpangan secara geometrik. Dimensi yang perlu diukur adalah lebar setiap jalur masuk, lebar setiap jalur keluar. Pengukuran geometri simpang ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur *walking measure* dan *roll meter*. Selain melakukan pengukuran, dilakukan juga pengamatan visual dan pencatatan jumlah lajur dan arah, kode pendekatan berdasarkan arah pada tiap simpang dan menentukan ada tidaknya median.

5. Data Perilaku Pengemudi

Perilaku pengemudi adalah parameter dari software *VISSIM* yaitu sebagai perilaku mengemudi baik secara antar kendaraan pada saat posisi pengemudi berhenti maupun pada saat pengendara berjalan. Survei perilaku pengemudi

diamati langsung di lapangan dengan cara pada saat pengemudi berhenti lampu merah kendaraan diberi tanda pada aspal baik kendaraan yang bersampingan serta depan-belakang kemudian dilakukan pengukuran menggunakan meteran. Selain itu juga mengamati perilaku kendaraan saat bergerak berdampingan serta jarak aman saat berkendara dalam keadaan bergerombol. Pengambilan data diambil sebanyak 80 sampel yaitu terdiri dari masing-masing 20 sampel pada saat kendaraan berhenti secara bersampingan, kendaraan berhenti depan belakang, jarak kendaraan pada saat bergerak secara berdampingan dan jarak aman kendaraan pada saat bergerak secara gerombolan.

6. Waktu Tempuh

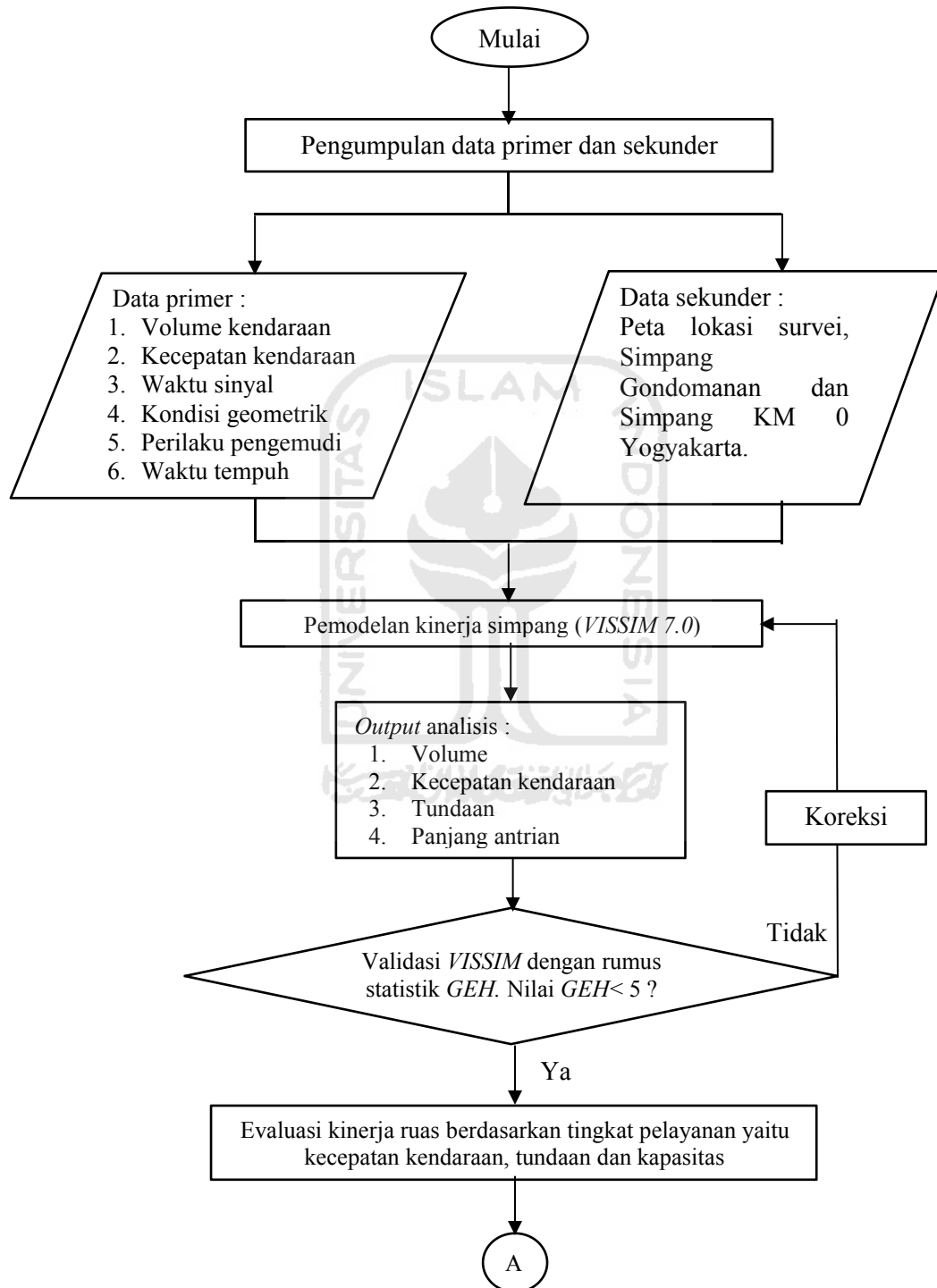
Survei waktu tempuh dilakukan oleh petugas survei berdasarkan rute Simpang Gondomanan menuju ke Simpang KM Nol dan rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol. Masing-masing rute perjalanan diambil 8 sampel waktu tempuh kendaraan pertama dan kendaraan terakhir dalam suatu peleton.

4.4 Analisis Data

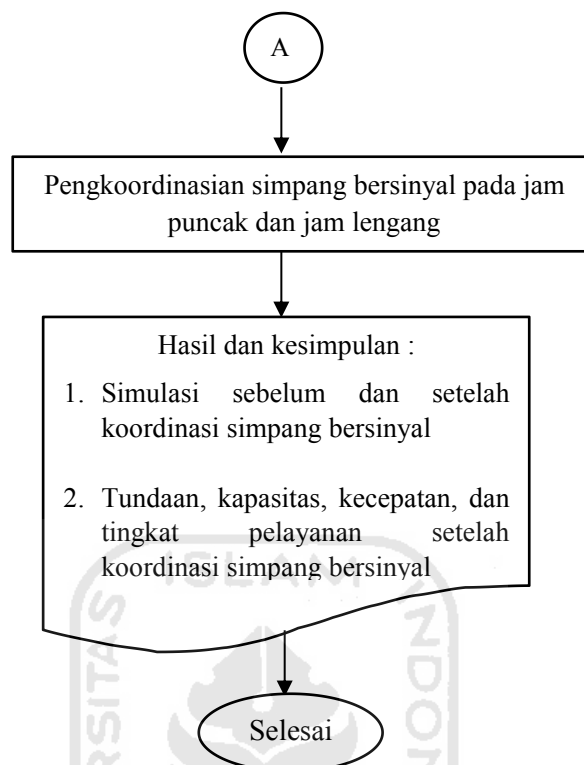
Analisis secara keseluruhan menggunakan *software Microsoft Excel* dan *software VISSIM*. Data diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan dan *Google Earth*. Data dianalisis berdasarkan simulasi perangkat lunak *VISSIM* untuk mengetahui kinerja kedua simpang, selanjutnya kedua simpang tersebut dikoordiansikan dengan skenario pada waktu jam puncak dan jam lengang.

4.5 Bagan Alir Metode Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat berupa bagan alir (*flow chart*) pada Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Bagan Alir Metode Penelitian



Lanjutan Gambar 4. 3 Bagan Alir Metode Penelitian

Dari *flowchart* di atas secara garis besar tahapan yang dilalui adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan *background* dan membuat jaringan jalan, dengan sumber dari *Google Earth* sebagai patokan dalam menggambarkan *layout* simpang dan membuat jaringan jalan pada *VISSIM*.
2. Menentukan jenis kendaraan dan jumlah kendaaraannya dari kedua simpang yang didapatkan dari survei lapangan.
3. Memasukkan kecepatan kendaraan yang didapat dari hasil survei kecepatan kendaraan .
4. Memasukkan waktu sinyal lalu lintas kedua simpang yang didapat dari hasil survei.
5. *Me-running* mikrosimulasi *VISSIM* dan melakukan proses kalibrasi dan validasi. Proses kalibrasi dilakukan pada komponen perilaku pengemudi dengan memasukkan data yang didapat dari hasil survei.

6. Melakukan proses evaluasi yaitu validasi dari kalibrasi yang dilakukan. Metode validasi yang dilakukan dengan menggunakan metode *GEH*, dengan nilai $GEH < 5$.
7. Mendapatkan hasil analisis kinerja simpang kondisi eksisting yaitu tingkat pelayanan, tundaan, waktu tempuh, dan kecepatan rata-rata.
8. Melakukan koordinasi sinyal antar Simpang Gondomanan dan Simpang 0 KM Yogyakarta pada waktu sibuk dan lengang.
9. Mendapatkan hasil analisis akibat dilakukan koordinasi sinyal pada kedua simpang tersebut pada waktu sibuk dan lengang.

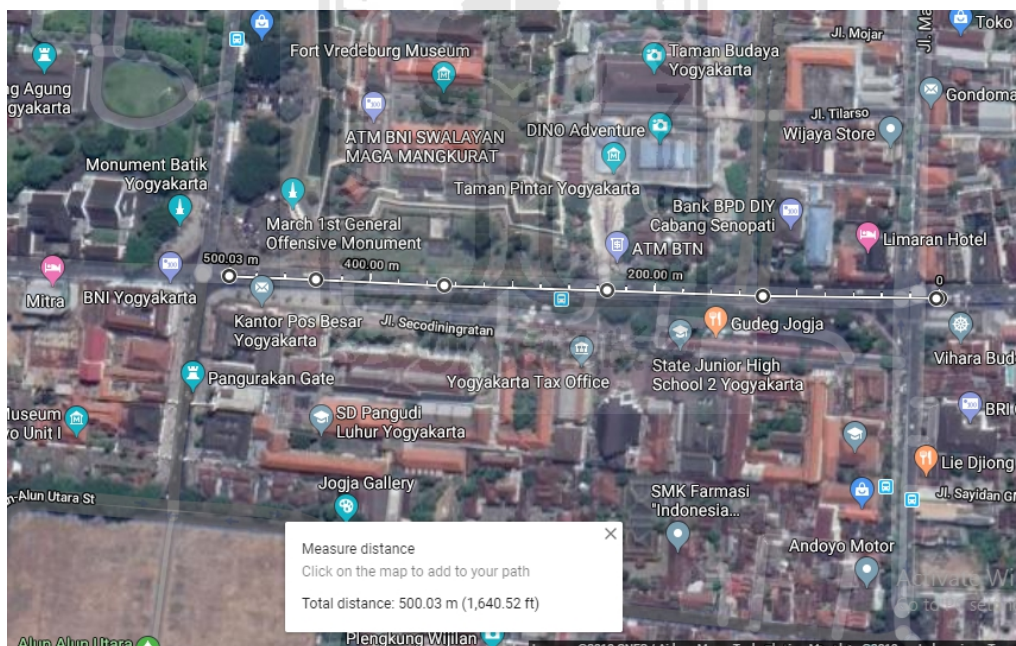


BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data

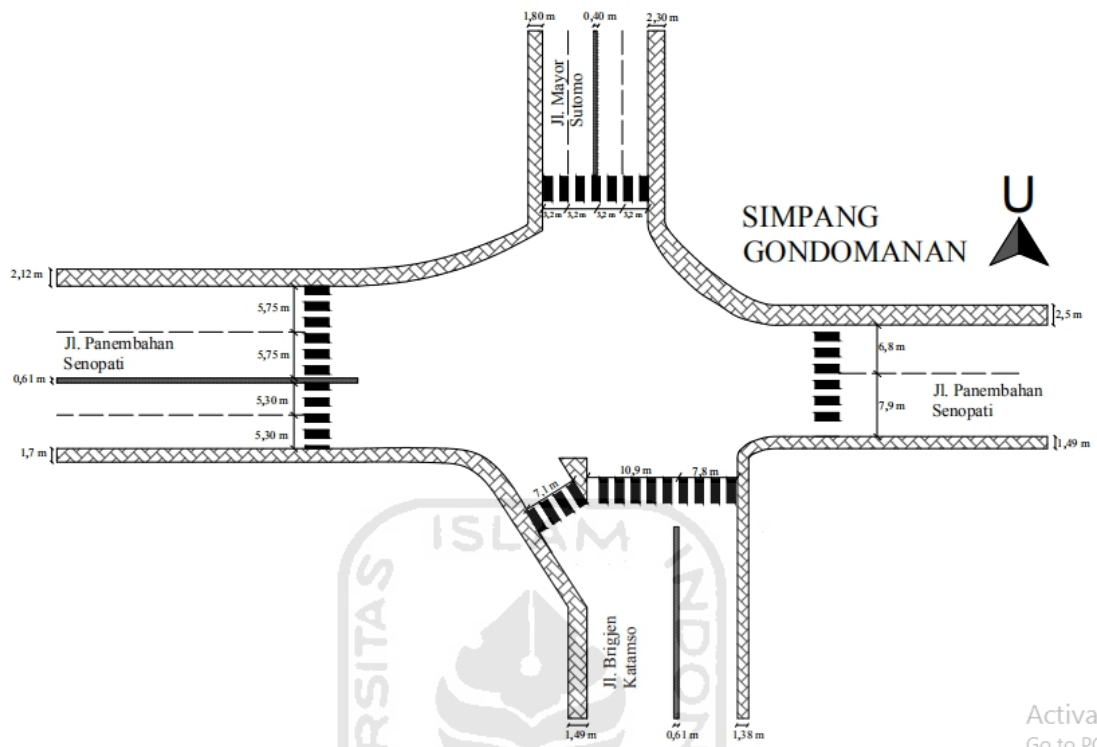
5.1.1 Data Geometri Simpang

Data geometri simpang adalah data yang memuat kondisi geometri pada simpang yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Data geometri simpang berikut dibutuhkan dalam pemodelan *VISSIM* adalah lebar lajur jalan yang digunakan untuk skala peta lokasi dan input lebar lajur jalan. Berikut ini adalah gambar geometri dari kedua simpang dapat dilihat pada Gambar 5.1 sebagai berikut.

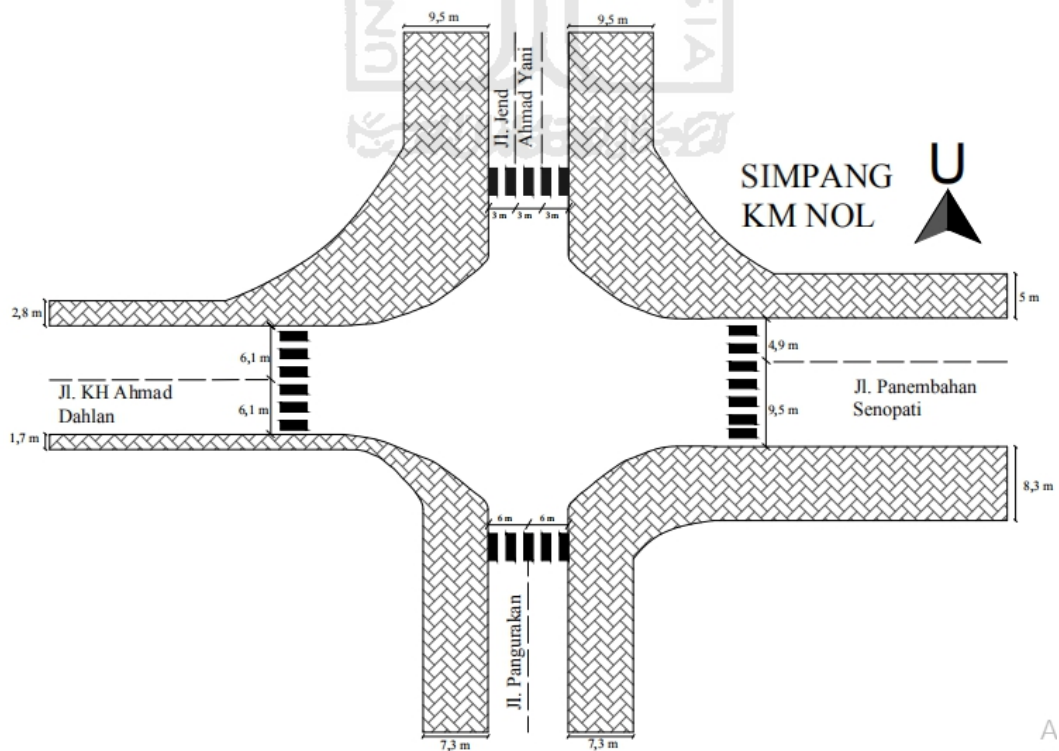


Gambar 5. 1 Letak Kedua Simpang dan Jarak Antar Simpang
(Sumber : Google Earth)

Dari pengukuran di lapangan didapat jarak dari Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol sejauh 500 m, dengan tipe kelas jalan II. Berikut ini adalah data geometri masing-masing simpang yang dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 sebagai berikut



Gambar 5. 2 Geometri Simpang Gondomanan



Gambar 5. 3 Geometri Simpang KM 0

5.1.2 Data Volume Lalu Lintas

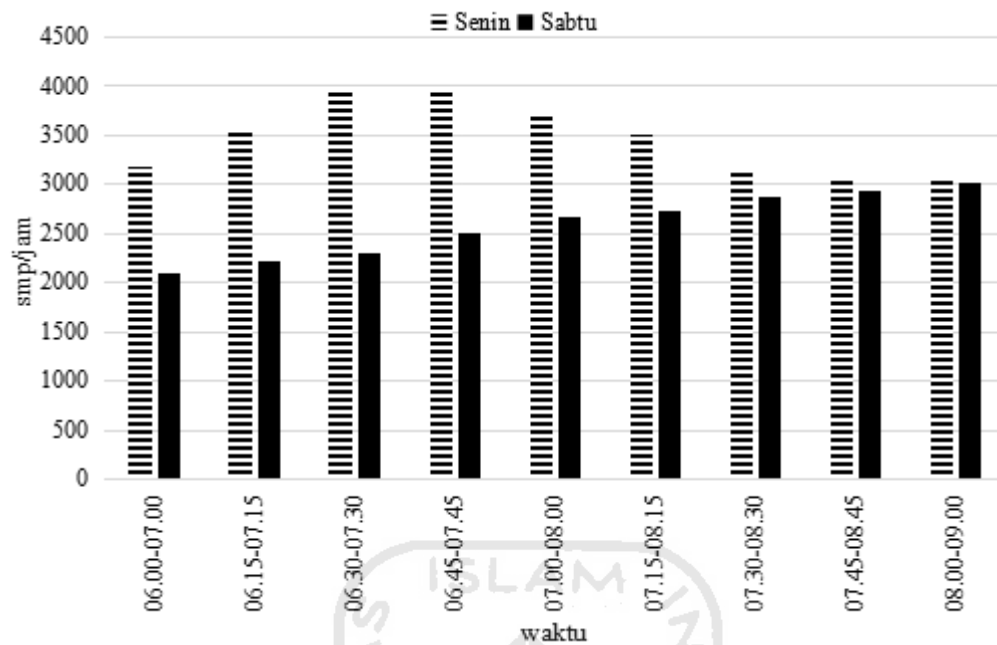
Data volume simpang diperoleh dari hasil survei langsung di lapangan dalam satuan kendaraan per jam. Survei dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan oleh petugas survei selama 8 jam 30 menit per hari selama 2 hari dengan interval 15 menit pada jam puncak pagi, siang dan sore hari. Periode pengamatan data dibagi menjadi 3 periode yaitu periode pagi (06.00 – 09.00 WIB), periode siang (11.00-14.00 WIB), dan periode sore (15.30-18.00 WIB). Berikut adalah data volume kendaraan dari kedua simpang tersebut.

1. Data volume lalu lintas Simpang Gondomanan

Data volume lalu lintas Simpang Gondomanan diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Berikut ini adalah data volume lalu lintas Simpang Gondomanan selama 17 jam dalam 2 hari.

Tabel 5. 1 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gondomanan Periode Pagi

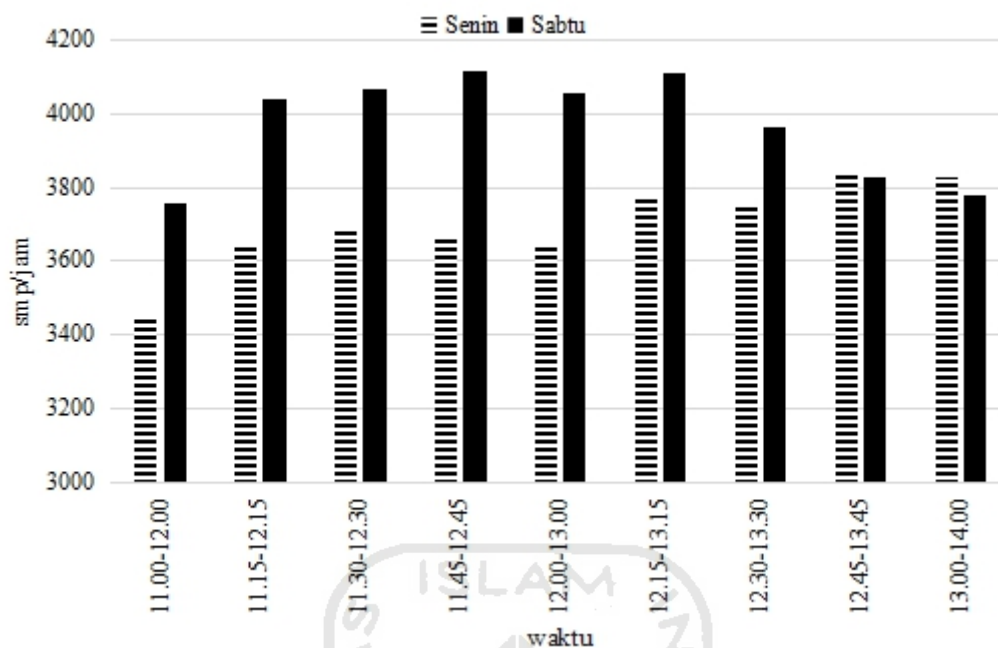
Waktu	Senin, 16 September 2019					Sabtu, 14 September 2019				
	MC	LV	HV	Total	Total	MC	LV	HV	Total	Total
	emp= 0,2	emp= 1	emp= 1,3	kend/jam	smp/jam	emp= 0,2	emp= 1	emp=1,3	kend/jam	smp/jam
06.00-07.00	9590	1230	27	10847	3183,1	5972	887	14	6873	2099,6
06.15-07.15	10919	1360	28	12307	3580,2	6321	924	27	7272	2223,3
06.30-07.30	11866	1519	36	13421	3939	6643	944	25	7612	2305,1
06.45-07.45	11971	1511	43	13525	3961,1	7382	963	48	8393	2501,8
07.00-08.00	10858	1486	44	12388	3714,8	7978	992	62	9032	2668,2
07.15-08.15	10022	1438	50	11510	3507,4	8029	1044	65	9138	2734,3
07.30-08.30	8954	1282	56	10292	3145,6	8329	1110	79	9518	2878,5
07.45-08.45	8422	1300	60	9782	3062,4	8132	1205	76	9413	2930,2
08.00-09.00	8102	1367	71	9540	3079,7	7941	1305	90	9336	3010,2



Gambar 5. 4 Diagram Volume Simpang Gondomanan Periode Pagi

Tabel 5. 2 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gondomanan Periode Siang

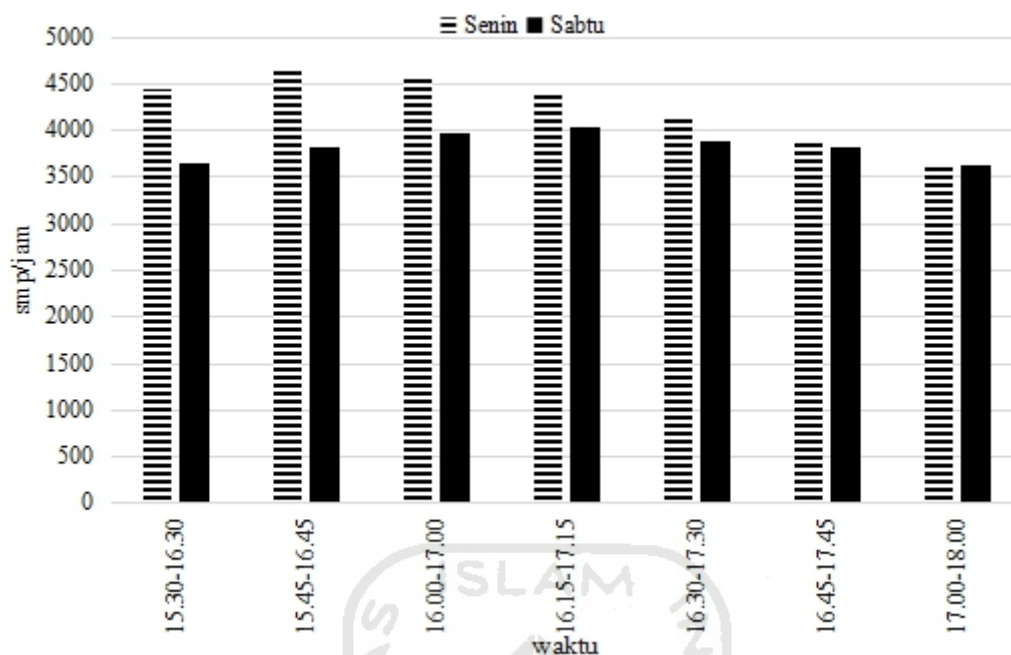
Waktu	Senin, 16 September 2019					Sabtu, 14 September 2019				
	MC	LV	HV	Total	Total	MC	LV	HV	Total	Total
	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam
11.00-12.00	7578	1848	60	9486	3441,6	7143	2202	98	9443	3758
11.15-12.15	7836	1995	66	9897	3648	7474	2394	115	9983	4038,3
11.30-12.30	7798	2037	71	9906	3688,9	7372	2448	111	9931	4066,7
11.45-12.45	7819	2007	68	9894	3659,2	7420	2486	110	10016	4113
12.00-13.00	7786	1988	69	9843	3634,9	7547	2423	96	10066	4057,2
12.15-13.15	8199	2036	72	10307	3769,4	7636	2458	95	10189	4108,7
12.30-13.30	8237	2008	75	10320	3752,9	7620	2326	86	10032	3961,8
12.45-13.45	8392	2068	67	10527	3833,5	7544	2208	86	9838	3828,6
13.00-14.00	8505	2059	51	10615	3826,3	7427	2218	58	9703	3778,8



Gambar 5.5 Diagram Volume Simpang Gondomanan Periode Siang

Tabel 5.3 Data Volume Lalu Lintas Simpang Gondomanan Periode Sore

Waktu	Senin, 16 September 2019					Sabtu, 14 September 2019				
	MC	LV	HV	Total	Total	MC	LV	HV	Total	Total
	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam
15.30-16.30	11817	2023	52	13892	4454	8661	1828	74	10563	3656,4
15.45-16.45	12036	2162	62	14260	4649,8	9035	1909	89	11033	3831,7
16.00-17.00	11879	2137	63	14079	4594,7	9247	1990	103	11340	3973,3
16.15-17.15	11571	1991	67	13629	4392,3	9317	2023	112	11452	4032
16.30-17.30	11105	1848	64	13017	4152,2	9042	1934	106	11082	3880,2
16.45-17.45	10821	1639	58	12518	3878,6	8923	1919	95	10937	3827,1
17.00-18.00	10094	1561	61	11716	3659,1	8449	1810	91	10350	3618,1



Gambar 5. 6 Diagram Volume Simpang Gondomanan Periode Sore

Dari data volume lalu lintas Simpang Gondomanan yang didapatkan pada hari Senin dan Sabtu pada periode pagi, siang, dan sore, berikut merupakan volume jam puncak dan jam lengang pada tiap periode.

Tabel 5. 4Data Volume Puncak Tiap Periode di Simpang Gondomanan

Senin, 16 September 2019			Sabtu, 14 September 2019		
Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)	Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)
06.45-07.45	13525	3961,1	08.00-09.00	9336	3010,2
12.45-13.45	10527	3833,5	12.15-13.15	10189	4108,7
15.45-16.45	14260	4649,8	16.15-17.15	11452	4032

Tabel 5. 5Data Volume Lengah Tiap Periode di Simpang Gondomanan

Senin, 16 September 2019			Sabtu, 14 September 2019		
Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)	Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)
07.45-08.45	9782	3062,4	06.00-07.00	6873	2099,60
11.00-12.00	9486	3441,6	11.00-12.00	9443	3758
17.00-18.00	11716	3659,1	17.00-18.00	10350	3618,1

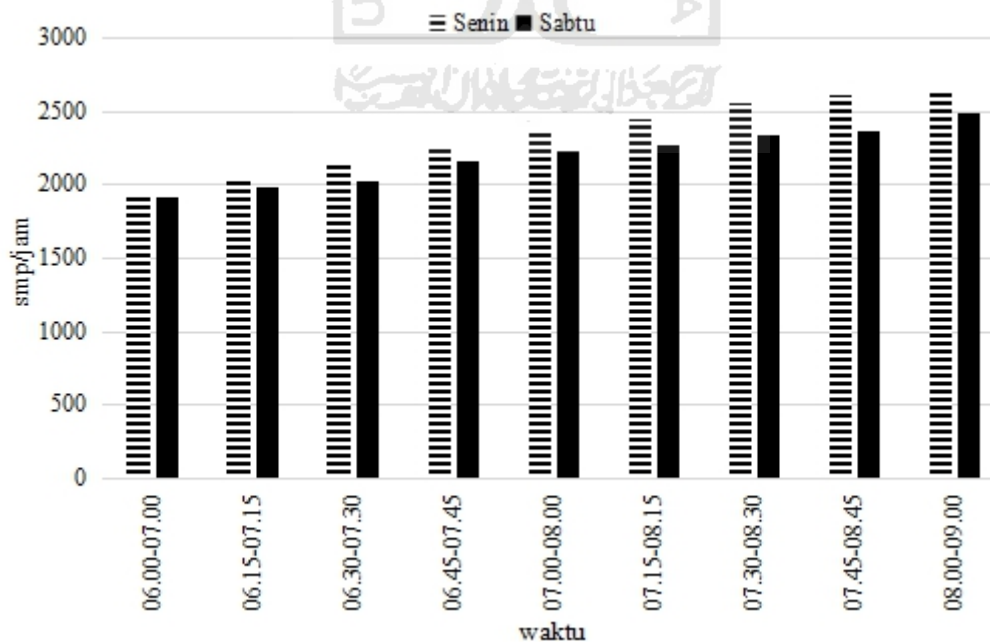
Dari tabel di atas, didapat nilai volume lalu lintas jam puncak pada Simpang Gondomanan terjadi pada hari Senin jam 15.45-16.45 sebesar 4649,8 smp/jam, dan jam lengang terjadi pada hari Sabtu jam 06.00-07.00 sebesar 2099,60 smp/jam.

2. Data volume lalu lintas Simpang KM 0

Data volume lalu lintas Simpang KM 0 diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Berikut ini adalah data volume lalu lintas Simpang KM 0 selama 17 jam dalam 2 hari.

Tabel 5. 6 Data Volume Lalu Lintas Simpang KM 0 Periode Pagi

Waktu	Senin, 16 September 2019					Sabtu, 14 September 2019				
	MC	LV	HV	Total	Total	MC	LV	HV	Total	Total
	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam
06.00-07.00	4665	989	14	5668	1940,2	4654	961	14	5629	1910
06.15-07.15	4919	1044	18	5981	2051,2	4761	1004	18	5783	1979,6
06.30-07.30	5223	1066	19	6308	2135,3	4906	1026	19	5951	2031,9
06.45-07.45	5569	1102	24	6695	2247	5335	1057	24	6416	2155,2
07.00-08.00	5839	1148	34	7021	2360	5373	1106	34	6513	2224,8
07.15-08.15	6134	1171	34	7339	2442	5438	1140	38	6616	2277
07.30-08.30	6424	1223	41	7688	2561,1	5485	1189	44	6718	2343,2
07.45-08.45	6436	1260	45	7741	2605,7	5396	1226	50	6672	2370,2
08.00-09.00	6383	1298	56	7737	2647,4	5601	1283	62	6946	2483,8

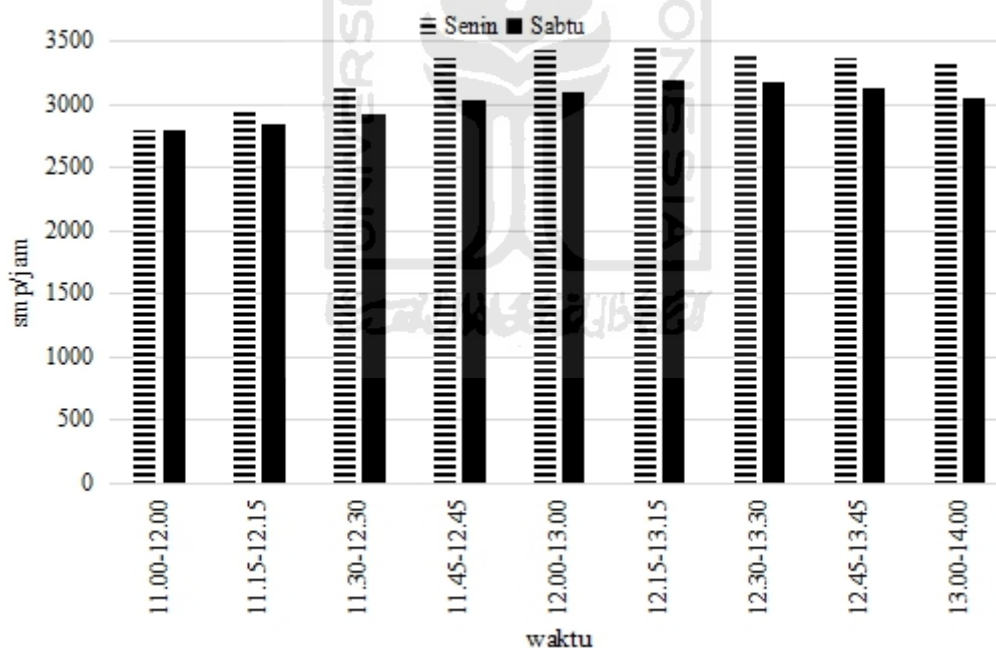


Gambar 5. 7 Diagram Volume Simpang KM 0 Periode Pagi

Berikut ini merupakan data volume lalu lintas simpang KM 0 pada periode siang.

Tabel 5. 7Data Volume Lalu Lintas Simpang KM 0 Periode Siang

Waktu	Senin, 16 September 2019					Sabtu, 14 September 2019				
	MC	LV	HV	Total	Total	MC	LV	HV	Total	Total
	emp=0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam
11.00-12.00	5540	1618	49	7207	2789,7	5486	1630	49	7165	2790,9
11.15-12.15	5742	1714	56	7512	2935,2	5642	1647	54	7343	2845,6
11.30-12.30	5975	1852	69	7896	3136,7	5910	1680	51	7641	2928,3
11.45-12.45	6125	2024	86	8235	3360,8	6165	1725	61	7951	3037,3
12.00-13.00	6166	2083	84	8333	3425,4	6298	1764	59	8121	3100,3
12.15-13.15	6116	2098	89	8303	3436,9	6421	1819	68	8308	3191,6
12.30-13.30	6175	2059	80	8314	3398	6507	1776	72	8355	3171
12.45-13.45	6268	2015	70	8353	3359,6	6390	1751	78	8219	3130,4
13.00-14.00	6483	1961	47	8491	3318,7	6394	1698	50	8142	3041,8

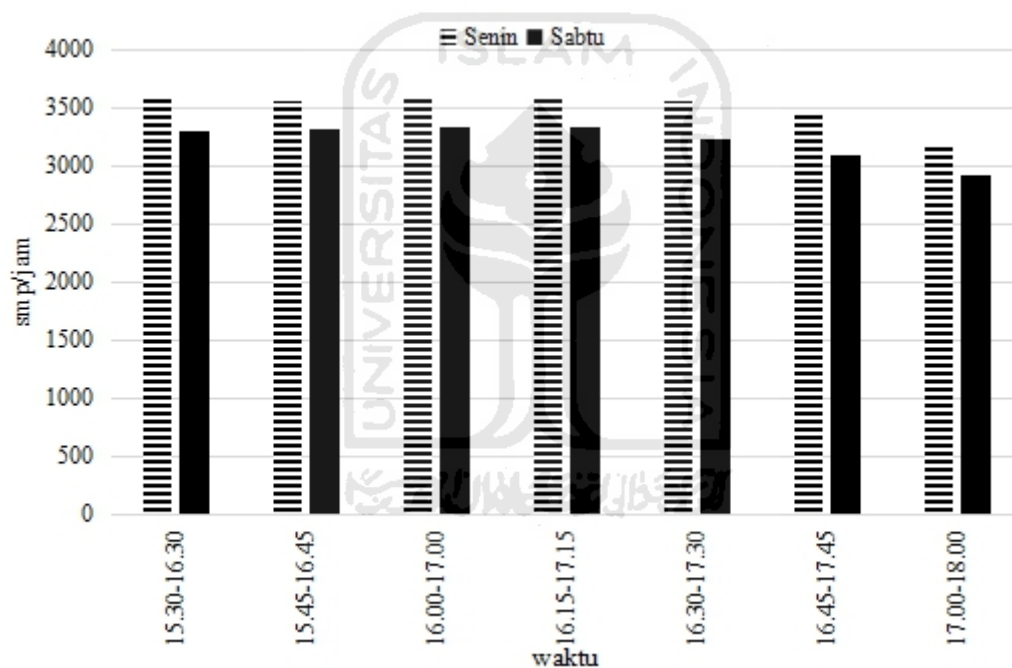


Gambar 5. 8 Diagram Volume Simpang KM 0 Periode Siang

Berikut ini merupakan data volume lalu lintas simpang KM 0 pada periode sore.

Tabel 5. 8 Data Volume Lalu Lintas Simpang KM 0 Periode Sore

Waktu	Senin, 16 September 2019					Sabtu, 14 September 2019				
	MC	LV	HV	Total	Total	MC	LV	HV	Total	Total
	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam	emp= 0,2	emp = 1	emp = 1,3	kend/jam	smp/jam
15.30-16.30	9173	1681	41	10895	3568,9	8867	1475	38	10380	3297,8
15.45-16.45	9303	1646	44	10993	3563,8	9123	1439	42	10604	3318,2
16.00-17.00	9318	1670	53	11041	3602,5	9339	1395	52	10786	3330,4
16.15-17.15	9130	1680	53	10863	3574,9	9376	1373	64	10813	3331,4
16.30-17.30	8567	1768	51	10386	3547,7	8973	1339	75	10387	3231,1
16.45-17.45	8062	1774	50	9886	3451,4	8504	1283	85	9872	3094,3
17.00-18.00	7358	1654	44	9056	3182,8	7974	1211	87	9272	2918,9

**Gambar 5. 9 Diagram Volume Simpang KM 0 Periode Sore**

Dari data volume lalu lintas Simpang KM 0 yang didapatkan pada hari Senin dan Sabtu pada periode pagi, siang, dan sore, berikut merupakan volume jam puncak pada tiap periode.

Tabel 5. 9 Data Volume Puncak Tiap Periode di Simpang KM 0

Senin, 16 September 2019			Sabtu, 14 September 2019		
Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)	Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)
08.00-09.00	7737	2647,4	08.00-09.00	6946	2483,8
12.15-13.15	8303	3436,9	12.15-13.15	8308	3191,6
16.00-17.00	11041	3602,5	16.15-17.15	10813	3331,4

Tabel 5. 10 Data Volume Puncak Tiap Periode di Simpang KM 0

Senin, 16 September 2019			Sabtu, 14 September 2019		
Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)	Waktu	Total (Kend/Jam)	Total (smp/jam)
06.00-07.00	5668	1940,2	06.00-07.00	5629	1910
11.00-12.00	7207	2789,7	11.00-12.00	7165	2790,9
17.00-18.00	9056	3182,8	17.00-18.00	9272	2918,9

Dari tabel di atas, didapat nilai volume lalu lintas jam puncak pada Simpang KM 0 terjadi pada hari Senin jam 16.00-17.00 sebesar 3602,5 smp/jam, dan jam lengang terjadi pada hari Sabtu jam 06.00-07.00 sebesar 1910 smp/jam.

1. Data Volume Lalu Lintas Jam Puncak dan Jam Lengah

Dari ketiga periode pengambilan data tersebut didapat periode jam puncak yang terjadi pada kedua simpang adalah periode Senin sore. Periode jam lengang yang terjadi pada kedua simpang adalah periode Sabtu pagi. Berikut ini adalah tabel hasil survei besarnya arus lalu lintas pada jam puncak dan jam lengang di masing-masing simpang.

Tabel 5. 11 Komposisi Kendaraan yang Masuk Simpang Pada Jam Puncak

No	Lokasi	Jam Puncak	Komposisi Kendaraan yang Masuk Simpang		
			MC (kend/jam)	LV (kend/jam)	HV (kend/jam)
1	Simpang Gondomanan	16.15- 17.15			
	U: Jl. Mayor Suryotomo		1864	343	10
	T: Jl. Sultan Agung		4556	759	16
	S: Jl. Brigjen Katamso		2121	407	21
	B: Jl. P. Senopati		3441	556	19
2	Simpang KM 0	16.00- 17.00			
	U: Jl. KH. Ahmad Yani		2925	556	13
	T: Jl. P. Senopati		2975	448	16
	S: Jl. Pangurakan		1772	320	0
	B: Jl. KH. Ahmad Dahlan		1949	320	0

Tabel 5. 12 Komposisi Kendaraan yang Masuk Simpang Pada Jam Lengah

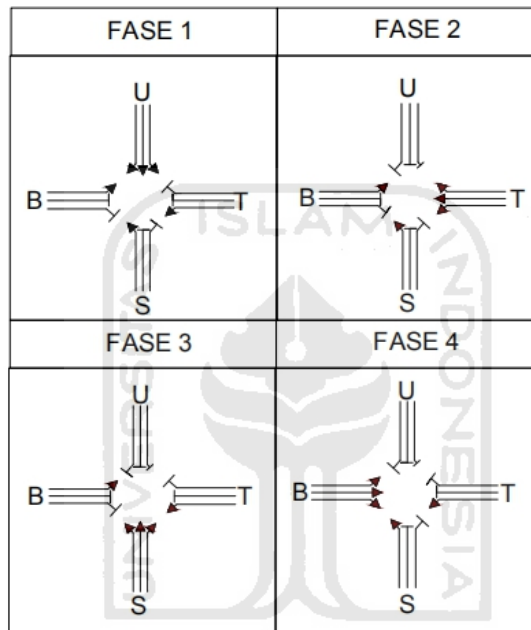
No	Lokasi	Jam Lengah	Komposisi Kendaraan yang Masuk Simpang		
			MC (kend/jam)	LV (kend/jam)	HV (kend/jam)
1	Simpang Gondomanan	06.00- 07.00			
	U: Jl. Mayor Suryotomo		1170	150	6
	T: Jl. Sultan Agung		1547	469	14
	S: Jl. Brigjen Katamso		1964	331	11
	B: Jl. P. Senopati		1788	319	26
2	Simpang KM 0	06.00- 07.00			
	U: Jl. KH. Ahmad Yani		831	187	17
	T: Jl. P. Senopati		1367	166	11
	S: Jl. Pangurakan		1211	155	4
	B: Jl. KH. Ahmad Dahlan		1436	183	11

5.1.3 Pengaturan Sinyal Lalulintas

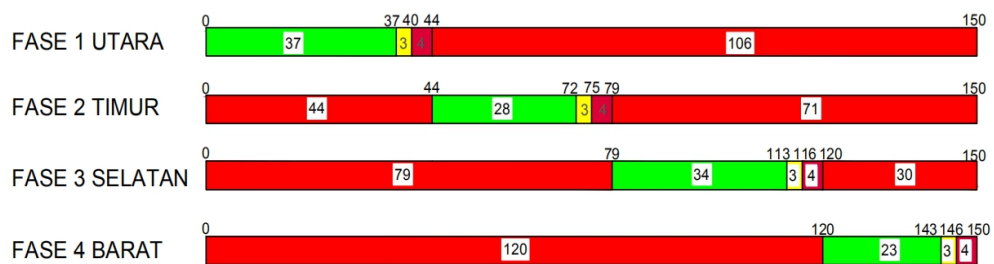
Data fase dan sinyal lalu lintas Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan pada hari Senin, 16 September 2019 dan hari Sabtu 14 September 2019 pada jam sibuk dan jam lengah dengan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu hijau, kuning, merah, dan merah semua. Data fase dan sinyal lalu lintas Simpang Gondomanan dan Simpang KM 0 dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan 5.14 berikut.

Tabel 5. 13 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang Gondomanan

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Merah Semua	
U	37	3	110	4	150
T	28	3	119	4	150
S	34	3	113	4	150
B	23	3	124	4	150



Gambar 5. 10 Fase Sinyal Lalu Lintas Simpang Gondomanan

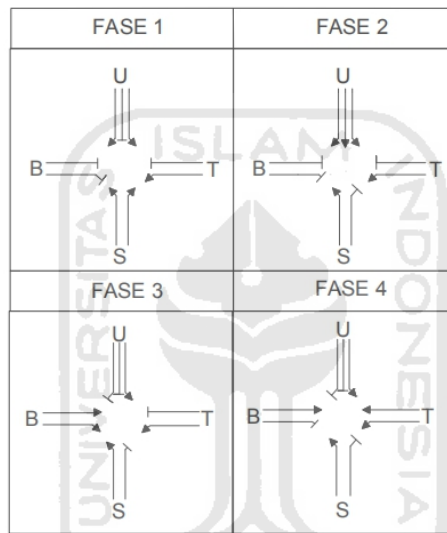


Gambar 5. 11 Waktu Siklus Simpang Gondomanan

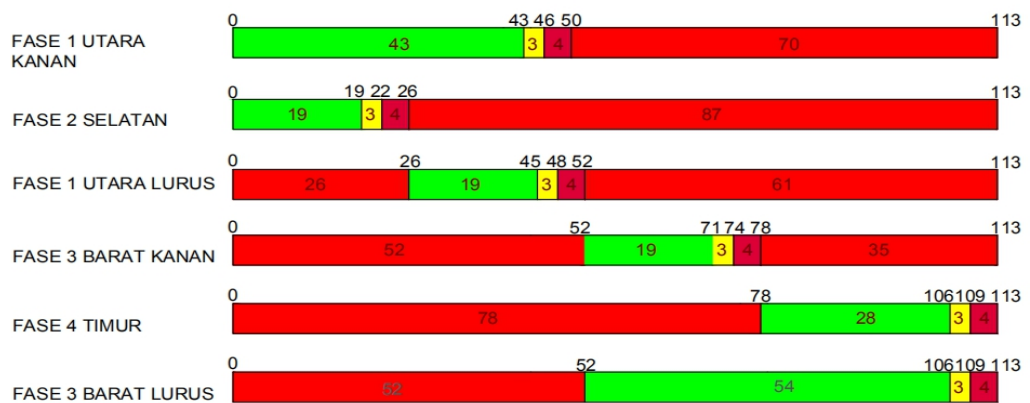
Tabel 5.14 dan Gambar 5.12 merupakan data fase dan sinyal lalu lintas dari Simpang Simpang KM 0 .

Tabel 5. 14 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang KM Nol

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Merah Semua	
U	43	3	67	4	113
S	19	3	91	4	113
U	19	3	91	4	113
B	19	3	91	4	113
T	28	3	82	4	113
B	54	3	52	4	113



Gambar 5. 12 Fase Sinyal Lalu Lintas Simpang KM Nol



Gambar 5. 13 Waktu Siklus Simpang KM Nol

5.1.4 Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan diperoleh dari survei kecepatan langsung di lapangan oleh petugas survei selama 1 jam pada periode jam puncak dan jam lengah. Untuk pengambilan data *reduce speed* dilakukan pada kendaraan yang akan memasuki simpang, dan *constant speed* dilakukan pada kendaraan yang belum masuk ke dalam antrian pada suatu lengan. Survei kecepatan dilakukan pada periode jam puncak pada masing-masing simpang, berdasarkan survei volume yang terjadi pada periode sore hari Senin jam 15.30-18.00. Periode jam lengah terjadi pada periode pagi hari Sabtu jam 06.00-10.00. Untuk mendapatkan tabel nilai rekapitulasi *constant speed* seperti Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 di bawah, data kecepatan *constant speed* pada setiap lengan pada simpang diambil kecepatan maksimal dan kecepatan minimal untuk setiap jenis kendaraan, agar lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel L-2.1 lampiran 2, setelah itu dilakukan rekapitulasi *constant speed* untuk digunakan sebagai *input* pada pemodelan *software VISSIM*.

Tabel 5. 15 Rekapitulasi *Constant Speed* (km/jam) Periode Jam Puncak pada Lengan Mayor

Lokasi	Simpang Gondomanan (km/jam)				Simpang KM 0 (km/jam)			
	Barat		Timur		Barat		Timur	
Kecepatan	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
MC	33	19	33	21	36	18	33	24
LV	28	19	23	17	28	19	26	17
HV	12	11	15	12	12	11	15	12

Tabel 5. 16 Rekapitulasi *Constant Speed* (km/jam) Periode Jam Lengah pada Lengan Mayor

Lokasi	Simpang Gondomanan (km/jam)				Simpang KM 0 (km/jam)			
	Barat		Timur		Barat		Timur	
Kecepatan	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
MC	44	25	41	21	43	25	44	20
LV	41	26	36	23	40	21	35	22
HV	33	15	30	17	33	15	29	17

5.1.5 Data Perilaku Pengemudi

Perilaku pengemudi pada parameter dari *VISSIM* untuk mengatur cara berkendara pengendara di *VISSIM*. Data diambil di lapangan dari jarak posisi pengendara dengan jumlah 80 sampel yang terdiri dari masing-masing 20 sampel. Data perilaku pegemudi dapat dilihat pada Tabel 5.17 dan Tabel 5.18 di bawah ini.

Tabel 5. 17 Jarak Antar Kendaraan Periode Jam Puncak

Jumlah Sampel Kendaraan	Depan-Belakang Kendaraan Berjalan (m)	Depan-Belakang Kendaraan Berhenti (m)	Kendaraan Berdampingan Berjalan (m)	Kendaraan Berdampingan Berhenti (m)
1	0,35	0,3	0,5	0,2
2	0,4	0,2	0,5	0,4
3	0,3	0,2	0,4	0,2
4	0,3	0,2	0,4	0,2
5	0,3	0,3	0,6	0,3
6	0,5	0,2	0,5	0,2
7	0,3	0,4	0,5	0,3
8	0,3	0,5	0,6	0,3
9	0,35	0,3	0,4	0,3
10	0,5	0,2	0,5	0,3
11	0,3	0,3	0,5	0,3
12	0,3	0,3	0,6	0,4
13	0,5	0,5	0,4	0,4
14	0,35	0,3	0,6	0,3
15	0,3	0,5	0,5	0,3
16	0,4	0,3	0,6	0,5
17	0,3	0,3	0,5	0,3
18	0,3	0,3	0,5	0,2
19	0,3	0,2	0,5	0,4
20	0,3	0,3	0,5	0,3
Rata-rata	0,34	0,3	0,5	0,3

Tabel 5. 18 Jarak Antar Kendaraan Periode Jam Lengah

Jumlah Sampel Kendaraan	Depan-Belakang Kendaraan Berjalan (m)	Depan-Belakang Kendaraan Berhenti (m)	Kendaraan Berdampingan Berjalan (m)	Kendaraan Berdampingan Berhenti (m)
1	0,5	0,3	0,5	0,2
2	0,5	0,2	0,5	0,2
3	0,4	0,2	0,5	0,3
4	0,3	0,4	0,4	0,3
5	0,3	0,5	0,5	0,2
6	0,3	0,4	0,55	0,5
7	0,4	0,5	0,4	0,3
8	0,5	0,2	0,5	0,3
9	0,4	0,4	0,6	0,35
10	0,5	0,4	0,5	0,4
11	0,4	0,3	0,6	0,3
12	0,4	0,5	0,6	0,3
13	0,3	0,4	0,5	0,4
14	0,3	0,4	0,6	0,3
15	0,3	0,2	0,6	0,2
16	0,2	0,4	0,4	0,2
17	0,4	0,5	0,5	0,3
18	0,2	0,3	0,5	0,2
19	0,3	0,6	0,3	0,45
20	0,4	0,4	0,5	0,3
Rata-rata	0,36	0,37	0,5	0,3

5.1.6 Data Waktu Tempuh

Data waktu tempuh diperoleh dari survei langsung di lapangan oleh petugas survei selama 1 jam pada periode jam puncak dan jam lengang. Periode jam puncak berdasarkan survei volume didapat pada hari Senin jam 16.00-17.00 WIB, dan periode jam lengang didapat pada hari Sabtu jam 06.00-07.00 WIB. Waktu tempuh yang disurvei adalah waktu tempuh kendaraan dari Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0 (arah Timur ke Barat) dan dari arah sebaliknya (arah Barat ke Timur). Data waktu tempuh kendaraan pada saat jam puncak dapat dilihat pada Tabel 5.19 - Tabel 5.22 berikut ini

Tabel 5. 19 Waktu Tempuh Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0 (Arah Timur ke Barat) Periode Jam Puncak

Pukul	Peleton 1		Peleton 2	
	Kend Pertama	Kend Terakhir	Kend Pertama	Kend Terakhir
16.00-16.15	78	142	72	120
16.15-16.30	83	150	33	89
16.30-16.45	88	111	73	128
16.45-17.00	64	128	87	102
Rata-rata Waktu Tempuh				
Kendaraan Pertama	72,25 detik			
Kendaraan Terakhir	121,25 detik			
Selisih	49 detik			

Tabel 5. 20 Waktu Tempuh Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (Arah Barat ke Timur) Periode Jam Puncak

Pukul	Peleton 1		Peleton 2	
	Kend Pertama	Kend Terakhir	Kend Pertama	Kend Terakhir
16.00-16.15	51	110	44	112
16.15-16.30	66	89	75	110
16.30-16.45	44	86	82	120
16.45-17.00	61	127	90	141
Rata-rata Waktu Tempuh				
Kendaraan Pertama	64,13 detik			
Kendaraan Terakhir	111,88 detik			
Selisih	47,75 detik			

Tabel 5. 21 Waktu Tempuh Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0 (Arah Timur ke Barat) Periode Jam Lengah

Pukul	Peleton 1		Peleton 2	
	Kend Pertama	Kend Terakhir	Kend Pertama	Kend Terakhir
16.00-16.15	69	100	66	121
16.15-16.30	52	95	50	79
16.30-16.45	62	136	64	130
16.45-17.00	60	123	58	83
Rata-rata Waktu Tempuh				
Kendaraan Pertama	60,13 detik			
Kendaraan Terakhir	108,38 detik			
Selisih	48,25 detik			

Tabel 5. 22 Waktu Tempuh Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (Arah Barat ke Timur) Periode Jam Lengah

Pukul	Peleton 1		Peleton 2	
	Kend Pertama	Kend Terakhir	Kend Pertama	Kend Terakhir
16.00-16.15	44	96	62	110
16.15-16.30	47	98	68	92
16.30-16.45	55	75	54	120
16.45-17.00	51	70	51	94
Rata-rata Waktu Tempuh				
Kendaraan Pertama	54,00 detik			
Kendaraan Terakhir	94,38 detik			
Selisih	40,375 detik			

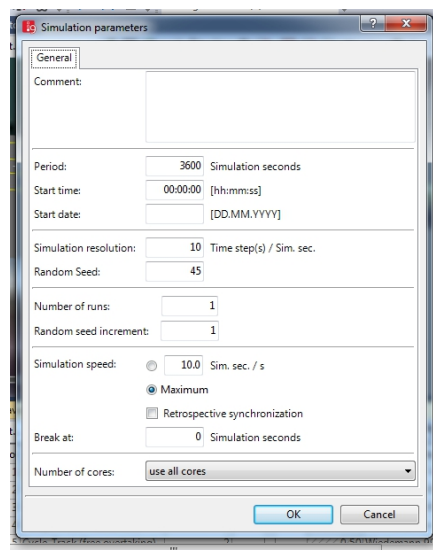
Dari Tabel 5.19 – Tabel 5.22 waktu tempuh antar simpang di atas, dapat disimpulkan lama perjalanan kendaraan pertama dalam suatu peleton dari Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol pada periode jam puncak adalah 72,25 detik, sedangkan lama perjalanan kendaraan terakhir adalah 121,25 detik, jadi didapat selisih waktu sebesar 49 detik. Selisih waktu lama perjalanan dari Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan periode jam puncak berjumlah 47,74 detik. Lama perjalanan kendaraan pertama dari Simpang Gondomanan ke

Simpang KM Nol pada periode jam lengang adalah 60,13 detik, sedangkan lama perjalanan kendaraan terakhir adalah 108,38 detik, jadi didapat selisih waktu sebesar 48,25 detik. Selisih waktu lama perjalanan dari Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan periode jam lengang berjumlah 40,375 detik. Lama perjalanan kendaraan pertama digunakan untuk merencanakan *offset* pada diagram koordinasi, sedangkan selisih waktu digunakan untuk merencanakan besarnya *bandwidth* pada diagram koordinasi.

5.2 Analisis

Pada penelitian ini, kinerja kedua simpang pada kondisi *existing* dianalisis menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Perancangan koordinasi sinyal antar simpang dilakukan berdasarkan teori koordinasi dan dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Langkah - langkah membuat pemodelan dengan *software VISSIM* diuraikan pada Lampiran 3.

Setelah memasukkan data lapangan simpang ke *VISSIM*, selanjutnya adalah melakukan proses *running VISSIM*. Sebelum *running* dilakukan validasi terlebih dahulu. Validasi digunakan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan berdasarkan volume kendaraan yang keluar pada simulasi *VISSIM*. Pengaturan validasi dilakukan dengan cara memilih menu *simulation*, memilih *parameters*. Untuk mengetahui volume *output dari proses VISSIM* diperlukan waktu untuk menunggu (*running*) selama 3600 detik. *Random seed* dilakukan 5 kali. Pengaturan validasi dapat dilihat pada Gambar 5.14 sebagai berikut.



Gambar 5. 14 Pengaturan Validasi

Pada proses validasi sering kali mengalami kendala ketika melakukan *running*, kendala tersebut yaitu volume kendaraan pada *existing* dengan volume yang keluar pada saat *running* di *VISSIM* selisihnya melebihi toleransi dari rumus *GEH*. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk memperbaiki hal tersebut, diantaranya sebagai berikut.

1. Memperpanjang *Links Vehicle Input*

Setelah *running* pemodelan sesuai dengan di lapangan (tanpa memanjangkan *link*) maka hasil volume yang keluar jumlahnya jauh lebih sedikit dari volume yang telah diinputkan ke *VISSIM*. Hal tersebut menjadikan pemodelan tidak *valid* (kendaraan yang tidak keluar <5%). dengan memanjangkan *link* hasil *running* pemodelan menjadi lebih baik, jumlah kendaraan yang tidak keluar berjumlah lebih sedikit daripada sebelum memanjangkan *link*.

2. Distribusi Volume Lalu Lintas

Distribusi volume dilakukan ketika hasil *running data collection point* jumlahnya jauh lebih sedikit dari data volume yang telah diinputkan pada *vehicle input*. Distribusi volume artinya yaitu membagi *vehicle input* menjadi beberapa bagian. Dengan *link* yang panjang maka memecah volume juga harus dilakukan supaya kendaraan tidak mengantri panjang dan jarak tempuh ke mulut simpang tidak semakin panjang. Memecah volume dilakukan dengan membagi *vehicle input* ada yang berada pada dekat simpang.

3. Membagi 1 jalur menjadi 2 *link*

Tujuan dari cara ini adalah agar kendaraan lurus jalan terus, dan ambil kiri tidak terganggu dengan adanya kendaraan berhenti ketika APILL menyala merah. Jika tidak dibagi akan menyebabkan kemacetan sehingga kendaraan banyak yang tidak keluar. Hal ini biasanya terjadi pada arah belok kiri jalan terus. Pembagian jalur ini dilakukan di titik sekitar simpang saja.

5.2.1 Hasil Evaluasi dengan Menggunakan *Software Vissim*

Hasil evaluasi *VISSIM* selama 3600 detik berupa nilai tundaan dan volume yang keluar dari mulut simpang. Untuk membuat pemodelan *VISSIM* yang dapat mewakili kondisi di lapangan maka diperlukan kalibrasi, yang dilakukan pada menu Perilaku Pengemudi yang masih *disetting* secara *default* yang diperuntukkan untuk kondisi perilaku mengemudi di Eropa, misalnya seperti jarak antar kendaraan yang mencapai 2 m dan kurangnya agresivitas pengemudi. Hal ini tentu berbeda dengan perilaku mengemudi di Indonesia yang cenderung jarak henti antar kendaraan yang rapat dan memiliki perilaku mengemudi dengan agresivitas tinggi. Komponen perilaku pengemudi yang pertama *disetting* adalah perilaku mengikuti kendaraan atau jarak antar kendaraan. Apabila perilaku mengikuti kendaraan yang telah dikalibrasi masih terdapat perbedaan besar dengan di lapangan, maka dilanjutkan ke komponen lateral dengan mengganti posisi yang dikehendaki pada kondisi arus bebas dari semula *Middle of Lane* menjadi *Any* untuk membuat perilaku mengemudi mempunyai agresivitas yang lebih tinggi. Komponen perilaku pengemudi yang diubah pada kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut ini.

Tabel 5. 23 Perubahan Komponen Perilaku Pengemudi

Kalibrasi ke-	Parameter yang Diubah	Komponen yang Diubah	Nilai	
			Pengaturan <i>VISSIM</i>	Sesudah Kalibrasi
1	Mengikuti Kendaraan	Jarak Henti Rerata	2 m	0,3 m
2		Bagian Aditif dari Jarak Aman	2 m	0,4 m
3		Bagian Multiplikatif dari Jarak Aman	3 m	0,8 m
4	Lateral	Posisi yang Dikehendaki pada Kondisi Arus Bebas	<i>Middle of Lane</i>	<i>Any</i>
5		Jarak Minimum saat Berhenti	1 m	0,3 m
6		Jarak Minimum saat Mengemudi	1 m	0,5 m

Langkah kalibrasi yang pertama adalah dengan mengubah nilai jarak henti rerata pada komponen mengikuti kendaraan dari pengaturan awal *VISSIM* 2 meter menjadi 0,3 meter, hal ini dikarenakan mayoritas kendaraan yang ada di lokasi penelitian adalah sepeda motor yang memiliki jarak henti yang rapat.

Kalibrasi yang kedua adalah dengan mengubah komponen bagian aditif dari jarak aman yaitu nilai yang digunakan pada jarak aman antar kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 0,4 m. Kalibrasi yang ketiga dengan mengubah komponen bagian multiplikatif dari jarak aman yaitu nilai kelipatan jarak aman dari pembuntutan kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 0,8 m.

Kalibrasi selanjutnya dilakukan pada komponen lateral dengan mengubah posisi yang dikehendaki pada arus bebas menjadi *Any* dari yang semula *Middle of Lane* untuk meningkatkan agresivitas pengemudi agar posisi kendaraan pada lajur menjadi bervariasi. Kalibrasi yang kelima dengan mengubah jarak minimum saat berhenti, yaitu jarak antar pengemudi secara berdampingan saat berhenti menjadi 0,3 m. Kalibrasi yang keenam dengan mengubah jarak minimum saat mengemudi, yaitu jarak antar pengemudi pada saat bergerak menjadi 0,5m. Pengaturan komponen lateral bertujuan agar diperoleh jarak yang lebih rapat antara kendaraan yang berdampingan.

Kalibrasi yang terakhir pada parameter pengaturan sinyal dimana perilaku ketika sinyal kuning atau *amber* menyala maka kendaraan akan tetap melaju, hal ini sesuai yang terjadi di lokasi penelitian di mana pada sinyal *amber* maka kendaraan tetap melaju seperti halnya sinyal hijau.

Secara visualisasi, hasil pemodelan simulasi sebelum dikalibrasi dan setelah dikalibrasi ditampilkan pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16. Proses kalibrasi mempengaruhi jumlah kendaraan yang keluar dan juga mempengaruhi panjangnya antrian seperti pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5. 15 Sebelum Proses Pengaturan Kalibrasi



Gambar 5. 16 Setelah Proses Pengaturan Kalibrasi

Setelah proses kalibrasi berakhir, validasi dilakukan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan berdasarkan volume yang keluar dan volume yang diinput ke dalam program *VISSIM*. Hasil validasi ditampilkan dalam Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5. 24 Hasil Evaluasi Volume VISSIM Sesudah Kalibrasi

Kondisi	Lokasi	Lengan	Volume Lapangan (Kend/Jam)	Volume VISSIM (Kend/Jam)	GEH (%)	Keterangan
Jam Puncak	Simpang Gondomanan	Utara	2217	2129	1,88	OK
		Timur	5331	4989	4,75	OK
		Selatan	2549	2413	2,73	OK
		Barat	4018	3780	3,80	OK
	Simpang Nol KM	Utara	3494	3421	1,23	OK
		Timur	3439	3426	0,21	OK
		Selatan	2161	2113	1,03	OK
	Barat	2092	1986	2,33	OK	
Jam Lengah	Simpang Gondomanan	Utara	1326	1319	0,18	OK
		Timur	2030	1949	1,80	OK
		Selatan	2306	2197	2,28	OK
		Barat	2133	2189	1,22	OK
	Simpang Nol KM	Utara	1035	970	2,05	OK
		Timur	1544	1474	1,80	OK
		Selatan	1370	1340	0,81	OK
	Barat	1630	1457	4,39	OK	

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan jumlah kendaraan antara data yang dimasukkan dengan data yang keluar namun belum signifikan dan masih dapat ditoleransi dengan nilai selisih dibawah 5%. Validasi yang kedua dilakukan dengan membandingkan data waktu tempuh lapangan dengan data waktu tempuh hasil evaluasi VISSIM. Hasil validasi kedua dengan parameter waktu tempuh dapat dilihat dalam Tabel 5.25 berikut.

Tabel 5. 25 Hasil Validasi Waktu Tempuh VISSIM Sesudah Kalibrasi

Kondisi	Rute	Waktu Tempuh Lapangan (detik)	Waktu Tempuh VISSIM (detik)	Selisih (detik)	Selisih (%)
Jam Puncak	Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	72,25	71,96	0,29	0,40
	Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	64,13	64,50	0,37	0,57
Jam Lengah	Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	60,13	55,09	5,04	8,38

	Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	54	54,29	0,29	0,53
--	--------------------------------------	----	-------	------	------

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan waktu tempuh kendaraan antara data lapangan dengan data hasil evaluasi *VISSIM* namun tidak signifikan dan masih dapat ditolerir. Waktu tempuh kendaraan dengan rute Simpang Gondomanan menuju ke Simpang KM Nol pada jam puncak di lapangan adalah sebesar 72,25 detik, sedangkan waktu tempuh hasil evaluasi *VISSIM* sebesar 71,96 detik sehingga terdapat perbedaan sebesar 0,40%. Waktu tempuh kendaraan dengan rute Simpang KM Nol menuju ke Simpang Gondomanan di lapangan pada jam puncak adalah sebesar 64,13 detik, sedangkan waktu tempuh hasil evaluasi *VISSIM* sebesar 64,50 detik sehingga terdapat perbedaan sebesar 0,57%. Waktu tempuh kendaraan dengan rute Simpang Gondomanan menuju ke Simpang KM Nol pada jam lembang di lapangan adalah sebesar 60,13 detik, sedangkan waktu tempuh hasil evaluasi *VISSIM* sebesar 55,09 detik sehingga terdapat perbedaan sebesar 8,38%. Waktu tempuh kendaraan dengan rute Simpang KM Nol menuju ke Simpang Gondomanan di lapangan pada jam lembang adalah sebesar 54 detik, sedangkan waktu tempuh hasil evaluasi *VISSIM* sebesar 54,29 detik sehingga terdapat perbedaan sebesar 0,53%. Dari hasil ini, maka dapat disimpulkan pemodelan *VISSIM* setelah dikalibrasi dapat mewakili kondisi di lapangan.

Pemodelan *VISSIM* yang telah dikalibrasi dapat dilihat hasil berupa tundaan (detik), dan kemudian dapat dinilai tingkat pelayanan simpang bersinyal dan ruas. Berikut ini adalah nilai tundaan dan kecepatan berdasarkan rute hasil evaluasi *VISSIM* pada kondisi *existing*.

Tabel 5. 26 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Existing

Lokasi	Lengan	Periode Jam Puncak			Periode Jam Lembang		
		Tundaan (detik)	Panjang Antrian (m)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tundaan (detik)	Panjang Antrian (m)	Tingkat Pelayanan Simpang
Simpang Gondomanan	Utara	39,06	121,01	D	35,52	17,39	D
	Timur	16,04	165,54	B	30,18	40,99	C
	Selatan	24,24	30,01	C	10,82	9,77	B
	Barat	20,73	167,54	C	23,21	75,18	C
Simpang KM Nol	Utara	33,04	98,76	C	15,46	5,59	B
	Timur	23,25	153,38	C	24,46	10,93	C
	Selatan	10,65	24,59	B	12,89	15,16	B
	Barat	15,51	10,25	B	12,84	9,78	B

Tabel 5. 27 Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Existing Pada Periode Jam Puncak

Rute	Periode Jam Puncak			
	Tundaan (detik)	Kecepatan Perjalanan (Km/jam)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tingkat Pelayanan Berdasarkan Kecepatan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	23,25	24,16	C	E
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	20,73	23,03	C	E

Tabel 5. 28 Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Existing Pada Periode Jam Lembang

Rute	Periode Jam Lembang			
	Tundaan (detik)	Kecepatan Perjalanan (Km/jam)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tingkat Pelayanan Berdasarkan Kecepatan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	24,46	30,68	C	E
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	23,21	31,82	C	E

Pada Simpang Gondomanan periode jam puncak memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Utara sebesar 121,01 m, Timur 165,54 m, Selatan 30,01 m, Barat 167,54 m. Nilai tundaan di Simpang Gondomanan pada jam puncak yaitu lengan Utara 39,06 detik, Timur 16,04 detik, Selatan 24,24 detik, Barat 20,73 detik (Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan). Sedangkan nilai panjang antrian pada periode jam lengang di Simpang Gondomanan yaitu pada lengan Utara 17,39 m, Timur 40,99 m, Selatan 9,77 m, Barat 75,18 m. Nilai tundaan di Simpang Gondomanan pada periode jam lengang yaitu lengan Utara 35,52 detik, Timur 30,18 detik, Selatan 10,82 detik, Barat 23,21 detik (Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan).

Pada Simpang KM Nol periode jam puncak memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Utara sebesar 98,76 m, Timur 153,38 m, Selatan 24,59 m, Barat 10,25 m. Nilai tundaan di Simpang KM Nol pada jam puncak yaitu lengan Utara 33,04 detik, Timur 23,25 detik (Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol), Selatan 10,65 detik, Barat 15,51 detik. Sedangkan nilai panjang antrian pada periode jam lengang di Simpang KM Nol yaitu pada lengan Utara 5,59 m, Timur 10,93 m, Selatan 15,16 m, Barat 9,71 m. Nilai tundaan di Simpang KM Nol pada periode jam lengang yaitu lengan Utara 15,46 detik, Timur 24,46 detik (Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol), Selatan 12,89 detik, Barat 12,84 detik .

Tingkat pelayanan pada simpang bersinyal yang digunakan adalah berdasarkan *Highway Capacity Manual* Tahun 2010. Tingkat pelayanan di Simpang Gondomanan pada jam puncak yaitu pada lengan Utara D, lengan Timur B, lengan Selatan C, lengan Barat C. Pada periode jam lengang tingkat pelayanan di Simpang Gondomanan untuk lengan Utara yaitu D, lengan Timur C, lengan Selatan B, lengan Barat C. Sedangkan pada Simpang KM Nol tingkat pelayanan pada jam puncak yaitu di lengan Utara C, lengan Timur C, lengan Selatan B, dan lengan Barat B. Pada periode jam lengang tingkat pelayanan di simpang KM Nol yaitu pada lengan Utara B, lengan Timur C, lengan Selatan B, dan lengan Barat B.

Nilai tundaan pada jam puncak dari lengan Timur Simpang Gondomanan menuju lengan Timur Simpang KM Nol yaitu 23,25 detik, sedangkan nilai tundaan dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang

Gondomanan yaitu 20,73 detik. Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada jam puncak dari lengan Timur Simpang Gondomanan menuju lengan Timur Simpang KM Nol yaitu 24,16 km/jam, sedangkan nilai kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan yaitu 23,03 km/jam.

Nilai tundaan pada jam lengang dari lengan Timur Simpang Gondomanan menuju lengan Timur Simpang KM Nol yaitu 24,46 detik, sedangkan nilai tundaan dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan yaitu 23,21 detik. Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada jam lengang dari lengan Timur Simpang Gondomanan menuju lengan Timur Simpang KM Nol yaitu 30,68 km/jam, sedangkan nilai kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan yaitu 31,82 km/jam.

Tingkat pelayanan pada jalan kota yang digunakan adalah berdasarkan *Highway Capacity Manual 2000*. Tingkat pelayanan berdasarkan kecepatan untuk Lengan Timur KM 0 periode jam puncak dari Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol adalah E, sedangkan tingkat pelayanan untuk ruas Lengan Barat Gondomanan dari Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan adalah E. Tingkat pelayanan untuk ruas Lengan Timur KM 0 periode jam lengang dari Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol adalah D, sedangkan tingkat pelayanan untuk ruas Lengan Barat Gondomanan dari Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan adalah D.

5.3 Perancangan Koordinasi Sinyal antar Simpang

Dalam tahap perancangan koordinasi sinyal antar simpang bersinyal sebelumnya dilakukan analisis koordinasi sinyal antar simpang bersinyal pada kondisi *existing*. Setelah itu, dilakukan percobaan waktu siklus pada perancangan koordinasi sinyal antar simpang. Pada analisis koordinasi simpang bersinyal, waktu siklus untuk mengkoordinasikan kedua simpang harus sama, oleh karena itu jumlah waktu siklus yang digunakan pada Simpang Gondomanan digunakan juga pada Simpang KM Nol.

5.3.1 Alternatif 1 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Puncak

Alternatif pertama perancangan koordinasi sinyal simpang pada periode jam puncak dilakukan dengan menggunakan waktu siklus *existing* Simpang Gondomanan. Waktu siklus yang digunakan sebesar 150 detik. Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang pertama dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi.

Pengaturan fase di Simpang Gondomanan dengan empat fase berbeda dengan kondisi *existing*, meliputi :

1. Fase 1 : Lengan Timur
2. Fase 2 : Lengan Selatan
3. Fase 3 : Lengan Barat
4. Fase 4 : Lengan Utara

Pengaturan fase Simpang KM Nol dengan empat fase berbeda dengan kondisi *existing* meliputi:

1. Fase 1 : Lengan Barat lurus dan Barat Kanan
2. Fase 2 : Lengan Selatan
3. Fase 3 : Lengan Timur
4. Fase 4 : Lengan Utara

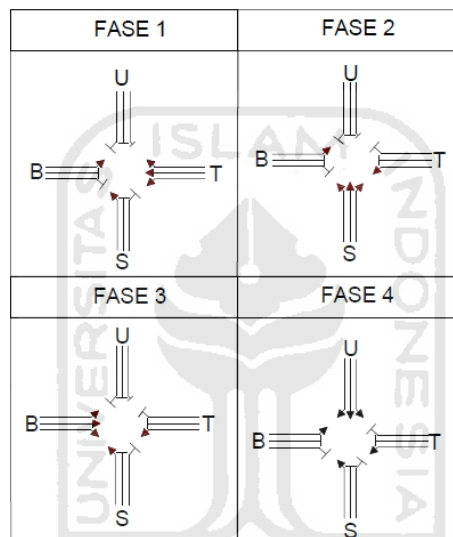
Data sinyal lalu lintas alternatif 1 koordinasi Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut ini.

Tabel 5. 29 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Puncak Simpang Gondomanan

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
Timur	35	3	108	4	150
Selatan	16	3	127	4	150
Barat	36	3	107	4	150
Utara	35	3	108	4	150

Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 35 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Timur. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 34 detik diubah menjadi 16 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari

lengan Timur Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Barat dari *existing* sebesar 23 detik diubah menjadi 36 detik karena untuk peleton dari Simpang KM Nol bisa terkoordinasikan dan mengurangi tundaan di lengan Barat. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 37 detik diubah menjadi 35 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Timur Simpang Gondomanan. Pengaturan alternatif 1 fase Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Gambar 5.17 di bawah ini.



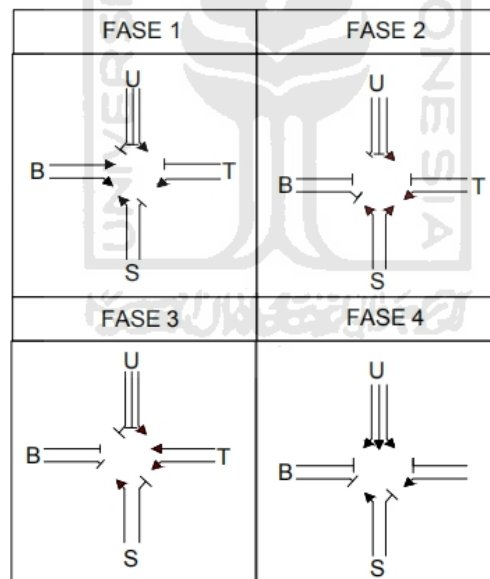
Gambar 5. 17 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Puncak Simpang Gondomanan

Data sinyal lalu lintas Simpang KM Nol alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.30 di bawah ini

Tabel 5. 30 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Puncak Simpang KM Nol

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
Barat Lurus	36	3	107	4	150
Barat Kanan	38	3	105	4	150
Selatan	20	3	123	4	150
Timur	38	3	105	4	150
Utara	26	3	117	4	150

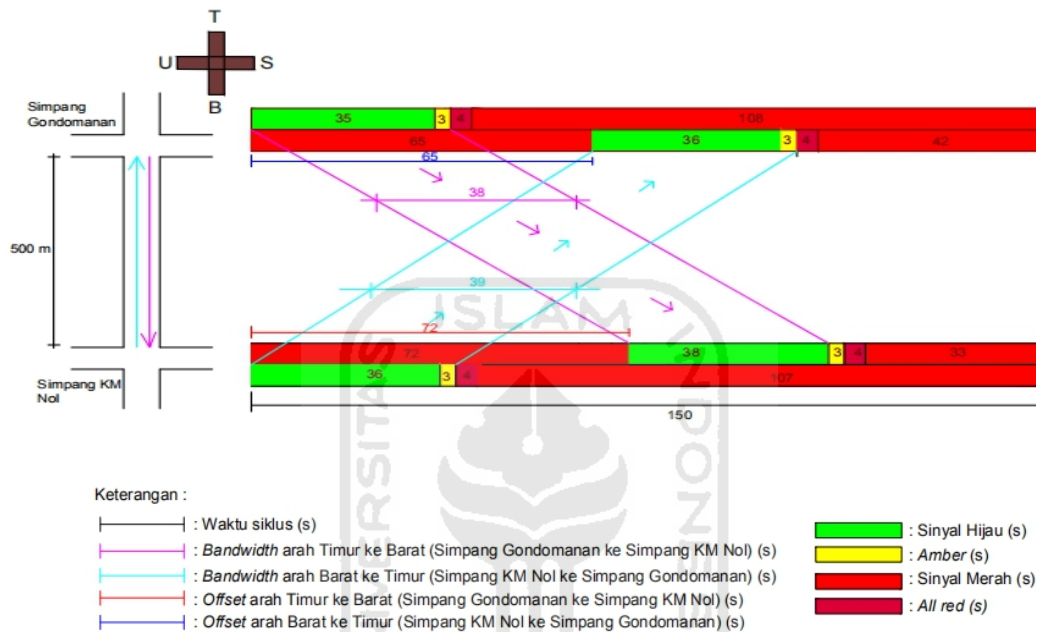
Sinyal hijau lengan Barat lurus dari *existing* sebesar 54 detik diubah menjadi 36 detik karena merupakan sinyal yang dikoordinasikan lengannya dengan lengan Barat pada Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Barat dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 38 detik untuk mengurangi tundaan di Lengan Barat. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 20 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Selatan. Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 38 detik karena merupakan lengan yang dikoordinasikan dengan lengan Timur Simpang Gondomanan sehingga formasi peleton bisa dikoordinasikan. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 43 detik diubah menjadi 26 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Barat Simpang KM Nol. Pengaturan alternatif 1 fase Simpang KM Nol dapat dilihat pada Gambar 5.18 di bawah ini.



Gambar 5. 18 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Puncak Simpang KM Nol

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam diagram koordinasi berbeda dengan besarnya *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 49 detik untuk rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol sedangkan pada koordinasi sebesar 38 detik. Untuk arah rute Simpang KM Nol ke Simpang

Gondomanan *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 47,75 detik sedangkan pada koordinasi sebesar 39 detik. Waktu siklus yang digunakan merupakan waktu siklus *existing* Simpang Gondomanan yaitu sebesar 150 detik. Gambar diagram koordinasi Alternatif 1 koordinasi periode jam puncak dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut ini.



Gambar 5. 19 Diagram Sinyal Alternatif 1 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Puncak

Dari hasil diagram koordinasi sinyal Alternatif 1 perencanaan koordinasi periode jam puncak didapat hasil evaluasi tundaan, panjang antrian dan tingkat pelayanan yang dapat dilihat pada Tabel 5.31 dan 5.32 berikut ini.

Tabel 5. 31 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1 Periode Jam Puncak

Lokasi	Lengan	Tundaan (detik)	Panjang Antrian (m)	Tingkat Pelayanan Simpang
Simpang Gondomanan	Utara	42,23	146,85	D
	Timur	14,40	126,36	B
	Selatan	55,92	162,13	E
	Barat	11,94	24,76	B
Simpang KM Nol	Utara	34,99	213,14	C
	Timur	21,89	245,83	C
	Selatan	20,68	120,39	C
	Barat	30,58	31,53	C

Tabel 5. 32 Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1 Periode Jam Puncak

Rute	Tundaan (detik)	Kecepatan Perjalanan (km/jam)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tingkat Pelayanan Berdasarkan Kecepatan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	21,89	24,61	C	E
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	11,94	24,27	B	E

Pada perencanaan koordinasi sinyal alternatif pertama Simpang Gondomanan periode jam puncak, setelah dikoordinasikan memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Utara sebesar 146,85 m, Timur 126,36 m, Selatan 162,13 m, Barat 24,76 m. Sedangkan nilai tundaan di Simpang Gondomanan pada jam puncak setelah dikoordinasikan yaitu lengan Utara 42,23 detik, Timur 14,40 detik, Selatan 55,92 detik, Barat 11,94 detik (Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan).

Sedangkan nilai panjang antrian pada periode jam puncak di Simpang KM Nol setelah dikoordinasikan yaitu pada lengan Utara 213,14 m, Timur 245,83 m, Selatan 120,39 m, Barat 31,53 m. Nilai tundaan di Simpang KM Nol setelah dikoordinasikan pada periode jam puncak yaitu lengan Utara 34,99 detik, Timur 21,89 detik (Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol), Selatan 20,68 detik, Barat 30,58 detik.

Nilai tundaan kendaraan periode jam puncak dari lengan Timur Simpang Gondomanan menuju ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 21,89 detik, sedangkan nilai tundaan kendaraan dari lengan Barat Simpang KM Nol ke lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 11,94 detik. Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam puncak dari lengan Timur Simpang Gondomanan ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 24,61 km/jam dengan tingkat pelayanan E, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 24,27 km/jam dengan tingkat pelayanan E.

Berdasarkan *Highway Capacity Manual* 2010 tingkat pelayanan pada simpang bersinyal, Simpang Gondomanan periode jam puncak pada tiap lengan adalah lengan Utara D, lengan Timur B, lengan Selatan E, lengan Barat B. Sedangkan tingkat pelayanan Simpang KM Nol pada periode jam puncak di tiap lengan adalah lengan Utara C, lengan Timur C, lengan Selatan C, lengan Barat C.

5.3.2 Alternatif 2 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Puncak

Alternatif kedua perancangan koordinasi sinyal simpang pada periode jam puncak dilakukan dengan menggunakan waktu siklus optimum Simpang Gondomanan pada jam puncak. Waktu siklus yang digunakan sebesar 135 detik. Alternatif kedua perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi.

Pengaturan fase di Simpang Gondomanan dengan empat fase berbeda dengan kondisi *existing*, meliputi :

1. Fase 1 : Lengan Timur
2. Fase 2 : Lengan Selatan
3. Fase 3 : Lengan Barat
4. Fase 4: Lengan Utara

Pengaturan fase Simpang KM Nol dengan lima fase berbeda dengan kondisi *existing* meliputi:

1. Fase 1 : Lengan Barat Lurus dan Barat Kanan
2. Fase 2 : Lengan Utara
3. Fase 3 : Lengan Timur
4. Fase 4 : Lengan Selatan

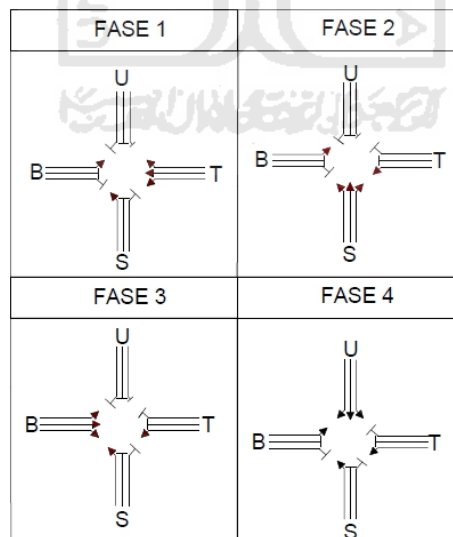
Data sinyal lalu lintas alternatif kedua Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut ini.

Tabel 5. 33 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Puncak Simpang Gondomanan

Kode	Waktu Nyala (detik)	Waktu
------	---------------------	-------

Pendekat	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	Siklus (detik)
Timur	30	3	98	4	135
Selatan	19	3	109	4	135
Barat	30	3	98	4	135
Utara	28	3	100	4	135

Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 30 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Timur. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 34 detik diubah menjadi 19 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Timur Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Barat dari *existing* sebesar 23 detik diubah menjadi 30 detik karena untuk peleton dari Simpang KM Nol bisa terkoordinasikan dan mengurangi tundaan di lengan Barat. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 37 detik diubah menjadi 28 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Timur Simpang Gondomanan. Pengaturan alternatif 2 fase Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Gambar 5.20 di bawah ini.



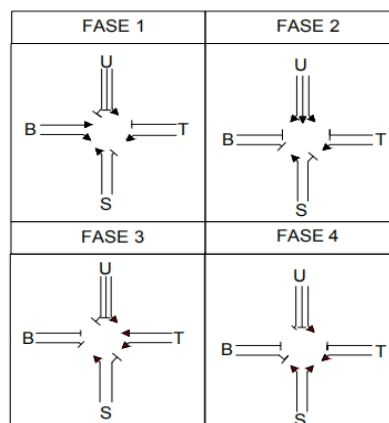
Gambar 5. 20 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Puncak Simpang Gondomanan

Data sinyal lalu lintas Simpang KM Nol alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.34 di bawah ini

Tabel 5. 34 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Puncak Simpang KM Nol

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
Barat Lurus	28	3	100	4	135
Barat Kanan	30	3	98	4	135
Utara	28	3	100	4	135
Timur	31	3	97	4	135
Selatan	18	3	110	4	135

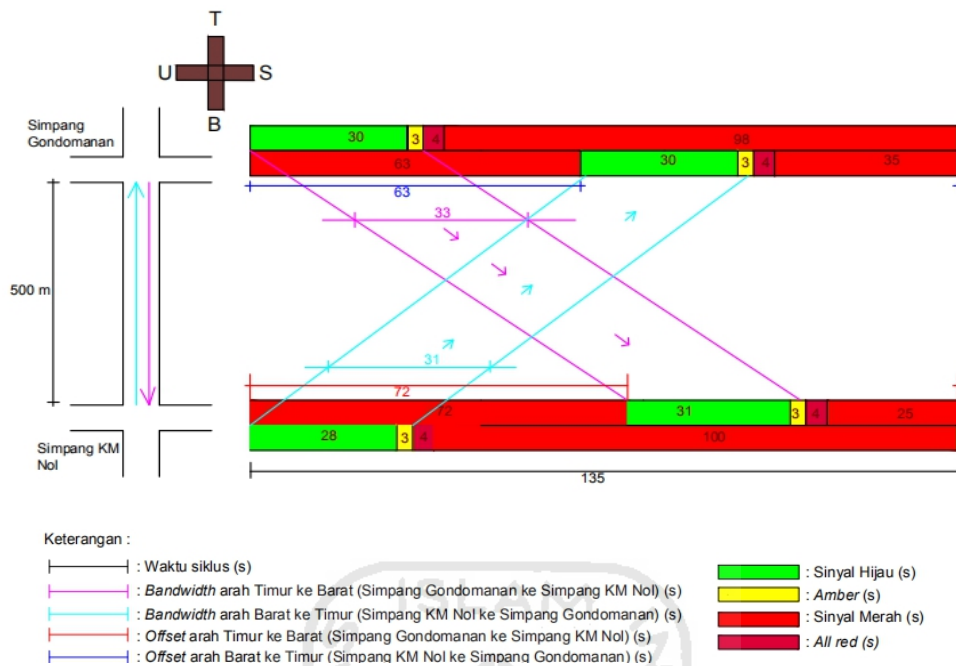
Sinyal hijau lengan Barat lurus dari *existing* sebesar 54 detik diubah menjadi 28 detik karena merupakan sinyal yang dikoordinasikan lengannya dengan lengan Barat pada Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Barat kanan dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 30 detik untuk mengurangi tundaan di Lengan Barat. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 18 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Selatan. Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 31 detik karena merupakan lengan yang dikoordinasikan dengan lengan Timur Simpang Gondomanan sehingga formasi peleton bisa dikoordinasikan. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 43 detik diubah menjadi 28 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Barat Simpang KM Nol. Pengaturan alternatif 2 fase Simpang KM Nol dapat dilihat pada Gambar 5.21 di bawah ini.



**Gambar 5. 21 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Puncak
Simpang KM Nol**

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam diagram koordinasi berbeda dengan besarnya *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 49 detik untuk rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol sedangkan pada koordinasi sebesar 33 detik. Untuk rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 47,75 detik sedangkan pada koordinasi sebesar 31 detik. Waktu siklus yang digunakan merupakan waktu siklus optimum Simpang Gondomanan periode jam puncak yaitu sebesar 135 detik. Gambar diagram koordinasi Alternatif kedua koordinasi sinyal periode jam puncak dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut ini.





Gambar 5. 22 Diagram Sinyal Alternatif 2 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Puncak

Dari hasil diagram koordinasi sinyal Alternatif 2 periode jam puncak didapat hasil evaluasi tundaan, panjang antrian, dan tingkat pelayanan yang dapat dilihat pada Tabel 5.35 dan Tabel 5.36 berikut ini.

Tabel 5. 35 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2 Periode Jam Puncak

Lokasi	Lengan	Tundaan (detik)	Panjang Antrian (m)	Tingkat Pelayanan Simpang
Simpang Gondomanan	Utara	47,77	191,99	D
	Timur	15,08	145,86	B
	Selatan	41,39	118,82	D
	Barat	15,99	28,29	B
Simpang KM Nol	Utara	27,49	158,26	C
	Timur	25,34	268,21	C
	Selatan	20,31	120,67	C
	Barat	38,09	46,41	D

Tabel 5. 36 Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2 Periode Jam Puncak

Rute	Tundaan (detik)	Kecepatan Perjalanan (km/jam)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tingkat Pelayanan Berdasarkan Kecepatan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	25,34	24,36	C	E
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	15,99	24,11	B	E

Pada alternatif 2 Simpang Gondomanan periode jam puncak setelah dikoordinasikan memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Utara sebesar 191,99 m, Timur 145,86 m, Selatan 118,82 m, Barat 28,29 m. Sedangkan nilai tundaan perencanaan alternatif 2 Simpang Gondomanan pada jam puncak setelah dikoordinasikan yaitu lengan Utara 47,77 detik, Timur 15,08 detik, Selatan 41,39 detik, Barat 15,99 detik (Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan).

Sedangkan nilai panjang antrian pada perencanaan koordinasi alternatif 2 periode jam puncak di Simpang KM Nol yaitu pada lengan Utara 158,26 m, Timur 268,21 m, Selatan 120,67 m, Barat 46,41 m. Nilai tundaan di Simpang KM Nol setelah dikoordinasikan pada perencanaan alternatif 2 periode jam puncak yaitu lengan Utara 27,49 detik, Timur 25,34 detik (Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol), Selatan 20,31 detik, Barat 38,09 detik.

Nilai tundaan pada periode jam puncak dari lengan Timur Simpang Gondomanan ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 25,34 detik, sedangkan tundaan dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 15,99 detik. Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam puncak dari lengan Timur Simpang Gondomanan ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 24,36 km/jam dengan tingkat pelayanan E, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 24,11 km/jam dengan tingkat pelayanan E.

Berdasarkan *Highway Capacity Manual* 2010 tingkat pelayanan pada simpang bersinyal, tingkat pelayanan pada perencanaan alternatif 2 Simpang

Gondomanan periode jam puncak adalah lengan Utara yaitu D, lengan Timur B, lengan Selatan D, lengan Barat B. Sedangkan tingkat pelayanan Simpang KM Nol pada periode jam puncak di lengan Utara C yaitu, lengan Timur C, lengan Selatan C, lengan Barat D.

5.3.3 Alternatif 1 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Lengah

Alternatif pertama perancangan koordinasi sinyal simpang periode jam lengang dilakukan dengan menggunakan waktu siklus *existing* Simpang Gondomanan. Waktu siklus yang digunakan sebesar 150 detik. Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang periode jam lengang yang pertama dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi.

Pengaturan fase di Simpang Gondomanan dengan empat fase berbeda dengan kondisi *existing*, meliputi :

1. Fase 1 : Lengan Timur
2. Fase 2 : Lengan Barat
3. Fase 3 : Lengan Selatan
4. Fase 4: Lengan Utara

Pengaturan fase Simpang KM Nol dengan empat fase berbeda dengan kondisi *existing* meliputi:

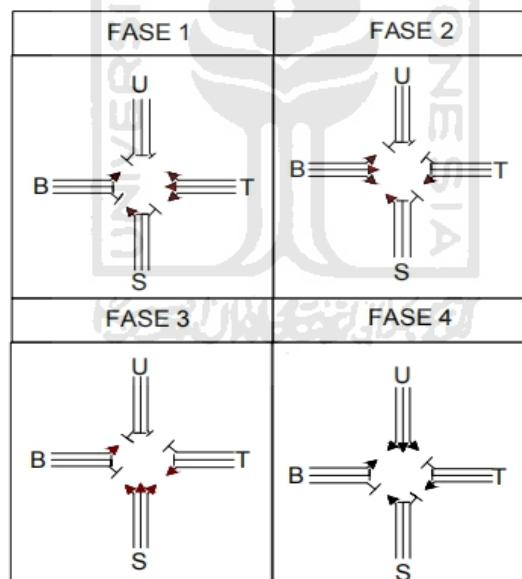
1. Fase 1: Lengan Barat lurus dan Barat Kanan
2. Fase 2: Lengan Selatan
3. Fase 3: Lengan Timur
4. Fase 4: Lengan Utara

Data sinyal lalu lintas alternatif 1 Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Tabel 5.37 berikut ini.

Tabel 5. 37 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Lengah Simpang Gondomanan

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
Timur	40	3	103	4	150
Barat	40	3	103	4	150
Selatan	20	3	123	4	150
Utara	22	3	121	4	150

Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 40 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Timur. Sinyal hijau lengan Barat dari *existing* sebesar 23 detik diubah menjadi 40 detik karena untuk peleton dari Simpang KM Nol bisa terkoordinasikan dan mengurangi tundaan di lengan Barat. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 34 detik diubah menjadi 20 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Timur Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 37 detik diubah menjadi 22 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Timur Simpang Gondomanan. Pengaturan alternatif 1 fase Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Gambar 5.23 di bawah ini.



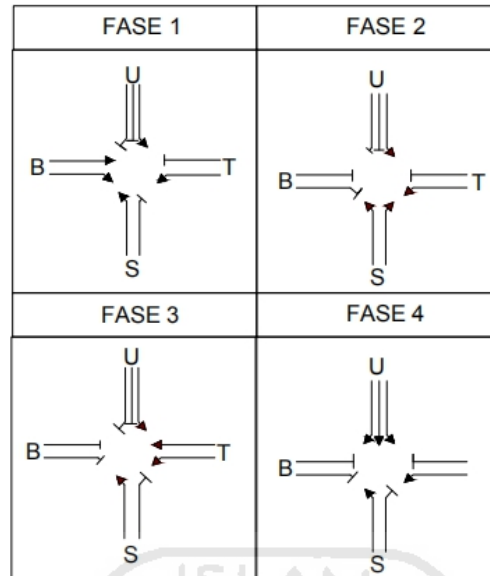
Gambar 5. 23 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Lengah Simpang Gondomanan

Data sinyal lalu lintas Simpang KM Nol alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.38 di bawah ini

Tabel 5. 38 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Jam Lengah Simpang KM Nol

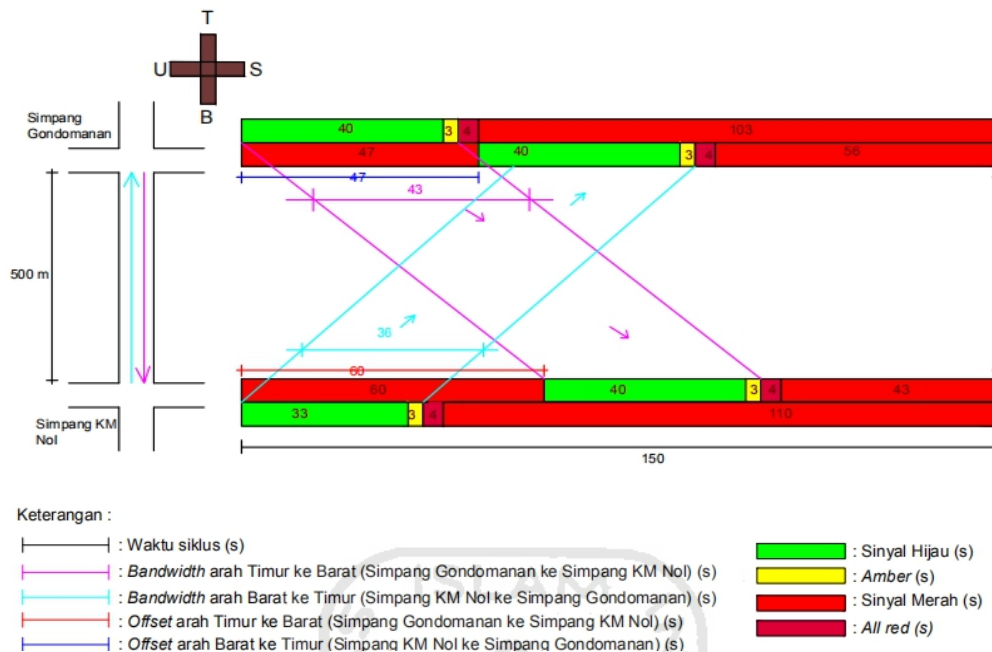
Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
Barat Lurus	33	3	120	4	150
Barat Kanan	23	3	120	4	150
Selatan	23	3	120	4	150
Timur	40	3	103	4	150
Utara	36	3	107	4	150

Sinyal hijau lengan Barat lurus dari *existing* sebesar 54 detik diubah menjadi 33 detik karena merupakan sinyal yang dikoordinasikan lengannya dengan lengan Barat pada Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Barat dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 23 detik untuk mengurangi tundaan di Lengan Barat. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 23 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Selatan. Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 40 detik karena merupakan lengan yang dikoordinasikan dengan lengan Timur Simpang Gondomanan sehingga formasi peleton bisa dikoordinasikan. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 43 detik diubah menjadi 36 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Barat Simpang KM Nol. Pengaturan alternatif 1 fase Simpang KM Nol dapat dilihat pada Gambar 5.24 di bawah ini.



Gambar 5. 24 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Jam Lengah Simpang KM Nol

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam diagram koordinasi berbeda dengan besarnya *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 48,25 detik untuk rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol sedangkan pada koordinasi sebesar 43 detik. Untuk rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 40,38 detik sedangkan pada koordinasi sebesar 36 detik. Waktu siklus yang digunakan merupakan waktu siklus *existing* Simpang Gondomanan yaitu sebesar 150 detik. Gambar diagram koordinasi Alternatif pertama periode jam puncak dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut ini



Gambar 5. 25 Diagram Sinyal Alternatif 1 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Lengah

Dari hasil diagram koordinasi sinyal Alternatif 1 periode jam lengang didapat hasil evaluasi tundaan, panjang antrian dan tingkat pelayanan yang dapat dilihat pada Tabel 5.39 dan Tabel 5.40 berikut ini.

Tabel 5. 39 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1 Periode Jam Lengah

Lokasi	Lengan	Tundaan (detik)	Panjang Antrian (m)	Tingkat Pelayanan Simpang
Simpang Gondomanan	Utara	65,98	47,75	E
	Timur	19,08	22,19	B
	Selatan	13,46	12,40	B
	Barat	25,06	23,04	C
Simpang KM Nol	Utara	25,09	9,49	C
	Timur	10,09	5,86	B
	Selatan	15,89	20,93	B
	Barat	38,99	85,08	D

Tabel 5. 40 Nilai Tundaan, Kapasitaas dan Kecepatan Hasil Evaluasi *VISSIM* Alternatif 1 Periode Jam Lengah

Rute	Tundaan (detik)	Kecepatan Perjalanan (km/jam)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tingkat Pelayanan Berdasarkan Kecepatan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	10,09	32,86	B	D
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	25,06	33,75	C	C

Pada Simpang Gondomanan periode jam lengang setelah dikoordinasikan memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Utara sebesar 47,75 m, Timur 22,19 m, Selatan 12,40 m, Barat 22,12 m. Sedangkan nilai tundaan di Simpang Gondomanan pada jam lengang setelah dikoordinasikan yaitu lengan Utara 65,98 detik, Timur 19,08 detik, Selatan 13,43 detik, Barat 25,06 detik (Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan).

Sedangkan nilai panjang antrian pada periode jam lengang di Simpang KM Nol setelah dikoordinasikan yaitu pada lengan Utara 9,49 m, Timur 5,86 m, Selatan 20,93 m, Barat 85,08 m. Nilai tundaan di Simpang KM Nol setelah dikoordinasikan pada periode jam lengang yaitu lengan Utara 25,09 detik, Timur 10,09 detik (Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol), Selatan 15,89 detik, Barat 38,99 detik.

Nilai tundaan kendaraan pada periode jam lengang dari lengan Timur Simpang Gondomanan ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 10,09 detik, sedangkan tundaan kendaraan dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 25,06 detik. Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam lengang dari lengan Timur Simpang Gondomanan ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 32,86 km/jam dengan tingkat pelayanan D, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 33,75 km/jam dengan tingkat pelayanan C.

Berdasarkan *Highway Capacity Manual* 2010 tingkat pelayanan di simpang bersinyal, tingkat pelayanan pada simpang Gondomanan periode jam lengang

pada lengan Utara yaitu E, lengan Timur B, lengan Selatan B, lengan Barat C. Sedangkan tingkat pelayanan Simpang KM Nol pada periode jam lengang di lengan Utara C yaitu, lengan Timur B, lengan Selatan B, lengan Barat D.

5.3.4 Alternatif 2 Koordinasi Sinyal Simpang Periode Jam Lengan

Alternatif kedua perancangan koordinasi sinyal simpang pada periode jam lengang dilakukan dengan menggunakan waktu siklus optimum Simpang Gondomanan pada jam puncak. Waktu siklus yang digunakan sebesar 135 detik. Alternatif kedua perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi.

Pengaturan fase di Simpang Gondomanan dengan empat fase berbeda dengan kondisi *existing*, meliputi :

1. Fase 1 : Lengan Timur
2. Fase 2 : Lengan Barat
3. Fase 3 : Lengan Utara
4. Fase 4 : Lengan Selatan

Pengaturan fase Simpang KM Nol dengan empat fase berbeda dengan kondisi *existing* meliputi:

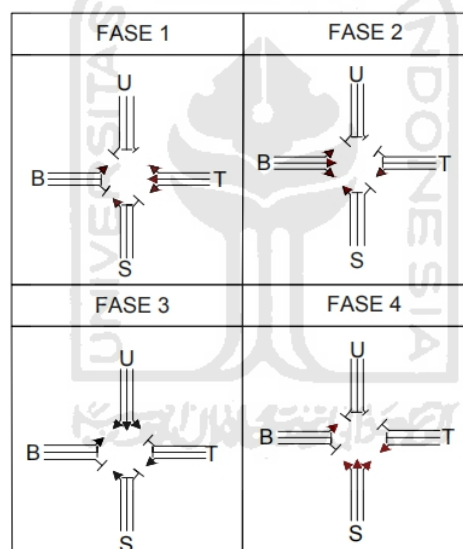
1. Fase 1 : Lengan Barat lurus dan Barat Kanan
2. Fase 2 : Lengan Selatan
3. Fase 3 : Lengan Timur
4. Fase 4 : Lengan Utara

Data sinyal lalu lintas alternatif 2 Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Tabel 5.41 berikut ini.

Tabel 5. 41 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Lengan Simpang Gondomanan

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	<i>Allred</i>	
Timur	35	3	93	4	135
Barat	30	3	98	4	135
Utara	22	3	106	4	135
Selatan	20	3	108	4	135

Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 35 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Timur. Sinyal hijau lengan Barat dari *existing* sebesar 23 detik diubah menjadi 30 detik karena untuk peleton dari Simpang KM Nol bisa terkoordinasikan dan mengurangi tundaan di lengan Barat. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 34 detik diubah menjadi 22 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Timur Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 37 detik diubah menjadi 20 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Timur Simpang Gondomanan. Pengaturan alternatif 2 fase Simpang Gondomanan dapat dilihat pada Gambar 5.26 di bawah ini.



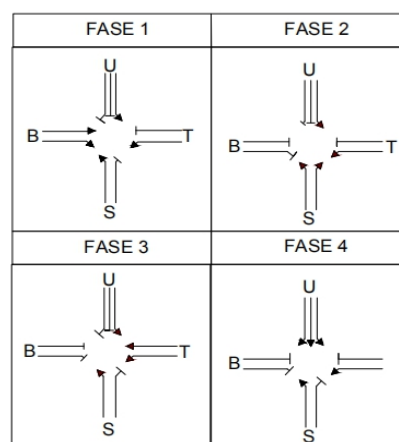
Gambar 5. 26 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Lengah Simpang Gondomanan

Data sinyal lalu lintas Simpang KM Nol alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.42 di bawah ini

Tabel 5. 42 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Jam Lengah Simpang KM Nol

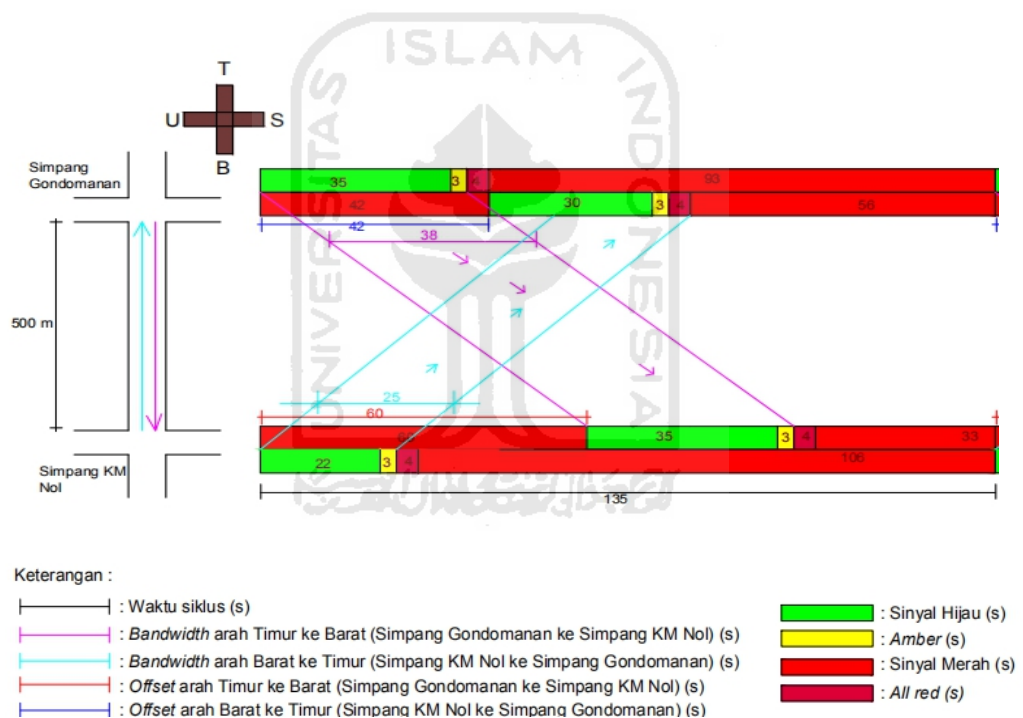
Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Barat Lurus	22	3	106	4	135
Barat Kanan	23	3	105	4	135
Selatan	23	3	95	4	135
Timur	35	3	93	4	135
Utara	26	3	102	4	135

Sinyal hijau lengan Barat lurus dari *existing* sebesar 54 detik diubah menjadi 22 detik karena merupakan sinyal yang dikoordinasikan lengannya dengan lengan Barat pada Simpang Gondomanan. Sinyal hijau lengan Barat kanan dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 23 detik untuk mengurangi tundaan di Lengan Barat. Sinyal hijau lengan Selatan dari *existing* sebesar 19 detik diubah menjadi 23 detik karena untuk mengurangi tundaan di lengan Selatan. Sinyal hijau lengan Timur dari *existing* sebesar 28 detik diubah menjadi 35 detik karena merupakan lengan yang dikoordinasikan dengan lengan Timur Simpang Gondomanan sehingga formasi peleton bisa dikoordinasikan. Sinyal hijau lengan Utara dari *existing* sebesar 43 detik diubah menjadi 26 detik karena tidak menyediakan waktu hijau untuk kendaraan yang bukan formasi peleton dari lengan Barat Simpang KM Nol. Pengaturan alternatif 2 fase Simpang KM Nol dapat dilihat pada Gambar 5.27 di bawah ini.



Gambar 5. 27 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Jam Lengah Simpang KM Nol

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam diagram koordinasi berbeda dengan besarnya *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 48,25 detik untuk rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM No sedangkan pada koordinasi sebesar 38 detik. Untuk rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan *bandwidth* kondisi *existing* yaitu kondisi *existing* sebesar 40,38 detik sedangkan pada koordinasi sebesar 25 detik. Waktu siklus yang digunakan merupakan waktu siklus optimum Simpang Gondomanan yaitu sebesar 135 detik. Gambar diagram koordinasi Alternatif 2 periode jam lengang dapat dilihat pada Gambar 5.28 berikut ini



Gambar 5. 28 Diagram Sinyal Alternatif 2 Setelah Dikoordinasi Periode Jam Lengah

Dari hasil diagram koordinasi sinyal Alternatif 2 periode jam lengang didapat hasil evaluasi tundaan, panjang antrian dan tingkat pelayanan yang dapat dilihat pada Tabel 5.43 dan Tabel 5.44 berikut ini.

Tabel 5. 43 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Tingkat Pelayanan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2 Periode Jam Lengah

Lokasi	Lengan	Tundaan (detik)	Panjang Antrian (m)	Tingkat Pelayanan Simpang
Simpang Gondomanan	Utara	55,10	34,66	E
	Timur	18,60	21,08	B
	Selatan	11,46	10,57	B
	Barat	22,40	21,33	C
Simpang KM Nol	Utara	24,84	10,33	C
	Timur	19,82	8,80	B
	Selatan	14,49	18,39	B
	Barat	48,46	8,35	D

Tabel 5. 44 Nilai Tundaan, Kapasitas dan Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2 Periode Jam Lengah

Rute	Tundaan (detik)	Kecepatan Perjalanan (km/jam)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tingkat Pelayanan Berdasarkan Kecepatan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	19,82	32,43	B	D
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	22,40	33,42	C	C

Pada alternatif 2 koordinasi Simpang Gondomanan periode jam lengang, setelah dikoordinasikan memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Utara sebesar 34,66 m, Timur 21,08 m, Selatan 10,57 m, Barat 21,33 m. Sedangkan nilai tundaan pada alternatif 2 koordinasi Simpang Gondomanan pada jam lengang, setelah dikoordinasikan yaitu lengan Utara 55,10 detik, Timur 18,60 detik, Selatan 11,46 detik, Barat 22,40 detik (Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan).

Sedangkan nilai panjang antrian pada alternatif 2 koordinasi periode jam lengang di Simpang KM Nol, setelah dikoordinasikan yaitu pada lengan Utara 10,33 m, Timur 8,80 m, Selatan 18,34 m, Barat 8,35 m. Nilai tundaan di Simpang KM Nol setelah dikoordinasikan pada periode jam lengang yaitu lengan Utara 24,84 detik, Timur 19,82 detik (Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol), Selatan 14,49 detik, Barat 48,46 detik.

Nilai tundaan pada periode jam lengang dari lengan Timur Simpang Gondomanan ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 19,82 detik, sedangkan nilai tundaan dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 22,40 detik. Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam lengang dari lengan Timur Simpang Gondomanan ke lengan Timur Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) sebesar 32,43 km/jam dengan tingkat pelayanan D, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Barat Simpang KM Nol menuju lengan Barat Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) sebesar 33,42 km/jam dengan tingkat pelayanan C.

Berdasarkan *Highway Capacity Manual* 2010 tingkat pelayanan simpang bersinyal, tingkat pelayanan di Simpang Gondomanan periode jam lengang adalah lengan Utara yaitu E, lengan Timur B, lengan Selatan B, lengan Barat C. Sedangkan tingkat pelayanan Simpang KM Nol pada periode jam lengang di lengan Utara C yaitu, lengan Timur B, lengan Selatan B, lengan Barat D.

5.4 Kapasitas

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (kendaraan/jam atau smp/jam). Untuk mendapatkan nilai arus jenuh pada *VISSIM*, maka dilakukan perhitungan kendaraan yang melewati ruas jalan yang dikoordinasikan (lengan timur Simpang KM Nol dan lengan barat Simpang Gondomanan) sesuai dengan jenis kendaraan selama waktu hijau di ruas jalan tersebut. Perhitungan kendaraan dilakukan sebanyak 4 kali dengan 5 *random seed* yang berbeda, supaya didapatkan nilai arus jenuh rata-rata. Hasil perhitungan kendaraan di *VISSIM* kemudian diubah ke satuan mobil penumpang sesuai dengan jenis kendaraan. Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan arus jenuh pada *VISSIM*.

5.4.1 Kapasitas Jam Puncak

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan barat Simpang Gondomanan *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.45.

Tabel 5. 45 Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan *Existing*

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	2,82	4,69	4,26	3,60	3,82
LV	0,56	0,39	0,08	0,60	0,30
HV					0,04
MC	2,82	3,43	3,86	3,95	3,82
LV	0,60	0,60	0,34	0,52	0,39
HV		0,04	0,04		
MC	4,30	3	3,69	4	3,65
LV	0,43	0,34	0,61	0,26	0,3
HV		0,08		0,08	0,04
MC	4,08	3,47	3,73	3,82	4,13
LV	0,34	0,47	0,43	0,26	0,17
HV					
Rata-rata					
MC	3,51	3,65	3,89	3,84	3,85
LV	0,48	0,45	0,36	0,41	0,32
HV		0,06	0,04		0,04

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. 46 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan *Existing*

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	3,75	0,75
LV	0,41	0,41
HV	0,05	0,06
Total	4,21	1,22

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan timur Simpang KM Nol *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.47.

Tabel 5. 47 Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Kondisi Existing

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	1,46	1,64	2,07	1,17	1,35
LV	0,32	0,25	0,14	0,35	0,21
HV					0,03
MC	1,5	1,10	1,5	2,03	1,75
LV	0,28	0,39	0,32	0,25	0,25
HV					
MC	1,92	1,35	1,82	1,96	1,89
LV	0,14	0,10	0,17	0,10	0,17
HV					
MC	2,07	2,35	1,42	1,5	1,85
LV	0,14	0,03	0,17	0,21	0,07
HV					
Rata-rata					
MC	1,74	1,61	1,70	1,66	1,71
LV	0,22	0,19	0,20	0,23	0,17
HV					0,03

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada tabel Tabel 5.48.

Tabel 5. 48 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Kondisi Existing

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	1,68	0,33
LV	0,20	0,20
HV	0,03	0,04
Total	1,93	0,59

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan barat Simpang Gondomanan alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.49.

Tabel 5. 49 Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	3,36	2,88	3,36	2,63	2,97
LV	0,22	0,30	0,36	0,38	0,36
HV	0,02	0,05			
MC	3,30	3,13	3,55	3,36	4,16
LV	0,16	0,36	0,25	0,19	0,16
HV		0,02			
MC	3,11	2,52	3,30	2,97	3
LV	0,27	0,27	0,36	0,41	0,41
HV	0,27				0,02
MC	3,05	2,80	3,5	2,86	2,83
LV	0,47	0,33	0,30	0,5	0,47
HV		0,05		0,02	
Rata-rata					
MC	3,20	2,84	3,43	2,95	3,24
LV	0,28	0,31	0,31	0,37	0,35
HV	0,02	0,04		0,02	0,02

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.50.

Tabel 5. 50 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	3,13	0,62
LV	0,33	0,33
HV	0,03	0,04
Total	3,49	0,99

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan timur Simpang KM Nol alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.51.

Tabel 5. 51 Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	1,63	1,36	1,63	1,76	1,65
LV	0,10	0,28	0,13	0,15	0,21
HV					
MC	1,34	1,36	1,5	1,73	1,21
LV	0,18	0,31	0,26	0,26	0,28
HV					
MC	1,63	1,65	1,92	1,23	1,31
LV	0,26	0,05	0,18	0,44	0,31
HV					
MC	1,73	1,71	1,84	1,52	1,92
LV	0,13	0,13	0,23	0,21	0,02
HV					
Rata-rata					
MC	1,58	1,52	1,72	1,56	1,52
LV	0,17	0,19	0,20	0,25	0,21
HV					

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.52.

Tabel 5. 52 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	1,59	0,32
LV	0,20	0,20
HV		
Total	1,79	0,52

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan barat Simpang Gondomanan alternatif 2 dapat dilihat pada 5.53.

Tabel 5. 53 Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif

2

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	3,33	3,1	3,43	2,6	3,5
LV	0,43	0,33	0,3	0,56	0,33
HV	0,03			0,03	
MC	3,63	3,13	3,1	2,6	3
LV	0,13	0,46	0,4	0,23	0,76
HV					
MC	3,03	2,8	3,16	3,3	3,3
LV	0,36	0,23	0,43	0,16	0,5
HV		0,13		0,06	
MC	3,56	2,73	3,5	2,76	2,1
LV	0,26	0,2	0,43	0,26	0,06
HV					0,03
Rata-rata					
MC	3,39	2,94	3,3	2,81	2,95
LV	0,3	0,30	0,39	0,30	0,41
HV	0,03			0,05	0,03

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.54.

Tabel 5. 54 Arus Jenuh Rata-Rata pada lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 2

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	3,08	0,61
LV	0,34	0,34
HV	0,03	0,05
Total	3,46	1,01

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan timur Simpang KM Nol alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.55.

Tabel 5. 55 Arus Jenuh pada lengan Timur Simpang KM Nol Alternatif 2

Jenis Kendaraan	Random Seed 1	Random Seed 2	Random Seed 3	Random Seed 4	Random Seed 5
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	1,51	1,16	1,83	1,45	1,61
LV	0,22	0,35	0,09	0,25	0,25
HV					
MC	1,83	2,32	1,32	1,77	1,93
LV	0,03	0,03	0,35	0,19	0,16
HV					
MC	1,74	1,93	1,80	1,83	1,80
LV	0,16	0,19	0,22	0,06	0,16
HV					
MC	1,90	1,80	2	1,80	2,03
LV	0,19	0,19	0,06	0,25	0,06
HV					
Rata-rata					
MC	1,75	1,80	1,74	1,71	1,84
LV	0,15	0,19	0,18	0,19	0,16
HV					

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.56.

Tabel 5. 56 Arus Jenuh Rata-Rata pada lengan Timur Simpang KM Nol Alternatif 2

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	1,77	0,35
LV	0,17	0,17
HV		
Total	1,95	0,53

Berikut ini merupakan perhitungan kapasitas ruas jalan arah Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol pada jam puncak dengan menggunakan Persamaan 3.1.

1. Kapasitas kondisi *existing*

$$S = 0,591 \text{ smp/detik}$$

$$S = 2127,6 \text{ smp/jam}$$

$$g = 28 \text{ detik}$$

$$c = 113 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 2127,6 \times \left(\frac{28}{113}\right) \\ &= 527,19 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Kapasitas kondisi alternatif 1

$$S = 0,525 \text{ smp/detik}$$

$$S = 1890 \text{ smp/jam}$$

$$g = 38 \text{ detik}$$

$$c = 150 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 1890 \times \left(\frac{38}{150}\right) \\ &= 478,80 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3. Kapasitas kondisi alternatif 2

$$S = 0,532 \text{ smp/detik}$$

$$S = 1915,2 \text{ smp/jam}$$

$$g = 31 \text{ detik}$$

$$c = 135 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 1915,2 \times \left(\frac{31}{135}\right) \\ &= 439,78 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$



Berikut ini merupakan perhitungan kapasitas ruas jalan arah Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan kondisi pada jam puncak dengan menggunakan Persamaan 3.1.

1. Kapasitas kondisi *existing*

$$S = 1,227 \text{ smp/detik}$$

$$S = 4417,2 \text{ smp/jam}$$

$$g = 23 \text{ detik}$$

$$c = 150 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 4417,2 \times \left(\frac{23}{150}\right) \\ &= 677,30 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Kapasitas kondisi alternatif 1

$$S = 0,999 \text{ smp/detik}$$

$$S = 3596,4 \text{ smp/jam}$$

$$g = 36 \text{ detik}$$

$$c = 150 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 3596,4 \times \left(\frac{36}{150}\right) \\ &= 863,13 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3. Kapasitas kondisi alternatif 2

$$S = 1,012 \text{ smp/detik}$$

$$S = 3643,2 \text{ smp/jam}$$

$$g = 30 \text{ detik}$$

$$c = 135 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 3643,2 \times \left(\frac{30}{135}\right) \\ &= 809,6 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$



Tabel 5.57 merupakan hasil rekapitulasi perhitungan kapasitas pada ruas yang dikoordinasikan dengan kondisi *existing*, alternatif 1 dan alternatif 2 pada jam puncak.

Tabel 5. 57 Rekapitulasi Kapasitas Pada Ruas Jalan yang Dikoordinasikan
Kondisi Jam Puncak

Rute	<i>Existing</i> (smp/jam)	Alternatif 1 (smp/jam)	Alternatif 2 (smp/jam)
Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0	527,19	478,80	439,78
Simpang KM 0 ke Simpang Gondomanan	677,30	863,13	809,6

Nilai kapasitas ruas jalan jam puncak *existing* lengan timur Simpang KM Nol adalah 527,19 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas ruas jalan lengan barat Simpang Gondomanan adalah 677,30 smp/jam. Nilai kapasitas ruas jalan jam puncak alternatif 1 lengan Timur Simpang KM Nol adalah 478,8 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas ruas jalan lengan Barat Simpang Gondomanan adalah 863,13 smp/jam. Nilai kapasitas ruas jalan pada jam puncak alternatif 2 lengan Timur Simpang KM Nol adalah 439,78 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas ruas jalan lengan Barat Simpang Gondomanan adalah 809,6 smp/jam.

5.4.2 Kapasitas Jam Lengah

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan barat Simpang Gondomanan *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.58.

Tabel 5. 58 Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan *Existing*

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	0,95	1,43	1,04	1,78	1,04
LV	0,13	0,21	0,30	0,13	0,26
HV	0,04				0,08
MC	1,47	1,13	1,52	1,08	1,60
LV	0,17	0,34	0,39	0,47	0,43
HV	0,04				0,04
MC	1,13	1,52	1,13	1,69	1,56
LV	0,39	0,30	0,30	0,21	0,26
HV					0,04
MC	1,47	1,13	1,91	1,08	1,60
LV	0,39	0,21	0,17	0,26	0,30
HV					

Lanjutan Tabel 5. 58 Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan
Existing

Rata-rata					
MC	1,26	1,30	1,40	1,41	1,45
LV	0,27	0,27	0,29	0,27	0,31
HV	0,04				0,05

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.59.

Tabel 5. 59 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan
Existing

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	1,36	0,27
LV	0,28	0,2
HV	0,05	0,06
Total	1,70	0,62

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan timur Simpang KM Nol *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.60.

Tabel 5. 60 Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Existing

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	1,53	1,5	1,14	1,32	1,67
LV	0,10	0,25	0,17	0,21	0,21
HV	0,03	0,03	0,03	0,03	
MC	1,28	1,25	1,42	0,98	1,14
LV	0,10	0,14	0,14	0,14	0,10
HV	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03
MC	1,46	1,32	1,5	0,85	1
LV	0,03	0,14	0,14	0,25	0,10
HV		0,03		0,03	
MC	1,10	1,57	1,28	1,5	1,53
LV	0,17	0,28	0,10	0,17	0,17
HV					
Rata-rata					
MC	1,34	1,41	1,33	1,15	1,33
LV	0,10	0,20	0,14	0,19	0,15
HV	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.61.

Tabel 5. 61 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Existing

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	1,31	0,26
LV	0,16	0,16
HV	0,03	0,05
Total	1,51	0,47

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan barat Simpang Gondomanan alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.62.

Tabel 5. 62 Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	0,75	0,87	0,77	0,87	0,9
LV	0,17	0,1	0,2	0,15	0,27
HV					0,02
MC	0,8	0,92	0,82	1,05	1,02
LV	0,2	0,15	0,1	0,35	0,15
HV					0,05
MC	0,65	0,67	0,92	1,1	0,87
LV	0,22	0,12	0,17	0,15	0,2
HV			0,02		0,02
MC	0,97	0,95	0,75	0,87	0,92
LV	0,27	0,22	0,22	0,2	0,12
HV		0,02			
Rata-rata					
MC	0,79	0,85	0,81	0,97	0,93
LV	0,21	0,15	0,17	0,21	0,18
HV		0,02	0,02		0,03

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.63.

Tabel 5. 63 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 1

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	0,87	0,17
LV	0,18	0,18
HV	0,02	0,03
Total	1,09	0,39

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan timur Simpang KM Nol alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 5.64.

Tabel 5. 64 Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	0,85	0,7	0,97	0,8	0,82
LV	0,12	0,075	0,07	0,1	0,1
HV	0,02	0,025			0,02
MC	0,9	1	1,37	0,97	1,12
LV	0,17	0,1	0,17	0,12	0,12
HV	0,02		0,02	0,02	0,02
MC	0,85	1,07	1,22	0,97	1,02
LV	0,17	0,12	0,12	0,12	0,17
HV					
MC	1,02	0,8	1,2	0,9	1,07
LV	0,1	0,25	0,07	0,22	0,07
HV			0,02	0,02	0,02
Rata-rata					
MC	0,90	0,89	1,19	0,91	1,01
LV	0,14	0,13	0,11	0,14	0,11
HV	0,02		0,02	0,02	0,02

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.65.

Tabel 5. 65 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 1

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	0,98	0,19
LV	0,13	0,13
HV	0,02	0,02
Total	1,14	0,36

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan barat Simpang Gondomanan alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.66

Tabel 5. 66 Arus Jenuh Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 2

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	0,9	0,8	0,6	0,9	0,96
LV	0,36	0,1	0,3	0,36	0,33
HV					
MC	1,46	1,2	1,13	1,26	0,73
LV	0,2	0,2	0,3	0,2	0,36
HV					0,03
MC	1,06	0,63	0,86	0,83	1,03
LV	0,16	0,33	0,23	0,1	0,1
HV		0,03		0,06	0,03
MC	1,16	1	0,9	1,03	0,8
LV	0,1	0,13	0,26	0,26	0,3
HV	0,03	0,03			
Rata-rata					
MC	1,15	0,90	0,87	1,01	0,88
LV	0,20	0,19	0,27	0,23	0,28
HV	0,03	0,03		0,06	0,03

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.67.

Tabel 5. 67 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Barat Simpang Gondomanan Alternatif 2

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	0,96	0,19
LV	0,23	0,23
HV	0,04	0,05
Total	1,24	0,48

Tabel rata-rata perhitungan kendaraan selama nyala waktu hijau pada lengan timur Simpang KM Nol alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 5.68.

Tabel 5. 68 Arus Jenuh Pada Lengan Timur Simpang Km Nol Alternatif 2

Jenis Kendaraan	<i>Random Seed 1</i>	<i>Random Seed 2</i>	<i>Random Seed 3</i>	<i>Random Seed 4</i>	<i>Random Seed 5</i>
	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det	Kend/det
MC	1,05	0,82	0,82	0,88	0,88
LV	0,05	0,14	0,2	0,11	0,08
HV	0,02	0,02			
MC	0,82	1,02	0,85	0,94	1,02
LV	0,11	0,11	0,08	0,08	0,08
HV	0,02			0,08	0,05
MC	1,17	1,17	1,25	0,71	1,2
LV	0,14	0,08	0,08	0,22	0,08
HV		0,05			
MC	0,97	1,11	1,4	0,85	1,02
LV	0,14	0,11	0,08	0,14	0,05
HV				0,02	0,02
Rata-rata					
MC	1,01	1,03	1,08	0,85	1,03
LV	0,11	0,11	0,11	0,14	0,07
HV	0,02	0,04		0,05	0,04

Dari hasil *trial* perhitungan arus jenuh di atas, didapat hasil rata-rata arus jenuh kend/det dan smp/det yang terdapat pada Tabel 5.69.

Tabel 5. 69 Arus Jenuh Rata-Rata Pada Lengan Timur Simpang Km Nol**Alternatif 2**

Jenis Kendaraan	Rata-rata (Kend/det)	Rata-rata (smp/det)
MC	1,00	0,20
LV	0,11	0,11
HV	0,04	0,05
Total	1,15	0,36

Berikut ini merupakan perhitungan kapasitas ruas jalan arah Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol pada jam lengang dengan menggunakan Persamaan 3.1.

1. Kapasitas kondisi *existing*

$$S = 0,475 \text{ smp/detik}$$

$$S = 1710 \text{ smp/jam}$$

$$g = 28 \text{ detik}$$

$$c = 113 \text{ detik}$$

$$C = S \times \left(\frac{g}{c} \right)$$

$$= 1710 \times \left(\frac{28}{113} \right)$$

$$= 423,71 \text{ smp/jam}$$

2. Kapasitas kondisi alternatif 1

$$S = 0,36 \text{ smp/detik}$$

$$S = 1296 \text{ smp/jam}$$

$$g = 40 \text{ detik}$$

$$c = 150 \text{ detik}$$

$$C = S \times \left(\frac{g}{c} \right)$$

$$= 1296 \times \left(\frac{40}{150} \right)$$

$$= 345,6 \text{ smp/jam}$$

3. Kapasitas kondisi alternatif 2

$$S = 0,369 \text{ smp/detik}$$

$$S = 1328,4 \text{ smp/jam}$$

$$g = 35 \text{ detik}$$

$$c = 135 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 1328,4 \times \left(\frac{35}{135}\right) \\ &= 344,4 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan perhitungan kapasitas ruas jalan arah Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan pada jam lengang dengan menggunakan Persamaan 3.1.

1. Kapasitas kondisi *existing*

$$S = 0,624 \text{ smp/detik}$$

$$S = 2246,4 \text{ smp/jam}$$

$$g = 23 \text{ detik}$$

$$c = 150 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 2246,4 \times \left(\frac{23}{150}\right) \\ &= 344,44 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$



2. Kapasitas kondisi alternatif 1

$$S = 0,399 \text{ smp/detik}$$

$$S = 1436,4 \text{ smp/jam}$$

$$g = 40 \text{ detik}$$

$$c = 150 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\ &= 1436,4 \times \left(\frac{40}{150}\right) \\ &= 383,04 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3. Kapasitas kondisi alternatif 2

$$S = 0,485 \text{ smp/detik}$$

$$S = 1746 \text{ smp/jam}$$

$$g = 30 \text{ detik}$$

$$c = 135 \text{ detik}$$

$$C = S \times \left(\frac{g}{c} \right)$$

$$= 1746 \times \left(\frac{30}{135} \right)$$

$$= 388 \text{ smp/jam}$$

Tabel 5.70 merupakan hasil rekapitulasi perhitungan kapasitas pada ruas yang dikoordinasikan dengan kondisi *existing*, alternatif 1 dan alternatif 2 pada jam lengang.

Tabel 5. 70Tabel Rekapitulasi Kapasitas Pada Ruas Jalan yang Dikoordinasikan Kondisi Jam Lembang

Rute	<i>Existing</i> (smp/jam)	Alternatif 1 (smp/jam)	Alternatif 2 (smp/jam)
Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0	423,71	345,6	344,4
Simpang KM 0 ke Simpang Gondomanan	344,44	383,04	388,0

Nilai kapasitas pada ruas jalan jam lengang *existing* lengan Timur Simpang KM Nol adalah 423,71 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas ruas jalan lengan Barat Simpang Gondomanan adalah 344,44 smp/jam. Nilai kapasitas ruas jalan jam lengang alternatif 1 lengan Timur Simpang KM Nol adalah 345,6 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas ruas jalan lengan Barat Simpang Gondomanan sebesar 383,04 smp/jam. Nilai kapasitas ruas jalan jam lengang alternatif 2 lengan Timur Simpang KM Nol adalah 344,4 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas ruas jalan lengan Barat Simpang Gondomanan adalah 388,0 smp/jam.

5.5 Pembahasan Kinerja Perancangan Koordinasi Sinyal

Kinerja yang direncanakan adalah kinerja yang terdapat pada arus utama saja yaitu arus dari Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol dan dari Simpang KM

Nol ke Simpang Gondomanan. Rekapitulasi nilai tundaan dapat dilihat pada Tabel 5.71 berikut ini.

Tabel 5. 71 Rekapitulasi Nilai Tundaan (detik) Hasil Evaluasi VISSIM Periode Jam Puncak dan Jam Lengah

Rute	Periode Jam Puncak				
	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Selisih 1 (<i>Existing</i> - Aternatif 1)	Selisih 2 (<i>Existing</i> - Aternatif 2)
	Tundaan (detik)	Tundaan (detik)	Tundaan (detik)	%	%
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	23,25	21,89	25,34	5,85	-8,98
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	20,73	11,94	15,99	42,40	22,86
Rute	Periode Jam Lengah				
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	24,46	10,09	19,82	58,75	18,97
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	23,21	25,06	22,40	-7,97	3,50

Berikut ini Tabel 5.72 dan Tabel 5.73 merupakan rekapitulasi kapasitas pada ruas jalan yang dikoordinasikan

Tabel 5. 72 Rekapitulasi Nilai Kapasitas (smp/jam) Hasil Evaluasi VISSIM Periode Jam Puncak

Rute	Periode Jam Puncak				
	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Selisih 1 (<i>Existing</i> - Aternatif 1)	Selisih 2 (<i>Existing</i> - Aternatif 2)
	Kapasitas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	%	%
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	527,19	478,80	439,78	-9,17	-16,58
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	677,30	863,13	809,6	27,43	19,53

Tabel 5. 73 Rekapitulasi Nilai Kapasitas (smp/jam) Hasil Evaluasi VISSIM Periode Jam Lengah

Rute	Periode Jam Lengah				
	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Selisih 1 (<i>Existing</i> - Aternatif 1)	Selisih 2 (<i>Existing</i> - Aternatif 2)
	Kapasitas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	%	%
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	423,71	345,6	344,4	-18,43	-18,71
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	344,44	383,04	388	11,20	12,64

Berikut ini Tabel 5.74 merupakan rekapitulasi kecepatan pada ruas jalan yang dikoordinasikan.

Tabel 5. 74 Rekapitulasi Nilai Kecepatan (Km/jam) Hasil Evaluasi VISSIM Periode Jam Puncak dan Jam Lengah

Rute	Periode Jam Puncak				
	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Selisih 1 (<i>Existing</i> - Aternatif 1)	Selisih 2 (<i>Existing</i> - Aternatif 2)
	Kecepatan Perjalanan (km/jam)	Kecepatan Perjalanan (km/jam)	Kecepatan Perjalanan (km/jam)	%	%
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	24,16	24,61	24,36	1,86	0,83
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	23,03	24,27	24,11	5,38	4,69
Rute	Periode Jam Lengah				
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	30,68	32,86	32,43	7,11	5,70
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	31,82	33,75	33,42	6,06	5,03

Berikut ini tabel 5.75 dan 5.76 merupakan rekapitulasi tingkat pelayanan pada ruas jalan yang dikoordinasikan.

Tabel 5. 75 Rekapitulasi Tingkat Pelayanan Simpang Periode Jam Puncak dan Jam Lembang

Rute	Periode Jam Puncak		
	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2
	Tingkat Pelayanan	Tingkat Pelayanan	Tingkat Pelayanan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	C	C	C
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	C	B	B
Rute	Periode Jam Lembang		
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	C	B	B
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	C	C	C

Tabel 5. 76 Rekapitulasi Tingkat Pelayanan Berdasarkan Kecepatan Periode Jam Puncak dan Jam Lembang

Rute	Periode Jam Puncak		
	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2
	Tingkat Pelayanan	Tingkat Pelayanan	Tingkat Pelayanan
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	E	E	E
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	E	E	E
Rute	Periode Jam Lembang		
Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol	D	D	D
Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan	D	C	C

Berdasarkan Tabel 5.71 Kondisi jam puncak dan jam lengang di atas, didapat nilai tundaan pada kondisi *existing*, kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama, dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua. Hasil nilai tundaan pada kondisi *existing* dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam puncak mengalami penurunan 5,85 % dari kondisi *existing* sebesar 23,25 detik menjadi 21,89 detik, nilai tundaan pada rute Simpang KM

Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami penurunan 42,40 % dari kondisi *existing* sebesar 20,73 detik menjadi 11,94 detik. Nilai tundaan rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang mengalami penurunan 58,75 % dari kondisi *existing* sebesar 24,26 detik menjadi 10,09 detik, sedangkan nilai tundaan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 7,97 % detik dari kondisi *existing* sebesar 23,21 detik menjadi 25,06 detik.

Hasil nilai tundaan pada kondisi *existing* dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam puncak mengalami kenaikan 8,98 % dari kondisi *existing* sebesar 23,25 detik menjadi 25,34 detik, nilai tundaan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami penurunan 22,86 % dari kondisi *existing* sebesar 20,73 detik menjadi 15,99 detik. Nilai tundaan rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang mengalami penurunan 18,97 % dari kondisi *existing* sebesar 24,26 detik menjadi 19,82 detik, sedangkan nilai tundaan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami penurunan 3,50 % dari kondisi *existing* sebesar 23,21 detik menjadi 22,40 detik.

Berdasarkan Tabel 5.72 dan Tabel 5.73 Kondisi jam puncak dan jam lengang di atas, didapat nilai kapasitas pada kondisi *existing*, kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama, dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua. Hasil nilai kapasitas pada kondisi *existing* dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam puncak mengalami penurunan 9,17% dari kondisi *existing* sebesar 527,19 smp/jam menjadi 478,80 smp/jam, nilai kapasitas pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 27,43 % dari kondisi *existing* sebesar 677,30 smp/jam menjadi 863,13 smp/jam. Nilai kapasitas rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang mengalami penurunan

18,43 % dari kondisi *existing* sebesar 423,71 smp/jam menjadi 345,6 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 11,20 % dari kondisi *existing* sebesar 344,44 smp/jam menjadi 383,04 smp/jam.

Hasil nilai kapasitas pada kondisi *existing* dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam puncak mengalami penurunan 16,58% dari kondisi *existing* sebesar 527,19 smp/jam menjadi 439,78 smp/jam, nilai kapasitas pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 19,53 % dari kondisi *existing* sebesar 677,30 smp/jam menjadi 809,6 smp/jam. Nilai kapasitas rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang mengalami penurunan 18,71% dari kondisi *existing* sebesar 423,71 smp/jam menjadi 344,4 smp/jam, sedangkan nilai kapasitas pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 12,64 % dari kondisi *existing* sebesar 344,44 smp/jam menjadi 388 smp/jam.

Berdasarkan Tabel 5.74 didapat nilai kecepatan pada kondisi *existing*, kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama, dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua. Hasil nilai kecepatan pada kondisi *existing* dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam puncak mengalami kenaikan 1,86 % dari kondisi *existing* sebesar 24,16 km/jam menjadi 24,61 km/jam, nilai kecepatan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 5,38 % dari kondisi *existing* sebesar 23,03 km/jam menjadi 24,27 km/jam. Nilai kecepatan rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang mengalami kenaikan 7,11 % dari kondisi *existing* sebesar 30,68 km/jam menjadi 32,86 km/jam, sedangkan nilai kecepatan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 6,06 % dari kondisi *existing* sebesar 31,82 km/jam menjadi 33,75 km/jam.

Hasil nilai kecepatan pada kondisi *existing* dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam puncak mengalami kenaikan 0,83 % dari kondisi *existing* sebesar 24,16 km/jam menjadi 24,36 km/jam, nilai kecepatan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 4,69 % dari kondisi *existing* sebesar 23,03 km/jam menjadi 24,11 km/jam. Nilai kecepatan rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang mengalami kenaikan 5,70 % dari kondisi *existing* sebesar 30,68 km/jam menjadi 32,43 km/jam, sedangkan nilai kecepatan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) mengalami kenaikan 5,03 % dari kondisi *existing* sebesar 31,82 km/jam menjadi 33,42 km/jam.

Berdasarkan Tabel 5.75 didapat nilai tingkat pelayanan simpang pada kondisi *existing*, kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama, dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua. Hasil nilai tingkat pelayanan simpang pada kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama dan alternatif kedua pada rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam puncak yaitu tetap C sama seperti kondisi *existing* yang nilai tingkat pelayanannya juga C. Nilai tingkat pelayanan simpang pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) kondisi *existing* yaitu C, dan tingkat pelayanan kondisi alternatif 1 dan 2 meningkat ke B. Nilai tingkat pelayanan pada kondisi *existing* pada rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang yaitu C, dan tingkat pelayanan kondisi alternatif 1 dan 2 meningkat menjadi B. Nilai tingkat pelayanan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) yaitu tetap sama C dari kondisi *existing* yang nilai tingkat pelayanannya juga C.

Berdasarkan Tabel 5.76 didapat nilai tingkat pelayanan pada ruas jalan kondisi *existing*, kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama, dan kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif kedua. Hasil nilai tingkat pelayanan ruas pada kondisi koordinasi sinyal dengan alternatif pertama dan alternatif kedua pada rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi

jam puncak yaitu tetap E sama seperti kondisi *existing* yang nilai tingkat pelayanannya juga E. Nilai tingkat pelayanan ruas pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) kondisi *existing* yaitu E, dan tingkat pelayanan kondisi alternatif 1 dan 2 adalah E. Nilai tingkat pelayanan pada kondisi *existing* pada rute Simpang Gondomanan ke Simpang KM Nol (arah Timur ke Barat) pada kondisi jam lengang yaitu D, dan tingkat pelayanan kondisi alternatif 1 dan 2 yaitu D. Nilai tingkat pelayanan pada rute Simpang KM Nol ke Simpang Gondomanan (arah Barat ke Timur) kondisi *existing* yaitu D dan nilai tingkat pelayanannya kondisi alternatif 1 dan 2 adalah C.

Dari perencanaan koordinasi alternatif 1 dan 2 pada jam puncak dan jam lengang yang paling terbaik adalah alternatif pertama. Pada alternatif pertama digunakan waktu siklus 150 detik. Lengan yang dikoordinasikan yaitu Simpang Gondomanan ke Simpang KM 0 (lengan Timur Gondomanan ke lengan Timur KM 0) dan Simpang KM 0 ke Simpang Gondomanan (lengan Barat KM 0 ke lengan Barat Gondomanan) memiliki hasil penurunan nilai tundaan, kecepatan rata-rata yang meningkat. Kapasitas ruas jalan pada lengan Barat Simpang Gondomanan lebih baik kondisi alternatif pertama terhadap kondisi *existing* dan kondisi alternatif kedua, dan nilai tundaan pada lengan Timur Simpang KM Nol lebih baik alternatif pertama daripada kondisi *existing* dan alternatif kedua. Nilai tingkat pelayanan simpang dan ruas jalan dari kondisi *existing*, alternatif pertama dan alternatif kedua terdapat peningkatan pada tingkat pelayanannya, namun terdapat peningkatan yang lebih baik pada kecepatan rata-rata pada alternatif pertama.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari analisis dan perancangan koordinasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, yaitu sebagai berikut

1. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan diperoleh jam puncak pada Simpang Gondomanan yaitu hari Senin jam 16.15-17.15 dengan volume lalu lintas 4547,2 smp/jam dan Simpang KM Nol hari Senin jam 16.00-17.00 dengan volume lalu lintas 3503 smp/jam, sedangkan jam lengang Simpang Gondomanan yaitu hari Sabtu jam 06.00-07.00 dengan volume lalu lintas 2636,9 smp/jam dan Simpang KM Nol hari Sabtu jam 06.00-07.00 dengan volume lalu lintas 1715,9 smp/jam.
2. Hasil analisis kondisi *existing* Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol belum terkoordinasikan karena waktu siklus kedua simpang masih berbeda.
3. Hasil evaluasi tingkat pelayanan kondisi *existing* pada jam sibuk di Simpang Gondomanan pada lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat berturut-turut adalah D, B, C, dan C. Sedangkan di Simpang KM Nol tingkat pelayanan pada lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat berturut-turut adalah C,C, B, dan B. Pada jam lengang tingkat pelayanan di Simpang Gondomanan pada lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat adalah D, C, B, dan C. Sedangkan di Simpang KM Nol tingkat pelayanan pada lengan Utara, Timur, Selatan, dan Barat berturut-turut adalah B, C, B, dan B.
4. Dari perencanaan koordinasi alternatif pertama dan kedua untuk kondisi jam puncak dan jam lengang yang paling terbaik adalah alternatif pertama dengan waktu siklus 150 detik. Karena pada alternatif pertama ini, lengan yang dikoordinasikan yaitu lengan Barat Simpang Gondomanan dan lengan Timur Simpang KM Nol memiliki hasil penurunan nilai tundaan, kecepatan rata-rata yang meningkat.

6.2 Saran

Dari kesimpulan di atas, maka dapat diajukan beberapa saran dari penulis yaitu:

1. Simpang Gondomanan dan Simpang KM Nol dapat dikoordinasikan dengan menggunakan waktu siklus *existing* Simpang Gondomanan karena dapat menurunkan nilai tundaan dan menambah nilai kecepatan kendaraan yang melewati dua simpang tersebut
2. Penelitian selanjutnya pada kedua simpang dapat dilakukan perbandingan konsumsi bahan bakar pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan koordinasi sinyal.



DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 2001. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 4th ed. Washington D.C.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Bina Karya. Jakarta.
- Falahuddin, F. 2018. *Evaluasi Dan Desain Ulang Simpang 0 KM Yogyakarta Dengan Bundaran. Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Gustavsson, F. 2007. *New Transportation Research Progress*. Nova Science Publishers. New York.
- Hobbs, F. D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Husna, B.N. 2016. *Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Di Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Yogyakarta. Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Islamy, N.R. 2017. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jembatan Wreksodiningrat). Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Khisty, C.J dan Lall, B.K. 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- Munawar, A. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Papacostas, C.S . 2001. *Transportation Engineering and Planing Third Edition*. Prentice Hall Inc. USA.
- Papacostas, C.S dan Prevedouros, P.D. 2005. *Transportation Engineering and Planing*. Prentice Hall Inc. Singapura.
- Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang-Undang No 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Dewan Perwakilan Rakyat Indonesia. Jakarta.
- Planing Transport Verkehr AG. 2011. *VISSIM 5.30-05 User Manual*. Karlsruhe.

- Pratama, A. 2017. Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal APMD Di Jalan Timoho Yogyakarta Menggunakan Metode MKJI 1997. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ramadhan, A.A. 2016. Analisis Koordinasi Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang UNY Dan Simpang Demangan). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Robertson, D.I., Lucas, C.F., dan Baker, R.T. (1980). Coordinating Traffic Signalsto Reduce Fuel Consumption. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, 17 p.
- Shane. Mc.W.R dan Roess. R.P. 1990. *Traffic Engineering*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Sukarno. 2018. Manajemen Lalu Lintas. *Materi Kuliah Manajemen Lalu Lintas*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Taylor, M. dan Young, W. 1996. *Understanding Traffic System*. Averbury Technical. Sydney.
- Transportation Research Board. 2000. *Highway Capacity Manual(HCM). National Research Council*. Washington, D.C.
- Transportation Research Board. 2010. *Highway Capacity Manual(HCM). National Research Council*. Washington, D.C.
- Zainuri, M.A. 2018. Koordinasi Sinyal Antar Simpang BPK Dan Simpang Badran Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

LAMPIRAN 1



Tabel L-1. 1Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan			Hari : Senin						
Waktu	Utara - Barat			Utara - Selatan			Utara – Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	70	9	0	78	32	0	12	2	0
06.15-06.30	72	10	1	149	37	0	15	1	0
06.30-06.45	176	35	0	237	31	0	22	4	0
06.45-07.00	192	26	0	285	39	0	26	6	0
07.00-07.15	108	16	0	228	64	0	7	5	0
07.15-07.30	80	19	1	248	100	1	19	7	0
07.30-07.45	66	19	0	347	23	1	31	10	0
07.45-08.00	96	13	1	252	21	1	36	3	1
08.00-08.15	98	10	2	230	39	1	34	8	1
08.15-08.30	89	14	0	245	38	1	21	8	1
08.30-08.45	85	21	2	215	36	1	33	4	1
08.45-09.00	94	12	1	198	52	1	32	13	1
Total	1226	204	8	2712	512	7	288	71	5
11.00-11.15	60	6	1	210	55	0	32	7	0
11.15-11.30	112	25	0	241	67	1	33	10	0
11.30-11.45	109	33	1	217	72	0	38	11	0
11.45-12.00	78	45	1	216	69	0	39	13	0
12.00-12.15	78	18	2	174	95	1	26	16	0
12.15-12.30	93	67	0	189	37	1	18	11	1
12.30-12.45	104	21	1	213	54	0	26	12	0
12.45-13.00	73	26	1	194	44	1	26	13	1
13.00-13.15	123	53	2	222	57	0	21	10	0
13.15-13.30	90	16	1	203	60	3	28	10	1
13.30-13.45	85	16	1	205	71	0	27	13	0
13.45-14.00	121	35	2	218	35	1	32	11	0
Total	1126	361	13	2502	716	8	346	137	3
15.30-15.45	123	28	1	270	60	0	30	9	1
15.45-16.00	122	30	0	266	62	0	32	9	1
16.00-16.15	129	31	0	359	71	0	40	9	1
16.15-16.30	126	29	1	275	66	0	34	13	0
16.30-16.45	93	20	2	403	54	0	30	11	0
16.45-17.00	110	25	2	350	65	0	30	7	0
17.00-17.15	148	24	1	301	48	0	21	7	0
17.15-17.30	118	14	1	319	51	1	27	8	0
17.30-17.45	115	19	1	336	57	1	21	9	0
17.45-18.00	87	16	0	265	47	0	22	8	0
Total	1171	236	9	3144	58	2	287	90	3

Tabel L-1. 2Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan			Hari : Senin						
Waktu	Selatan - Barat			Selatan-Utara			Selatan- Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	51	7	1	209	33	0	180	19	0
06.15-06.30	53	6	0	334	42	1	176	20	0
06.30-06.45	57	9	2	325	68	0	194	21	0
06.45-07.00	64	8	2	599	27	0	409	22	0
07.00-07.15	12	4	0	526	53	0	439	22	0
07.15-07.30	17	4	2	452	54	1	458	31	0
07.30-07.45	15	8	2	524	50	1	467	28	0
07.45-08.00	5	4	1	397	61	0	367	26	0
08.00-08.15	22	8	1	345	43	2	317	19	0
08.15-08.30	22	2	1	326	37	0	221	25	0
08.30-08.45	17	1	2	371	58	1	264	7	0
08.45-09.00	16	6	1	356	37	2	285	22	0
Total	351	67	15	4764	563	8	3777	262	0
11.00-11.15	10	0	1	220	25	8	170	30	0
11.15-11.30	34	5	3	228	60	0	190	34	0
11.30-11.45	24	12	0	242	45	0	254	35	2
11.45-12.00	25	6	1	234	42	1	168	43	0
12.00-12.15	24	10	2	203	51	1	165	39	1
12.15-12.30	25	8	0	249	73	1	175	31	0
12.30-12.45	23	13	2	274	62	1	204	28	1
12.45-13.00	29	11	1	170	41	0	148	45	0
13.00-13.15	25	11	1	260	59	0	189	35	1
13.15-13.30	39	5	2	248	65	1	240	39	0
13.30-13.45	23	11	3	268	69	0	204	35	1
13.45-14.00	40	7	1	228	48	0	179	30	2
Total	321	99	17	2824	640	1	2286	424	8
15.30-15.45	40	7	0	288	49	1	222	30	0
15.45-16.00	32	9	1	230	52	3	240	29	0
16.00-16.15	67	6	0	270	47	2	211	39	2
16.15-16.30	52	3	1	255	43	2	174	33	2
16.30-16.45	33	10	2	198	59	3	215	26	2
16.45-17.00	41	3	0	185	46	0	190	29	3
17.00-17.15	51	8	3	234	40	0	404	43	3
17.15-17.30	34	10	2	147	26	0	239	24	3
17.30-17.45	31	9	1	212	49	0	168	22	3
17.45-18.00	22	6	2	200	58	1	204	26	3
Total	403	71	12	2219	469	12	2267	301	21

Tabel L-1.3 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan				Hari : Senin					
Waktu	Barat-Utara			Barat-Timur			Barat-Selatan		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	153	23	1	331	50	0	80	7	1
06.15-06.30	177	28	0	430	52	1	85	12	0
06.30-06.45	150	27	0	522	52	2	134	14	1
06.45-07.00	189	29	1	682	62	3	145	32	1
07.00-07.15	212	22	0	680	71	2	120	35	0
07.15-07.30	229	41	1	647	71	3	113	53	1
07.30-07.45	207	36	2	103	78	3	124	22	2
07.45-08.00	170	42	1	152	50	2	119	16	1
08.00-08.15	167	33	2	232	54	1	139	17	1
08.15-08.30	155	38	0	94	26	3	115	17	4
08.30-08.45	149	41	2	245	66	2	97	15	2
08.45-09.00	155	38	3	167	58	2	127	25	2
Total	2113	398	13	4285	690	24	1398	265	16
11.00-11.15	132	66	2	244	81	0	113	21	2
11.15-11.30	151	63	1	363	90	1	148	30	1
11.30-11.45	147	74	4	318	79	3	150	37	3
11.45-12.00	137	54	2	284	70	3	125	36	1
12.00-12.15	164	57	1	315	80	3	153	36	1
12.15-12.30	177	52	3	329	102	5	146	41	1
12.30-12.45	149	56	3	288	85	6	158	35	2
12.45-13.00	138	82	2	306	56	2	142	36	1
13.00-13.15	163	65	2	342	92	2	179	29	3
13.15-13.30	168	65	2	271	65	4	141	27	1
13.30-13.45	166	85	0	338	77	2	182	45	1
13.45-14.00	160	58	2	255	78	3	133	26	2
Total	1852	777	24	3653	955	34	1770	399	19
15.30-15.45	146	50	2	423	83	3	241	41	3
15.45-16.00	148	56	2	512	79	2	281	52	0
16.00-16.15	155	37	4	524	60	1	373	71	2
16.15-16.30	118	46	0	441	71	3	254	88	2
16.30-16.45	155	58	3	457	84	3	233	108	3
16.45-17.00	126	49	1	388	62	2	200	69	0
17.00-17.15	160	38	3	360	52	3	252	51	3
17.15-17.30	162	39	1	328	61	2	143	41	1
17.30-17.45	129	38	2	326	60	2	251	11	1
17.45-18.00	132	47	0	266	41	3	94	13	1
Total	1431	458	18	4025	653	24	2322	545	16

Tabel L-1.4 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan				Hari : Senin					
Waktu	Timur-Utara			Timur-Selatan			Timur-Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	30	4	0	279	21	0	203	48	2
06.15-06.30	33	6	0	270	25	0	210	53	1
06.30-06.45	46	10	0	282	24	1	320	57	3
06.45-07.00	93	8	1	311	27	0	450	45	1
07.00-07.15	89	17	1	324	29	1	260	47	2
07.15-07.30	105	16	2	295	27	0	288	28	0
07.30-07.45	131	11	3	272	30	0	283	29	2
07.45-08.00	95	10	0	298	27	0	345	33	2
08.00-08.15	113	16	0	239	39	0	233	51	1
08.15-08.30	116	21	4	233	31	1	246	38	3
08.30-08.45	126	30	1	242	40	2	194	43	4
08.45-09.00	102	26	3	275	28	1	205	56	4
Total	1079	175	15	3320	348	6	3237	528	25
11.00-11.15	49	6	1	158	35	2	210	31	2
11.15-11.30	110	8	2	298	53	3	206	47	2
11.30-11.45	41	10	1	236	54	1	203	49	7
11.45-12.00	104	9	0	261	45	1	206	50	2
12.00-12.15	77	15	0	229	43	2	258	50	3
12.15-12.30	113	17	0	316	45	1	246	50	6
12.30-12.45	87	12	1	169	40	3	305	63	1
12.45-13.00	106	11	0	300	60	3	212	38	1
13.00-13.15	119	15	1	264	59	5	372	73	2
13.15-13.30	115	11	0	341	74	2	230	69	6
13.30-13.45	100	15	0	316	53	1	241	51	3
13.45-14.00	117	21	1	239	42	5	235	63	2
Total	1138	150	7	3127	603	29	2924	634	37
15.30-15.45	52	27	0	541	72	0	234	12	0
15.45-16.00	102	20	1	510	57	0	370	18	0
16.00-16.15	88	34	1	581	62	0	512	70	1
16.15-16.30	70	26	1	698	52	2	556	75	3
16.30-16.45	90	29	1	490	97	1	432	51	1
16.45-17.00	77	21	2	560	43	1	431	29	0
17.00-17.15	90	15	2	531	52	0	449	13	0
17.15-17.30	80	17	2	607	54	0	383	57	1
17.30-17.45	160	23	2	400	56	0	396	45	2
17.45-18.00	62	25	2	315	53	0	292	30	2
Total	871	237	14	5223	598	4	4055	400	10

Tabel L-1.5 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang KM Nol			Hari : Senin						
Waktu	Utara - Barat			Utara - Selatan			Utara - Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	80	20	0	50	15	0	78	39	0
06.15-06.30	70	22	0	60	16	0	76	35	0
06.30-06.45	72	25	0	70	17	1	79	40	1
06.45-07.00	71	17	0	80	22	1	80	42	0
07.00-07.15	72	19	0	82	19	0	82	41	2
07.15-07.30	59	20	2	77	18	0	100	55	2
07.30-07.45	71	21	1	88	22	0	120	58	3
07.45-08.00	78	22	0	90	20	1	117	49	3
08.00-08.15	108	28	1	92	25	0	100	35	2
08.15-08.30	129	23	3	98	20	0	109	40	3
08.30-08.45	111	32	2	99	33	0	117	41	4
08.45-09.00	127	31	3	119	27	1	99	52	1
Total	1048	280	12	1005	254	4	1157	527	21
11.00-11.15	103	18	2	107	35	0	120	70	0
11.15-11.30	105	17	1	120	34	0	119	78	0
11.30-11.45	100	19	1	130	39	0	130	80	1
11.45-12.00	120	25	2	140	41	0	155	90	2
12.00-12.15	142	42	1	117	40	0	152	110	3
12.15-12.30	139	45	2	126	47	0	167	113	4
12.30-12.45	137	63	1	156	31	1	127	122	6
12.45-13.00	115	44	1	99	42	0	172	103	2
13.00-13.15	142	56	2	125	39	1	191	101	5
13.15-13.30	130	47	2	143	43	0	171	102	4
13.30-13.45	189	64	2	112	31	0	120	105	1
13.45-14.00	161	50	1	126	30	0	154	84	3
Total	1583	490	18	1501	452	2	1778	1158	31
15.30-15.45	200	58	0	244	32	0	250	81	0
15.45-16.00	207	55	0	255	39	0	235	82	1
16.00-16.15	211	54	1	262	35	1	255	83	1
16.15-16.30	209	28	1	299	37	0	257	74	1
16.30-16.45	276	41	2	223	32	0	234	68	2
16.45-17.00	204	36	1	258	29	0	233	87	4
17.00-17.15	221	43	2	274	41	0	215	85	2
17.15-17.30	215	49	2	219	37	0	187	86	1
17.30-17.45	169	42	1	216	29	0	133	50	1
17.45-18.00	108	33	4	136	26	0	154	68	2
Total	2020	439	14	2386	337	1	2153	764	15

Tabel L-1.6 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang KM Nol				Hari : Senin		
Waktu	Timur-Selatan			Timur-Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	52	8	0	170	40	1
06.15-06.30	54	11	0	180	36	0
06.30-06.45	58	10	0	177	32	0
06.45-07.00	62	15	0	185	30	0
07.00-07.15	67	16	0	186	31	2
07.15-07.30	69	13	0	190	22	1
07.30-07.45	70	15	1	200	32	1
07.45-08.00	54	13	0	255	51	1
08.00-08.15	55	14	0	260	59	3
08.15-08.30	63	15	0	261	61	5
08.30-08.45	58	14	0	255	56	3
08.45-09.00	79	17	1	263	55	3
Total	741	161	2	2582	505	20
11.00-11.15	82	32	0	230	67	3
11.15-11.30	80	35	0	245	56	7
11.30-11.45	87	31	0	271	54	2
11.45-12.00	92	26	0	256	80	5
12.00-12.15	83	24	0	263	90	5
12.15-12.30	77	27	0	251	100	8
12.30-12.45	78	23	1	233	107	11
12.45-13.00	92	23	0	324	88	7
13.00-13.15	82	23	0	217	85	6
13.15-13.30	103	25	0	297	69	5
13.30-13.45	87	26	0	324	60	9
13.45-14.00	84	28	1	345	76	7
Total	1027	323	2	3256	932	75
15.30-15.45	131	20	3	520	82	3
15.45-16.00	125	22	0	517	83	4
16.00-16.15	120	24	0	536	89	6
16.15-16.30	151	27	1	592	92	4
16.30-16.45	120	23	0	427	73	4
16.45-17.00	153	24	0	532	115	10
17.00-17.15	114	17	0	419	92	5
17.15-17.30	106	29	0	413	106	3
17.30-17.45	133	23	0	381	80	5
17.45-18.00	112	19	0	315	61	3
Total	1265	228	4	4652	873	47

Tabel L-1.7 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Waktu	Simpang KM Nol			Hari : Senin		
	Barat-Timur			Barat-Selatan		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	276	48	2	35	2	0
06.15-06.30	270	50	3	31	3	1
06.30-06.45	280	56	2	37	4	0
06.45-07.00	300	62	0	40	7	0
07.00-07.15	302	68	2	36	8	0
07.15-07.30	392	55	1	38	3	1
07.30-07.45	423	67	2	40	5	0
07.45-08.00	435	68	3	41	5	0
08.00-08.15	471	60	1	48	7	0
08.15-08.30	463	59	2	51	5	1
08.30-08.45	413	66	2	31	5	0
08.45-09.00	351	75	11	46	3	0
Total	4376	734	31	474	57	3
11.00-11.15	289	72	3	35	8	0
11.15-11.30	300	63	6	32	9	0
11.30-11.45	308	62	4	40	10	0
11.45-12.00	318	65	5	41	11	0
12.00-12.15	343	65	7	47	14	0
12.15-12.30	332	67	8	44	10	0
12.30-12.45	370	69	5	38	16	0
12.45-13.00	297	67	5	36	11	0
13.00-13.15	316	79	5	32	12	1
13.15-13.30	392	81	5	17	4	0
13.30-13.45	353	90	2	54	17	0
13.45-14.00	448	59	4	44	4	0
Total	4066	839	59	460	126	1
15.30-15.45	380	45	2	45	8	0
15.45-16.00	375	39	2	51	7	0
16.00-16.15	356	52	5	53	8	0
16.15-16.30	437	50	2	65	9	0
16.30-16.45	556	49	3	83	7	0
16.45-17.00	400	44	1	54	7	0
17.00-17.15	387	64	5	53	10	0
17.15-17.30	348	83	3	56	7	0
17.30-17.45	350	68	2	56	7	0
17.45-18.00	355	39	1	48	3	0
Total	3944	533	26	564	73	0

Tabel L-1.8 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Waktu	Simpang KM Nol			Hari : Senin		
	Selatan-Barat			Selatan-Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	170	43	0	187	12	0
06.15-06.30	179	45	1	192	13	1
06.30-06.45	180	55	0	200	21	0
06.45-07.00	270	56	0	214	20	0
07.00-07.15	300	58	1	225	22	0
07.15-07.30	287	49	0	204	18	0
07.30-07.45	277	48	1	210	28	0
07.45-08.00	302	60	1	200	29	2
08.00-08.15	301	50	0	212	27	0
08.15-08.30	323	55	0	209	27	0
08.30-08.45	229	57	2	198	29	0
08.45-09.00	262	55	1	173	40	1
Total	3080	631	7	2424	286	4
11.00-11.15	200	55	1	150	40	0
11.15-11.30	187	57	0	149	45	0
11.30-11.45	198	55	0	155	42	0
11.45-12.00	188	52	1	158	45	3
12.00-12.15	221	63	0	150	45	0
12.15-12.30	270	75	4	164	48	1
12.30-12.45	211	79	0	219	54	0
12.45-13.00	205	64	1	169	52	0
13.00-13.15	212	69	1	151	44	0
13.15-13.30	247	75	0	129	47	2
13.30-13.45	231	59	1	192	68	0
13.45-14.00	200	70	1	162	39	0
Total	2570	773	10	1948	569	6
15.30-15.45	267	58	1	155	37	0
15.45-16.00	288	61	0	169	33	0
16.00-16.15	290	57	0	161	28	0
16.15-16.30	319	52	0	186	40	2
16.30-16.45	254	62	1	149	31	0
16.45-17.00	281	61	0	122	42	0
17.00-17.15	260	56	0	113	32	0
17.15-17.30	283	68	0	125	32	0
17.30-17.45	249	59	0	130	34	2
17.45-18.00	178	45	0	127	31	0
Total	2669	579	2	1437	340	4

Tabel L-1.9 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan							Hari : Sabtu		
Waktu	Utara - Barat			Utara - Selatan			Utara - Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	80	9	0	79	32	0	12	2	0
06.15-06.30	70	10	1	140	31	0	15	1	0
06.30-06.45	72	12	0	152	33	1	16	1	1
06.45-07.00	71	13	1	160	34	1	18	2	0
07.00-07.15	110	13	0	166	33	3	19	3	1
07.15-07.30	59	14	1	154	21	0	20	4	0
07.30-07.45	71	13	0	145	26	10	24	3	1
07.45-08.00	78	8	1	196	37	1	28	5	0
08.00-08.15	76	14	0	163	47	3	8	3	0
08.15-08.30	68	11	1	133	48	3	25	5	0
08.30-08.45	92	12	2	154	46	2	23	8	0
08.45-09.00	87	22	0	135	41	1	25	11	0
Total	934	151	7	1777	429	25	233	48	3
11.00-11.15	61	18	2	107	55	0	20	5	0
11.15-11.30	98	17	3	186	60	1	21	6	0
11.30-11.45	57	19	5	242	49	2	25	8	1
11.45-12.00	75	25	6	153	74	2	33	6	2
12.00-12.15	75	28	5	194	80	2	15	10	2
12.15-12.30	91	26	2	214	64	2	21	5	4
12.30-12.45	57	27	2	181	54	2	31	17	4
12.45-13.00	77	25	2	184	49	0	23	12	5
13.00-13.15	52	26	3	110	68	2	20	8	5
13.15-13.30	50	13	0	208	58	1	34	18	5
13.30-13.45	67	21	1	165	59	1	17	13	5
13.45-14.00	49	16	1	191	53	0	19	14	5
Total	809	261	32	2135	723	15	279	122	38
15.30-15.45	57	26	0	213	55	1	22	8	1
15.45-16.00	53	19	1	294	62	2	24	9	0
16.00-16.15	100	11	0	271	58	0	35	7	0
16.15-16.30	124	19	4	278	73	1	26	26	0
16.30-16.45	95	30	3	279	45	4	34	25	1
16.45-17.00	143	32	2	203	54	1	30	8	0
17.00-17.15	114	33	3	219	51	0	42	6	0
17.15-17.30	137	38	0	157	21	0	17	7	0
17.30-17.45	129	38	4	242	30	0	19	6	1
17.45-18.00	89	32	5	95	23	2	30	9	0
Total	1041	278	22	2251	472	11	279	111	3

Tabel L-1.10 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan							Hari : Sabtu		
Waktu	Selatan - Barat			Selatan-Utara			Selatan- Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	8	2	0	187	44	0	187	12	0
06.15-06.30	4	3	1	192	49	1	192	13	1
06.30-06.45	5	4	0	200	49	0	200	11	0
06.45-07.00	11	3	0	214	44	1	214	15	0
07.00-07.15	13	3	3	313	45	2	225	16	0
07.15-07.30	3	2	2	376	56	0	204	18	0
07.30-07.45	8	3	4	421	45	5	315	17	0
07.45-08.00	10	2	4	395	45	2	263	19	2
08.00-08.15	2	3	4	350	57	2	219	24	0
08.15-08.30	6	3	4	336	39	0	248	18	0
08.30-08.45	9	1	5	360	66	4	233	20	0
08.45-09.00	7	7	16	342	50	0	218	23	0
Total	86	36	43	3686	589	17	2718	206	3
11.00-11.15	20	11	1	200	52	1	150	40	0
11.15-11.30	19	10	0	180	43	0	149	45	0
11.30-11.45	20	13	2	199	49	0	155	42	0
11.45-12.00	30	6	1	220	66	2	158	45	3
12.00-12.15	17	13	0	186	51	1	119	47	0
12.15-12.30	46	10	3	228	57	0	121	51	0
12.30-12.45	27	3	1	264	60	0	155	58	0
12.45-13.00	28	2	1	201	46	0	121	46	2
13.00-13.15	22	2	2	283	76	0	129	52	1
13.15-13.30	19	4	0	213	50	0	169	32	0
13.30-13.45	11	4	2	231	54	0	185	41	2
13.45-14.00	13	12	0	278	52	0	121	39	1
Total	272	90	13	2683	656	4	1732	538	9
15.30-15.45	28	6	2	230	40	1	84	37	0
15.45-16.00	54	6	3	240	44	0	199	46	0
16.00-16.15	28	2	0	283	43	2	171	42	0
16.15-16.30	50	4	2	263	68	3	217	37	0
16.30-16.45	36	4	6	209	70	1	155	35	1
16.45-17.00	42	3	3	211	45	8	200	34	1
17.00-17.15	29	5	1	229	49	1	202	34	1
17.15-17.30	37	5	2	188	43	1	213	39	0
17.30-17.45	32	3	3	193	66	3	175	36	0
17.45-18.00	33	3	1	214	59	2	141	39	0
Total	369	41	23	2260	527	22	1757	379	3

Tabel L-1.11 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan							Hari : Sabtu		
Waktu	Barat-Utara			Barat-Timur			Barat-Selatan		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	90	19	0	276	20	0	80	19	0
06.15-06.30	95	18	1	270	21	1	81	18	1
06.30-06.45	99	17	0	280	25	0	87	17	0
06.45-07.00	100	21	0	300	28	0	88	16	0
07.00-07.15	102	23	1	302	38	1	91	23	0
07.15-07.30	129	22	1	295	38	0	97	12	1
07.30-07.45	138	26	0	423	28	2	101	16	0
07.45-08.00	158	24	0	308	36	3	104	9	0
08.00-08.15	135	24	1	341	47	0	123	8	0
08.15-08.30	131	33	0	395	63	3	123	12	0
08.30-08.45	141	35	1	346	60	2	103	14	0
08.45-09.00	127	26	1	325	54	4	119	26	0
Total	1445	288	6	3861	458	16	1197	190	2
11.00-11.15	150	100	1	137	47	3	140	40	0
11.15-11.30	160	108	2	352	87	6	142	46	2
11.30-11.45	163	104	1	308	90	4	157	53	4
11.45-12.00	141	94	2	318	95	5	103	47	3
12.00-12.15	132	79	4	329	101	1	163	49	3
12.15-12.30	139	89	3	323	103	5	110	50	3
12.30-12.45	136	99	4	362	100	2	113	56	1
12.45-13.00	160	114	0	338	69	0	188	60	1
13.00-13.15	146	104	1	400	100	1	106	69	3
13.15-13.30	148	49	0	332	83	1	169	48	1
13.30-13.45	156	114	0	347	53	1	189	46	2
13.45-14.00	140	94	0	289	63	1	121	51	5
Total	1771	1148	18	3835	991	30	1701	615	28
15.30-15.45	69	37	1	312	43	1	100	11	0
15.45-16.00	68	30	2	289	48	3	102	42	1
16.00-16.15	118	47	1	405	64	0	195	40	2
16.15-16.30	117	54	1	442	83	2	187	35	2
16.30-16.45	131	48	3	444	61	3	151	31	1
16.45-17.00	140	69	4	343	85	3	111	31	2
17.00-17.15	167	60	0	435	74	7	168	30	1
17.15-17.30	151	52	1	396	77	1	130	3	1
17.30-17.45	136	66	0	389	60	1	183	26	3
17.45-18.00	120	51	0	325	41	3	86	31	2
Total	1217	514	13	3780	636	24	1413	280	15

Tabel L-1.12 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang Gondomanan			Hari : Sabtu						
Waktu	Timur-Utara			Timur-Selatan			Timur-Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	72	2	0	157	18	0	201	40	1
06.15-06.30	70	2	1	143	17	0	180	36	0
06.30-06.45	71	3	0	140	16	0	170	32	0
06.45-07.00	88	3	0	150	20	0	185	30	0
07.00-07.15	91	6	1	160	22	0	186	31	2
07.15-07.30	97	6	0	150	24	0	190	22	1
07.30-07.45	118	6	1	172	24	1	295	32	1
07.45-08.00	124	2	1	225	20	2	306	51	1
08.00-08.15	132	3	0	180	25	3	100	53	4
08.15-08.30	150	1	0	192	23	2	267	49	7
08.30-08.45	146	2	2	221	32	0	206	38	4
08.45-09.00	159	13	0	227	41	4	233	44	5
Total	1318	49	6	2117	282	12	2519	458	26
11.00-11.15	126	20	1	142	36	2	230	0	0
11.15-11.30	170	20	3	247	60	5	245	56	7
11.30-11.45	78	44	2	258	52	0	271	81	2
11.45-12.00	91	37	1	207	67	3	229	54	5
12.00-12.15	131	41	0	193	54	2	260	63	8
12.15-12.30	122	27	0	177	59	0	275	71	3
12.30-12.45	109	32	3	307	57	1	239	79	2
12.45-13.00	112	47	1	219	34	1	234	49	8
13.00-13.15	111	37	3	275	46	2	249	63	4
13.15-13.30	90	44	1	148	21	1	271	60	6
13.30-13.45	113	33	3	198	34	0	226	52	5
13.45-14.00	129	35	1	246	85	1	172	49	2
Total	1382	417	19	2617	605	18	2901	677	52
15.30-15.45	89	26	3	338	48	3	380	76	3
15.45-16.00	31	26	2	193	31	0	416	85	5
16.00-16.15	141	31	2	175	24	0	320	54	10
16.15-16.30	98	37	0	373	55	2	359	53	5
16.30-16.45	102	39	0	376	55	5	284	51	3
16.45-17.00	84	38	2	339	62	1	329	68	6
17.00-17.15	100	27	1	305	30	0	302	57	11
17.15-17.30	79	27	1	414	79	2	340	64	7
17.30-17.45	70	20	1	339	54	3	270	74	1
17.45-18.00	49	18	0	250	57	2	269	57	12
Total	843	289	12	3102	495	18	3269	639	63

Tabel L-1.13 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Simpang KM Nol				Hari : Sabtu					
Waktu	Utara - Barat			Utara - Selatan			Utara - Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	80	20	0	50	15	0	78	39	0
06.15-06.30	70	22	0	60	16	0	76	35	0
06.30-06.45	72	25	0	70	17	1	79	40	1
06.45-07.00	71	17	0	55	14	1	80	42	0
07.00-07.15	72	19	0	65	16	0	82	41	2
07.15-07.30	59	20	2	77	18	0	100	55	2
07.30-07.45	71	21	1	50	19	0	120	58	3
07.45-08.00	78	22	0	55	17	1	117	49	3
08.00-08.15	100	20	0	70	21	0	115	50	2
08.15-08.30	95	24	0	66	15	0	110	48	3
08.30-08.45	108	26	1	104	26	0	117	52	3
08.45-09.00	90	29	1	127	29	1	69	47	3
Total	966	265	5	849	223	4	1143	556	22
11.00-11.15	103	18	2	107	35	0	120	67	0
11.15-11.30	105	17	1	120	34	0	119	78	0
11.30-11.45	100	19	1	130	25	0	130	73	1
11.45-12.00	120	25	2	140	33	0	136	80	2
12.00-12.15	135	40	1	150	31	0	150	83	3
12.15-12.30	144	39	2	145	28	0	153	89	2
12.30-12.45	169	28	1	155	32	0	145	80	4
12.45-13.00	160	55	0	160	27	0	151	82	3
13.00-13.15	136	48	3	140	31	0	162	95	4
13.15-13.30	183	46	2	167	43	0	129	56	2
13.30-13.45	118	26	2	160	48	0	153	72	5
13.45-14.00	133	36	1	137	37	0	121	54	3
Total	1606	397	18	1711	404	0	1669	909	29
15.30-15.45	200	36	0	213	16	0	162	55	0
15.45-16.00	207	38	0	210	24	0	165	62	1
16.00-16.15	206	39	2	221	29	1	170	58	3
16.15-16.30	280	37	2	217	32	0	192	60	1
16.30-16.45	290	44	1	294	24	0	184	45	3
16.45-17.00	200	21	1	164	14	0	244	33	2
17.00-17.15	201	32	2	207	14	0	207	47	2
17.15-17.30	82	31	2	97	12	0	183	25	1
17.30-17.45	136	28	2	77	11	0	181	20	0
17.45-18.00	135	15	2	87	18	0	168	22	3
Total	1937	321	14	1787	194	1	1856	427	16

Tabel L-1.14 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Waktu	Simpang KM Nol			Hari : Sabtu		
	Timur-Selatan			Timur-Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	73	8	0	201	40	1
06.15-06.30	70	11	0	180	36	0
06.30-06.45	69	10	0	170	32	0
06.45-07.00	84	15	0	185	30	0
07.00-07.15	89	16	0	186	31	2
07.15-07.30	90	13	0	190	22	1
07.30-07.45	82	15	1	295	32	1
07.45-08.00	79	13	0	190	51	1
08.00-08.15	80	12	0	234	62	8
08.15-08.30	81	8	0	257	56	7
08.30-08.45	92	10	0	264	52	9
08.45-09.00	71	18	0	297	66	6
Total	960	149	1	2649	510	36
11.00-11.15	82	32	0	230	67	3
11.15-11.30	80	35	0	245	56	7
11.30-11.45	87	31	0	271	54	2
11.45-12.00	92	26	0	229	80	5
12.00-12.15	100	20	0	287	81	8
12.15-12.30	122	28	0	316	97	4
12.30-12.45	116	34	0	317	84	10
12.45-13.00	93	22	0	278	90	5
13.00-13.15	85	24	0	333	54	10
13.15-13.30	79	16	0	323	83	7
13.30-13.45	98	17	0	308	53	10
13.45-14.00	93	13	0	311	88	7
Total	1127	298	0	3448	887	78
15.30-15.45	200	20	3	406	82	3
15.45-16.00	201	22	0	412	83	4
16.00-16.15	210	21	0	407	94	4
16.15-16.30	201	18	0	661	86	4
16.30-16.45	152	19	0	552	93	3
16.45-17.00	161	28	0	631	89	5
17.00-17.15	196	23	1	578	114	4
17.15-17.30	148	19	0	660	100	6
17.30-17.45	130	19	0	606	75	11
17.45-18.00	112	18	0	558	78	3
Total	1711	207	4	5471	894	47

Tabel L-1.15 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Waktu	Simpang KM Nol			Hari : Sabtu		
	Barat-Timur			Barat-Selatan		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	276	48	2	35	2	0
06.15-06.30	270	50	3	31	3	1
06.30-06.45	280	56	2	37	2	0
06.45-07.00	300	62	0	40	4	0
07.00-07.15	302	68	2	36	5	0
07.15-07.30	295	55	1	38	3	1
07.30-07.45	423	67	2	40	2	0
07.45-08.00	308	68	3	41	5	0
08.00-08.15	332	60	1	38	3	0
08.15-08.30	320	59	2	41	7	1
08.30-08.45	366	66	2	45	5	0
08.45-09.00	365	75	11	40	7	0
Total	3837	734	31	462	48	3
11.00-11.15	289	79	3	35	6	0
11.15-11.30	300	87	6	32	6	0
11.30-11.45	308	90	4	36	5	0
11.45-12.00	318	85	5	37	5	0
12.00-12.15	292	58	2	38	5	0
12.15-12.30	339	63	2	41	13	0
12.30-12.45	325	75	3	42	8	0
12.45-13.00	293	69	5	44	9	0
13.00-13.15	301	71	4	49	15	1
13.15-13.30	364	53	3	45	8	0
13.30-13.45	301	83	3	50	12	0
13.45-14.00	319	72	5	37	9	0
Total	3749	885	45	486	101	1
15.30-15.45	380	45	2	78	8	0
15.45-16.00	375	39	2	88	7	0
16.00-16.15	435	29	1	84	6	0
16.15-16.30	434	36	3	61	7	0
16.30-16.45	377	40	5	60	6	0
16.45-17.00	436	63	8	62	8	0
17.00-17.15	410	56	12	71	10	0
17.15-17.30	444	61	13	60	9	0
17.30-17.45	332	57	10	72	8	0
17.45-18.00	363	35	11	68	7	0
Total	3986	461	67	704	76	0

Tabel L-1.16 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 8 Jam 30 Menit

Waktu	Simpang KM Nol			Hari : Sabtu		
	Selatan-Barat			Selatan-Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	170	43	0	187	12	0
06.15-06.30	179	45	1	192	13	1
06.30-06.45	180	55	0	200	11	0
06.45-07.00	190	56	0	214	15	0
07.00-07.15	200	58	1	225	16	0
07.15-07.30	220	49	0	204	18	0
07.30-07.45	190	48	1	315	17	0
07.45-08.00	189	60	1	200	19	2
08.00-08.15	195	56	0	158	20	0
08.15-08.30	190	60	0	160	25	0
08.30-08.45	222	52	0	179	27	0
08.45-09.00	238	57	1	165	33	0
Total	2363	639	5	2399	226	3
11.00-11.15	200	55	1	150	40	0
11.15-11.30	187	57	0	149	45	0
11.30-11.45	198	48	0	155	42	0
11.45-12.00	188	50	1	158	45	3
12.00-12.15	182	48	0	138	50	0
12.15-12.30	200	57	0	145	34	1
12.30-12.45	218	55	0	183	36	0
12.45-13.00	238	64	3	134	50	0
13.00-13.15	232	79	0	157	54	1
13.15-13.30	251	56	1	150	44	0
13.30-13.45	210	51	3	155	45	1
13.45-14.00	251	57	0	153	49	0
Total	2555	677	9	1827	534	6
15.30-15.45	303	58	1	132	42	0
15.45-16.00	311	61	0	133	33	0
16.00-16.15	313	68	0	130	27	0
16.15-16.30	317	56	1	152	41	0
16.30-16.45	264	34	0	157	21	1
16.45-17.00	259	39	0	161	30	1
17.00-17.15	216	34	1	127	19	1
17.15-17.30	305	60	0	133	22	0
17.30-17.45	210	39	0	117	13	0
17.45-18.00	193	38	0	104	22	0
Total	2691	487	3	1346	270	3

Tabel L-1.17 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang Gondomanan							Hari : Senin		
Waktu	Utara - Barat			Utara - Selatan			Utara - Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	123	28	1	200	60	1	30	9	1
15.45-16.00	170	30	0	199	56	1	22	8	1
16.00-16.15	275	32	0	195	49	1	28	13	0
16.15-16.30	216	36	1	502	52	2	16	12	1
16.30-16.45	145	36	1	259	35	1	12	5	0
16.45-17.00	130	19	0	176	47	0	10	5	1
17.00-17.15	239	32	1	136	54	1	23	10	1
17.15-17.30	214	40	1	172	35	0	14	8	2
17.30-17.45	185	31	5	160	23	4	23	9	2
17.45-18.00	133	14	3	210	43	0	12	7	2
Total	1830	298	13	2209	454	11	190	86	11

Tabel L-1.18 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang Gondomanan							Hari : Senin		
Waktu	Timur - Barat			Timur - Selatan			Timur - Utara		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	377	50	1	510	68	0	77	27	1
15.45-16.00	474	75	0	488	71	0	93	22	0
16.00-16.15	410	44	2	495	54	0	75	21	0
16.15-16.30	558	62	1	502	60	3	93	30	0
16.30-16.45	574	77	2	585	77	1	83	27	0
16.45-17.00	524	82	2	494	76	3	96	25	0
17.00-17.15	538	101	2	435	119	1	74	23	1
17.15-17.30	458	82	2	426	52	0	63	12	1
17.30-17.45	423	97	1	429	46	2	45	14	1
17.45-18.00	345	57	0	301	41	0	53	12	2
Total	4681	727	13	4665	664	10	752	213	6

Tabel L-1.19 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang Gondomanan							Hari : Senin		
Waktu	Selatan - Barat			Selatan - Timur			Selatan - Utara		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	33	5	1	241	25	1	190	40	0
15.45-16.00	26	5	0	221	28	0	187	33	2
16.00-16.15	42	6	1	213	32	0	248	38	1
16.15-16.30	32	11	1	231	44	2	289	97	3
16.30-16.45	36	10	1	177	29	2	318	46	2
16.45-17.00	28	8	3	263	33	2	236	34	0
17.00-17.15	35	13	4	208	45	1	268	37	0
17.15-17.30	40	11	2	45	37	5	228	39	0
17.30-17.45	35	5	3	119	30	0	228	38	0
17.45-18.00	16	10	1	92	15	0	199	24	0
Total	323	84	17	1810	318	13	2391	426	8

Tabel L-1.20 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang Gondomanan							Hari : Senin		
Waktu	Barat - Selatan			Barat - Timur			Barat - Utara		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	200	33	1	23	66	2	177	59	2
15.45-16.00	230	27	0	384	69	0	187	60	1
16.00-16.15	231	35	1	530	79	4	165	55	1
16.15-16.30	275	41	2	520	67	2	193	38	2
16.30-16.45	310	34	2	402	62	2	137	33	1
16.45-17.00	209	27	1	493	69	3	145	44	1
17.00-17.15	192	33	0	422	67	1	143	41	2
17.15-17.30	128	22	2	383	68	1	117	31	3
17.30-17.45	133	25	0	389	53	1	134	35	2
17.45-18.00	109	24	0	313	32	1	131	42	1
Total	2017	301	9	3859	632	17	1529	438	16

Tabel L-1.21 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang KM Nol			Hari : Senin						
Waktu	Utara - Selatan			Utara - Timur			Utara- Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	232	32	0	220	83	1	200	56	1
15.45-16.00	231	34	0	221	82	1	207	55	1
16.00-16.15	221	29	0	267	86	1	206	39	2
16.15-16.30	217	31	0	259	77	0	280	37	2
16.30-16.45	294	24	0	234	65	2	350	44	1
16.45-17.00	164	14	0	233	89	4	200	21	1
17.00-17.15	207	14	0	218	85	2	201	32	2
17.15-17.30	97	12	0	190	86	0	82	31	2
17.30-17.45	77	11	0	135	55	1	136	28	2
17.45-18.00	87	18	0	155	68	2	135	15	2
Total	1827	219	0	2132	776	14	1997	358	16

Tabel L-1.22 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang KM Nol			Hari : Senin			
Waktu	Timur - Selatan			Timur - Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	179	20	1	500	82	3
15.45-16.00	188	19	1	443	84	4
16.00-16.15	210	21	0	407	94	4
16.15-16.30	201	18	0	661	86	4
16.30-16.45	152	19	0	552	93	3
16.45-17.00	161	28	0	631	89	5
17.00-17.15	196	23	0	578	114	4
17.15-17.30	148	19	1	660	100	6
17.30-17.45	130	19	0	606	75	11
17.45-18.00	112	18	0	558	78	3
Total	1677	204	3	5596	895	47

Tabel L-1.23 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang KM Nol			Hari : Senin			
Waktu	Selatan - Timur			Selatan - Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	155	30	0	303	56	1
15.45-16.00	153	28	1	322	55	1
16.00-16.15	149	27	0	313	68	0
16.15-16.30	152	41	0	317	56	0
16.30-16.45	157	21	0	264	38	0
16.45-17.00	161	30	0	259	39	0
17.00-17.15	127	19	0	216	34	0
17.15-17.30	133	22	0	305	60	0
17.30-17.45	117	13	0	210	39	0
17.45-18.00	104	22	0	193	38	0
Total	1408	253	1	2702	483	2

Tabel L-1.24 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Puncak

Simpang KM Nol			Hari : Senin			
Waktu	Timur - Barat			Timur - Selatan		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
15.30-15.45	500	82	3	179	20	1
15.45-16.00	443	84	4	188	19	1
16.00-16.15	407	94	4	210	21	0
16.15-16.30	661	86	4	201	18	0
16.30-16.45	552	93	3	152	19	0
16.45-17.00	631	89	5	161	28	0
17.00-17.15	578	114	4	196	23	0
17.15-17.30	660	100	6	148	19	1
17.30-17.45	606	75	11	130	19	0
17.45-18.00	558	78	3	112	18	0
Total	5596	895	47	1677	204	3

Tabel L-1.25 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lengang

Simpang Gondomanan			Hari : Sabtu						
Waktu	Utara - Selatan			Utara - Timur			Utara- Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	150	20	0	10	5	1	90	8	1
06.15-06.30	160	19	1	11	6	0	120	9	0
06.30-06.45	157	21	0	15	4	0	138	10	0
06.45-07.00	159	22	2	16	10	0	144	16	1
07.00-07.15	170	34	0	8	2	0	66	11	0
07.15-07.30	179	41	1	12	2	0	54	11	2
07.30-07.45	246	40	1	18	5	1	100	12	1
07.45-08.00	225	51	4	18	5	0	105	15	2
08.00-08.15	211	41	0	14	7	3	57	8	0
08.15-08.30	193	29	1	16	5	1	80	43	3
08.30-08.45	200	45	6	21	5	0	97	18	4
08.45-09.00	182	61	7	26	7	0	83	37	3
09.00-09.15	170	42	1	21	10	0	103	29	4
09.15-09.30	148	46	3	22	9	0	96	14	3
09.30-09.45	192	47	4	25	12	1	110	26	2
09.45-10.00	209	70	1	38	11	0	112	50	2
Total	2951	629	32	291	105	7	1555	317	28

Tabel L-1.26 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lengang

Simpang Gondomanan			Hari : Sabtu						
Waktu	Timur- Selatan			Timur-Utara			Timur- Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	80	15	1	62	15	1	179	79	2
06.15-06.30	79	26	0	63	21	2	180	85	3
06.30-06.45	130	17	0	72	19	0	243	91	2
06.45-07.00	119	19	0	87	12	2	253	70	1
07.00-07.15	132	19	0	97	16	0	232	43	7
07.15-07.30	103	29	0	111	10	0	273	20	5
07.30-07.45	111	20	0	132	22	2	279	34	4
07.45-08.00	122	13	0	112	33	0	362	48	3
08.00-08.15	100	9	5	163	29	1	310	56	3
08.15-08.30	124	23	10	144	24	2	244	33	4
08.30-08.45	98	24	0	166	29	0	319	43	3
08.45-09.00	170	24	1	134	27	2	255	57	6
09.00-09.15	103	16	0	132	28	2	282	120	8
09.15-09.30	147	36	2	165	27	0	253	53	6
09.30-09.45	104	16	0	137	44	1	282	49	4
09.45-10.00	255	58	1	152	35	0	281	117	4
Total	1977	364	20	1929	391	15	4227	998	65

Tabel L-1.27 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lengah

Simpang Gondomanan			Hari : Sabtu						
Waktu	Selatan-Timur			Selatan-Utara			Selatan- Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	162	38	2	304	40	1	20	2	1
06.15-06.30	177	44	0	289	36	2	19	2	0
06.30-06.45	150	43	1	305	41	1	29	4	1
06.45-07.00	180	32	0	312	46	1	17	3	1
07.00-07.15	102	12	0	266	42	1	24	2	1
07.15-07.30	163	24	0	304	40	1	10	5	2
07.30-07.45	244	25	0	392	45	2	7	5	1
07.45-08.00	260	28	1	375	60	2	16	7	1
08.00-08.15	219	22	0	341	49	3	19	4	5
08.15-08.30	469	26	0	374	48	0	37	9	10
08.30-08.45	259	30	2	260	55	3	12	2	5
08.45-09.00	254	27	0	300	54	5	19	4	12
09.00-09.15	198	32	1	279	58	6	28	23	2
09.15-09.30	68	37	1	237	66	8	17	11	2
09.30-09.45	168	29	1	213	47	9	7	4	1
09.45-10.00	161	33	0	224	85	9	15	10	2
Total	3234	482	9	4775	812	54	296	97	47

Tabel L-1.28 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lengah

Simpang Gondomanan			Hari : Sabtu						
Waktu	Barat-Timur			Barat-Utara			Barat-Selatan		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	271	26	3	80	25	0	90	21	2
06.15-06.30	255	38	3	90	30	0	80	18	3
06.30-06.45	245	21	5	89	31	1	111	22	1
06.45-07.00	281	42	6	100	28	2	96	17	0
07.00-07.15	299	39	2	87	26	1	101	23	3
07.15-07.30	412	59	3	102	35	2	92	25	1
07.30-07.45	405	52	4	114	30	1	118	28	2
07.45-08.00	387	33	5	149	34	2	153	11	1
08.00-08.15	372	68	3	102	43	2	113	18	1
08.15-08.30	402	66	7	117	48	0	144	34	2
08.30-08.45	326	69	6	204	49	1	126	27	3
08.45-09.00	299	75	3	89	42	3	128	25	4
09.00-09.15	362	79	3	125	87	1	122	34	0
09.15-09.30	252	77	3	114	87	3	103	22	3
09.30-09.45	343	78	4	99	66	1	127	30	1
09.45-10.00	306	90	8	152	69	1	178	20	1
Total	5217	912	68	1813	730	21	1882	375	28

Tabel L-1.29 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lembang

Simpang KM Nol			Hari : Sabtu						
Waktu	Utara-Timur			Utara-Barat			Utara-Selatan		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	62	19	1	57	7	2	57	9	0
06.15-06.30	59	20	2	67	10	1	60	12	0
06.30-06.45	55	22	1	149	18	3	64	15	0
06.45-07.00	50	24	3	86	15	4	65	16	0
07.00-07.15	74	32	2	107	26	3	56	7	0
07.15-07.30	93	41	5	111	55	2	81	14	0
07.30-07.45	57	25	3	99	22	2	90	18	0
07.45-08.00	115	25	4	133	27	3	103	15	0
08.00-08.15	93	43	2	168	28	1	161	26	0
08.15-08.30	68	50	2	294	34	2	119	10	0
08.30-08.45	76	45	4	122	21	1	108	21	0
08.45-09.00	70	51	5	56	56	2	108	9	0
09.00-09.15	92	47	4	133	29	2	117	19	0
09.15-09.30	56	51	4	129	32	2	126	33	0
09.30-09.45	64	32	5	120	49	2	137	40	0
09.45-10.00	54	26	5	129	48	1	135	23	0
Total	1138	553	52	1960	477	33	1587	287	0

Tabel L-1.30 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lembang

Simpang KM Nol			Hari : Sabtu			
Waktu	Timur-Selatan			Timur-Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
06.00-06.15	40	10	0	180	20	2
06.15-06.30	39	10	0	200	18	2
06.30-06.45	162	32	0	224	25	3
06.45-07.00	182	21	0	340	30	4
07.00-07.15	78	9	0	224	33	5
07.15-07.30	120	14	0	237	35	4
07.30-07.45	86	8	0	286	41	6
07.45-08.00	83	8	1	336	50	4
08.00-08.15	90	24	0	285	48	5
08.15-08.30	87	20	0	225	35	2
08.30-08.45	105	30	0	256	57	2
08.45-09.00	133	33	0	190	30	5
09.00-09.15	106	19	0	232	71	3
09.15-09.30	97	24	0	249	74	3
09.30-09.45	134	26	0	258	69	9
09.45-10.00	116	23	0	296	54	4
Total	1658	311	1	4018	690	63

Tabel L-1.31 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lembang

Waktu	Selatan-Timur			Selatan-Barat		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
	06.00-06.15	47	10	0	130	20
06.15-06.30	58	13	1	149	26	0
06.30-06.45	174	12	0	247	32	1
06.45-07.00	130	11	1	276	31	0
07.00-07.15	82	12	0	195	37	0
07.15-07.30	124	18	1	266	25	0
07.30-07.45	122	13	2	294	38	0
07.45-08.00	206	22	3	351	40	0
08.00-08.15	134	23	4	309	36	1
08.15-08.30	162	28	5	236	42	1
08.30-08.45	198	30	1	277	53	0
08.45-09.00	125	21	0	231	60	0
09.00-09.15	138	28	1	282	67	0
09.15-09.30	177	39	1	205	54	1
09.30-09.45	131	37	0	230	48	0
09.45-10.00	117	35	0	205	50	2
Total	2125	352	20	3883	659	7

Tabel L-1.32 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode Jam Lembang

Waktu	Barat - Selatan			Barat - Timur		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV
	06.00-06.15	45	15	0	289	30
06.15-06.30	50	12	0	277	30	3
06.30-06.45	97	18	0	299	34	0
06.45-07.00	54	7	0	325	37	6
07.00-07.15	31	7	0	335	42	3
07.15-07.30	63	16	2	379	21	2
07.30-07.45	31	7	1	493	58	1
07.45-08.00	29	8	0	558	42	2
08.00-08.15	41	4	0	451	60	2
08.15-08.30	48	7	0	457	68	4
08.30-08.45	17	7	1	375	79	3
08.45-09.00	58	15	0	332	30	2
09.00-09.15	26	9	0	331	84	1
09.15-09.30	30	15	0	321	72	1
09.30-09.45	30	8	0	331	83	0
09.45-10.00	52	10	0	311	62	3
Total	702	165	4	5864	832	35



LAMPIRAN 2

**Tabel L-2.1 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Utara
Pada Jam Sibuk**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	22,5	18,5	18,9	18,2	9,4	10,0	10,7
2	20,8	22,0	21,1	20,9	8,2	11,2	9,5
3	18,2	15,3	15,9	20,3	9,3	13,1	9,8
4	17,2	14,7	16,3	16,7	12,4	9,1	9,5
5	19,5	13,5	21,4	16,6	9,7	11,1	10,4

**Tabel L-2.2 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Selatan
Pada Jam Sibuk**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	23,6	20,6	24,9	21,8	14,1	13,7	12,0
2	20,9	19,1	20,9	20,7	12,0	13,6	13,5
3	22,2	18,6	25,5	21,9	12,5	12,5	13,7
4	21,8	24,8	28,7	25,4	12,3	14,8	12,2
5	21,5	26,9	26,0	25,8	13,6	15,6	11,6

**Tabel L-2.3 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Timur
Pada Jam Sibuk**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	25,8	26,8	31,0	28,1	22,5	18,1	12,4
2	30,5	20,6	29,5	29,9	17,6	16,7	14,7
3	32,9	27,7	25,9	30,3	19,7	17,3	13,9
4	30,4	31,4	30,1	26,4	21,9	19,6	13,6
5	30,6	30,4	27,9	29,8	20,1	20,6	12,6

**Tabel L-2.4 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Barat
Pada Jam Sibuk**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	22,4	18,5	22,5	25,8	27,9	19,1	12,2
2	19,5	32,7	21,0	20,2	28,2	20,9	12,0
3	21,0	21,9	23,1	19,1	22,0	22,0	10,7
4	22,3	24,9	20,3	22,8	24,2	19,1	11,4
5	18,6	22,8	25,0	25,1	28,1	19,6	11,2

Tabel L-2.5 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Utara Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	22,8	18,6	18,8	18,1	9,4	10,0	10,7
2	21,0	22,4	20,9	20,7	8,1	11,2	9,5
3	18,3	15,4	15,8	20,2	9,3	12,9	9,8
4	17,3	14,7	16,3	16,8	12,3	9,0	9,5
5	19,6	13,5	21,2	16,5	9,7	11,0	10,4

Tabel L-2.6 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Selatan Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	23,8	20,7	25,1	21,4	14,1	13,8	12,1
2	21,1	19,3	21,1	20,7	12,0	13,6	13,5
3	22,4	18,8	25,0	21,9	12,6	12,6	13,8
4	21,9	25,1	28,0	25,4	12,2	14,8	12,2
5	21,8	27,2	25,8	25,8	13,5	15,6	11,6

Tabel L-2.7 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Timur Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	26,1	27,0	31,0	28,1	22,7	18,1	12,2
2	31,3	24,9	28,9	29,9	17,9	25,7	14,6
3	33,5	29,4	26,1	30,3	20,0	17,3	12,2
4	30,8	32,1	30,4	26,4	22,3	19,6	13,6
5	32,6	30,8	28,3	29,8	20,1	20,6	12,7

Tabel L-2.8 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Barat Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	36,0	18,5	22,5	25,8	28,0	19,0	12,3
2	19,6	18,1	21,0	20,2	28,3	20,9	12,0
3	21,0	21,8	23,1	19,1	22,4	22,2	10,7
4	22,2	24,9	20,3	22,8	24,2	19,1	11,4
5	18,6	22,8	25,0	25,1	28,3	19,7	11,1

**Tabel L-2.9 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Utara
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	23,9	40,2	22,4	36,9	33,5	32,7	30,9
2	25,6	30,6	33,3	35,3	38,9	27,7	27,0
3	35,8	23,4	27,8	28,8	42,9	45,6	21,0
4	31,3	28,8	42,6	40,7	35,5	26,9	14,2
5	24,0	25,4	40,0	37,3	23,8	23,6	38,3

**Tabel L-2.10 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Selatan
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	22,2	31,9	36,9	33,6	38,1	30,3	33,6
2	35,1	34,4	41,6	32,3	35,6	25,6	27,3
3	29,4	41,6	37,9	32,6	36,4	31,4	35,6
4	39,3	45,6	29,8	41,6	25,5	34,6	34,0
5	34,8	53,3	44,7	28,6	24,6	31,3	42,4

**Tabel L-2.11 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Timur
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	26,5	41,4	27,9	21,4	33,3	27,4	25,0
2	35,1	31,0	29,1	36,4	28,3	29,8	23,9
3	23,2	34,4	37,1	28,3	27,9	26,3	21,9
4	27,6	32,6	23,5	31,3	28,7	28,0	17,1
5	29,9	31,0	27,3	35,0	22,6	35,5	29,6

**Tabel L-2.12 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Barat
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	26,5	24,8	25,3	37,5	26,1	37,3	31,6
2	35,1	32,4	27,7	25,6	27,5	28,5	33,5
3	37,7	43,9	33,6	28,6	40,9	30,4	28,6
4	33,8	38,1	40,0	31,3	27,1	30,9	25,7
5	28,7	29,0	29,6	35,0	29,3	30,0	15,1

Tabel L-2.13 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Utara Pada Jam Lembang

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	25,7	40,9	22,4	36,9	34,1	31,4	31,2
2	25,3	30,9	33,5	35,3	39,8	27,7	27,6
3	37,9	23,7	28,0	28,8	43,6	45,6	21,2
4	34,3	28,9	42,6	40,7	34,8	26,9	14,4
5	24,2	25,6	40,0	37,3	23,5	23,6	37,9

Tabel L-2.14 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Selatan Pada Jam Lembang

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	22,6	32,4	37,5	32,9	38,9	32,9	33,8
2	35,8	35,8	42,1	31,4	34,4	25,6	28,1
3	30,1	40,7	36,2	32,6	36,5	31,4	35,3
4	39,8	45,3	28,9	41,6	25,5	34,6	32,4
5	35,6	55,0	42,6	28,6	24,6	31,0	45,0

Tabel L-2.15 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Timur Pada Jam Lembang

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	26,7	40,2	29,9	19,8	33,0	27,4	24,7
2	34,4	30,1	28,6	36,4	28,2	29,8	23,7
3	23,3	34,4	44,2	21,2	27,4	26,3	22,0
4	26,8	32,6	19,3	31,3	28,8	28,0	17,4
5	28,9	31,0	25,3	35,0	22,3	35,1	29,4

Tabel L-2.16 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Barat Pada Jam Lembang

Sampel	<i>Constant Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	26,0	24,3	24,9	37,1	26,6	36,2	31,0
2	35,0	31,9	26,9	25,2	20,6	28,7	33,0
3	36,5	43,1	33,3	28,7	42,1	31,2	28,5
4	33,2	37,1	36,9	31,3	27,6	30,0	22,5
5	28,2	28,9	29,1	35,0	28,9	39,6	15,1

Tabel L-2.17 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Utara Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	12,8	15,0	10,1	9,2	13,7	12,5	9,4
2	13,7	10,6	22,2	13,8	8,2	17,0	11,1
3	14,9	18,0	16,5	17,4	10,9	9,5	19,5
4	10,9	24,2	12,1	12,6	11,1	13,7	17,1
5	16,4	27,1	26,4	25,1	10,7	15,7	13,8

Tabel L-2.18 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Selatan Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	17,1	30,4	22,5	21,5	14,8	21,3	17,1
2	18,1	21,8	17,3	20,6	16,7	10,7	16,7
3	16,3	21,7	33,6	18,5	28,8	15,3	15,3
4	20,8	21,7	31,7	25,7	23,2	16,5	18,1
5	34,4	20,1	30,6	29,4	21,2	16,7	13,8

Tabel L-2.19 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Timur Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	13,1	17,1	28,8	19,6	19,9	20,0	25,7
2	27,4	20,2	32,7	23,2	17,3	23,7	16,7
3	20,7	16,7	28,5	33,3	15,8	18,9	18,5
4	17,0	15,1	16,7	25,7	13,7	15,0	25,9
5	16,6	16,3	17,6	25,5	12,7	11,3	13,6

Tabel L-2.20 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Barat Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	26,7	32,7	14,7	25,1	14,0	16,5	18,9
2	15,3	46,5	13,8	18,9	15,5	18,5	21,2
3	37,9	20,7	15,0	21,1	14,1	19,1	26,9
4	13,4	18,1	25,7	13,6	18,9	24,8	18,5
5	14,2	41,1	14,4	31,3	27,1	20,6	13,1

Tabel L-2.21 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Utara Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	21,2	22,4	10,1	9,2	13,7	12,5	15,8
2	13,7	10,6	22,4	27,9	8,2	23,6	11,1
3	18,0	18,0	16,5	17,3	10,9	17,8	19,5
4	10,9	34,6	16,7	18,7	16,5	11,9	17,1
5	16,0	27,1	26,5	25,1	15,3	17,3	13,8

Tabel L-2.22 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Selatan Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	17,0	30,4	21,2	21,7	14,5	22,3	18,9
2	18,0	21,5	17,5	22,5	17,5	10,8	17,1
3	16,3	21,4	33,8	18,7	31,7	15,8	15,3
4	20,9	21,4	32,0	27,7	25,2	18,3	18,5
5	35,1	19,9	30,9	29,6	21,5	13,8	13,6

Tabel L-2.23 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Timur Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	13,9	18,1	36,2	19,6	19,9	19,5	26,3
2	27,8	20,8	37,9	23,2	17,5	23,6	18,0
3	20,8	16,8	28,1	33,3	15,8	18,8	18,5
4	18,0	15,2	16,6	25,7	13,8	14,9	26,7
5	16,7	16,3	17,4	25,5	12,8	11,3	13,8

Tabel L-2.24 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Barat Pada Jam Sibuk

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	27,8	33,0	14,8	25,1	14,0	16,6	19,5
2	15,4	47,4	14,4	18,9	15,3	18,5	22,5
3	40,0	21,1	14,8	21,1	14,1	19,3	26,7
4	13,5	18,1	24,8	13,6	18,5	26,0	18,5
5	14,3	43,4	12,1	31,3	27,2	21,2	13,6

**Tabel L-2.25 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Utara
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	12,8	15,3	19,8	17,9	31,0	17,1	9,2
2	13,3	18,3	27,1	13,8	18,8	14,1	16,7
3	14,8	21,1	25,3	20,1	12,2	9,7	20,1
4	31,7	31,9	12,1	12,6	11,1	14,0	18,9
5	18,8	24,2	36,9	27,9	10,7	14,2	16,3

**Tabel L-2.26 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Selatan
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	23,3	21,4	20,1	22,1	23,2	12,3	6,7
2	21,4	21,4	17,3	20,7	25,6	15,8	11,7
3	22,6	15,8	11,7	12,9	25,0	26,5	14,9
4	14,6	16,6	13,2	21,5	16,0	10,9	13,3
5	22,2	19,9	21,6	32,0	17,5	27,6	13,5

**Tabel L-2.27 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Timur
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	24,2	28,6	36,5	22,2	18,3	17,6	9,9
2	37,7	27,6	32,4	27,3	12,9	19,1	15,8
3	25,1	33,0	17,8	36,5	31,3	13,2	24,4
4	34,3	25,1	28,1	32,4	25,4	12,7	15,6
5	17,5	33,6	34,1	27,3	16,4	24,2	12,5

**Tabel L-2.28 Kecepatan Kendaraan Simpang Gondomanan Lengan Barat
Pada Jam Lengah**

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	30,4	22,3	42,6	18,7	22,0	12,2	23,5
2	31,7	26,4	36,2	23,4	29,6	14,4	17,6
3	23,9	31,2	38,3	21,6	22,3	18,9	10,2
4	29,3	21,6	21,2	22,6	14,8	16,9	22,6
5	28,9	29,5	50,3	30,8	22,4	20,7	9,8

Tabel L-2.29 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Utara Pada Jam Lembang

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	12,9	15,4	20,0	17,8	30,3	16,9	9,2
2	13,3	18,5	26,9	13,8	18,7	13,8	16,0
3	14,9	21,2	25,0	20,0	12,2	9,6	19,5
4	32,0	31,3	12,2	12,6	11,1	13,9	18,9
5	18,9	24,0	37,3	27,7	10,6	10,1	16,3

Tabel L-2.30 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Selatan Pada Jam Lembang

Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	23,6	21,6	20,1	22,1	23,2	12,4	6,7
2	21,6	21,5	17,3	20,9	26,0	16,0	11,8
3	22,8	15,8	11,7	12,9	25,5	27,7	15,0
4	14,7	16,7	13,2	21,5	16,4	11,1	13,4
5	22,4	20,2	21,8	32,4	17,6	27,7	13,5

Tabel L-2.31 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Timur Pada Jam Lembang

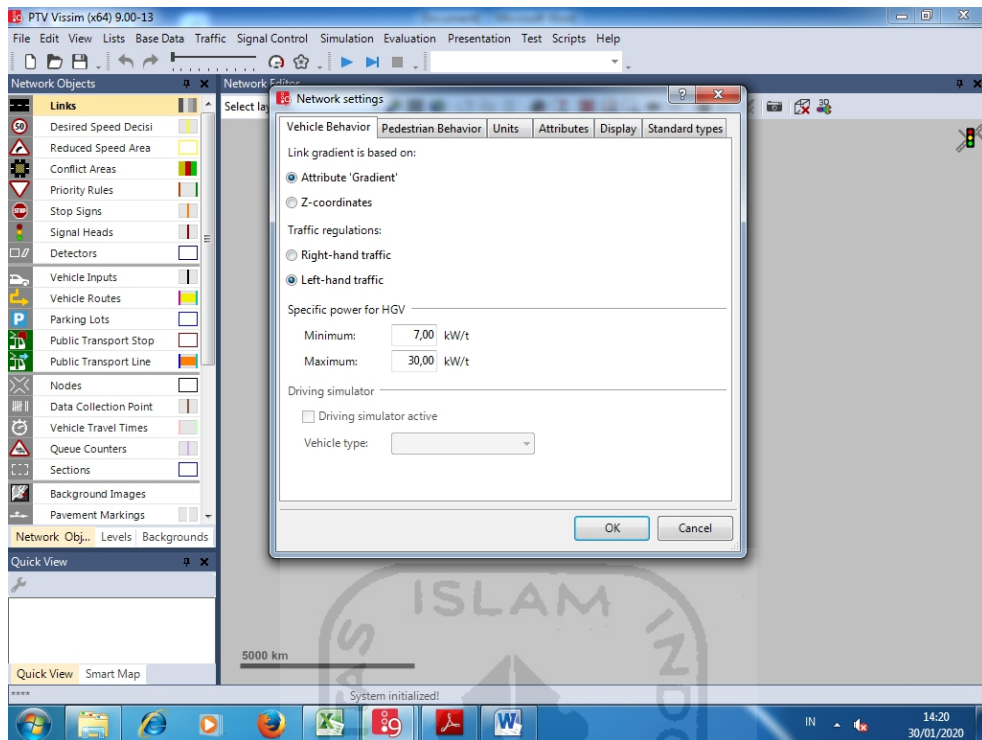
Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	24,0	28,2	36,0	22,2	18,2	17,6	9,9
2	36,0	27,4	31,9	27,0	12,6	19,0	15,7
3	24,8	32,7	17,8	36,0	30,0	13,1	24,0
4	32,7	24,9	27,7	31,9	25,0	12,7	15,4
5	17,4	33,3	33,5	27,2	16,4	24,2	12,5

Tabel L-2.32 Kecepatan Kendaraan Simpang KM Nol Lengan Barat Pada Jam Lembang

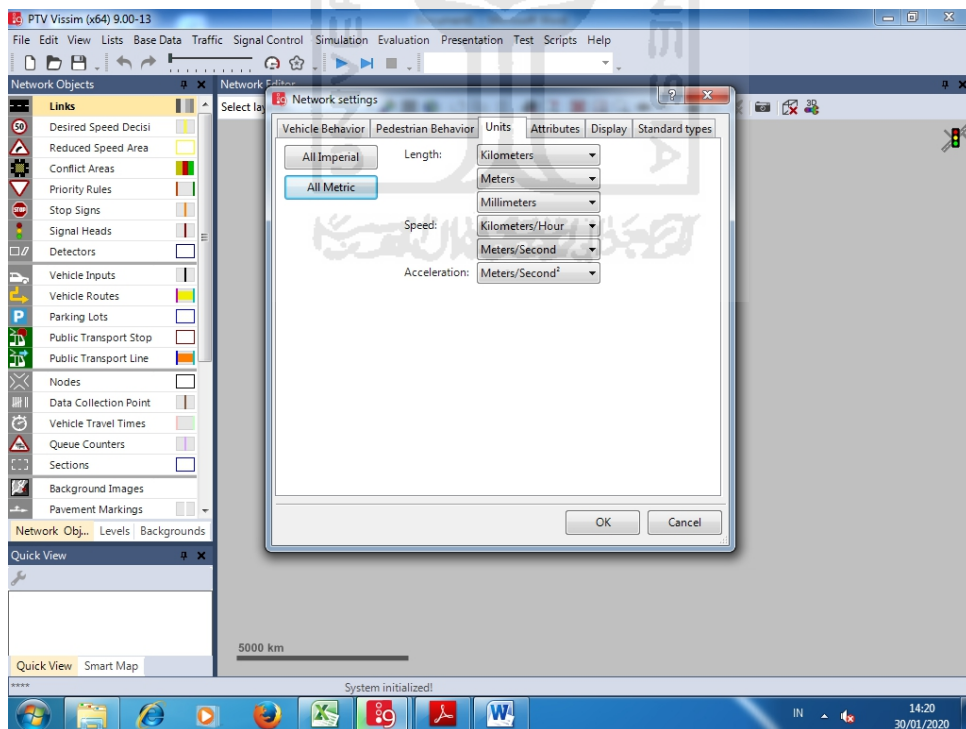
Sampel	<i>Reduced Speed (Km/jam)</i>						
	MC				LV		HV
1	30,9	22,3	42,4	18,7	21,8	12,1	23,4
2	24,8	26,4	29,9	23,3	29,1	14,4	17,1
3	23,8	30,4	30,5	21,4	22,4	18,8	10,2
4	28,9	21,3	21,2	22,5	14,8	16,9	23,1
5	28,8	30,3	51,1	30,4	22,2	20,6	9,9

LAMPIRAN 3

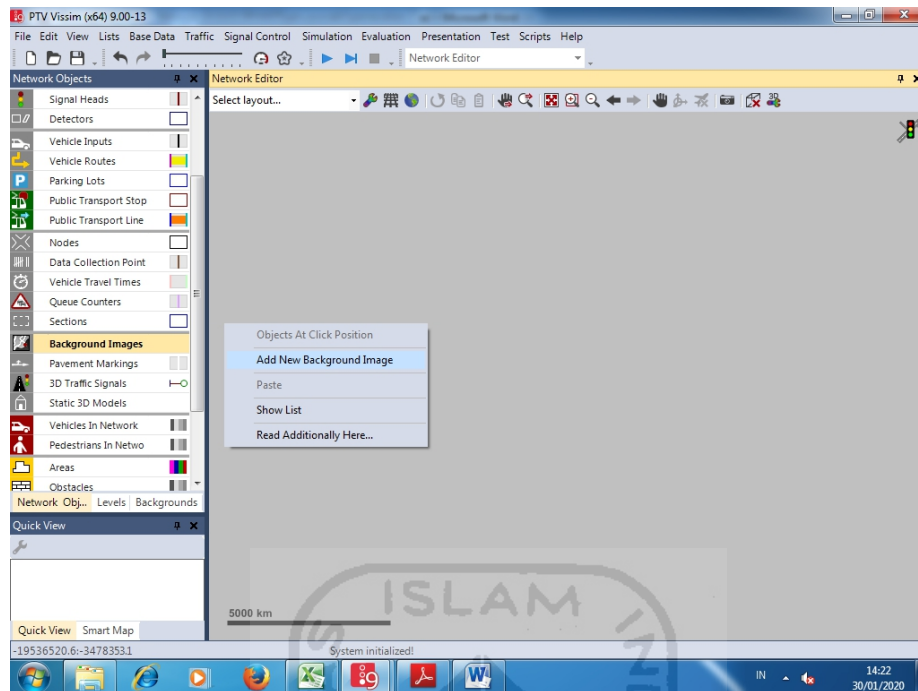




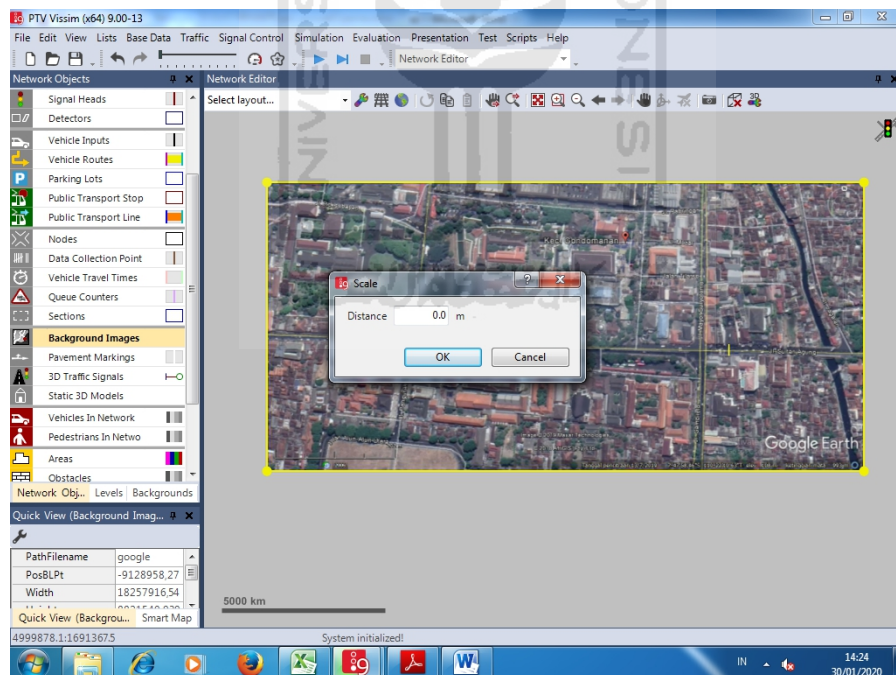
Gambar L-3.1 Perubahan *Vehicle Behaviour* Pada *Network Setting*



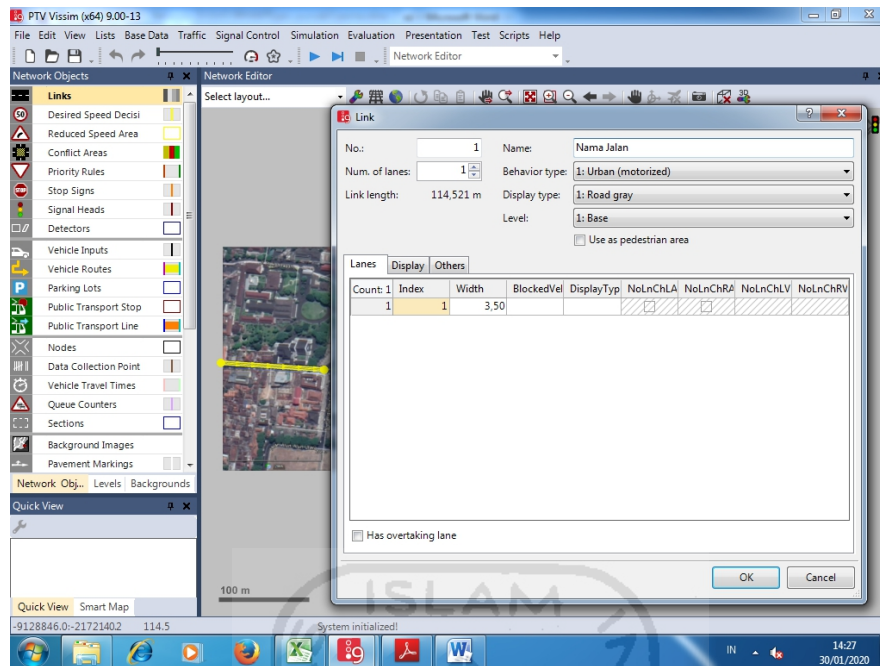
Gambar L-3.2 Perubahan *Units* Pada *Network Setting*



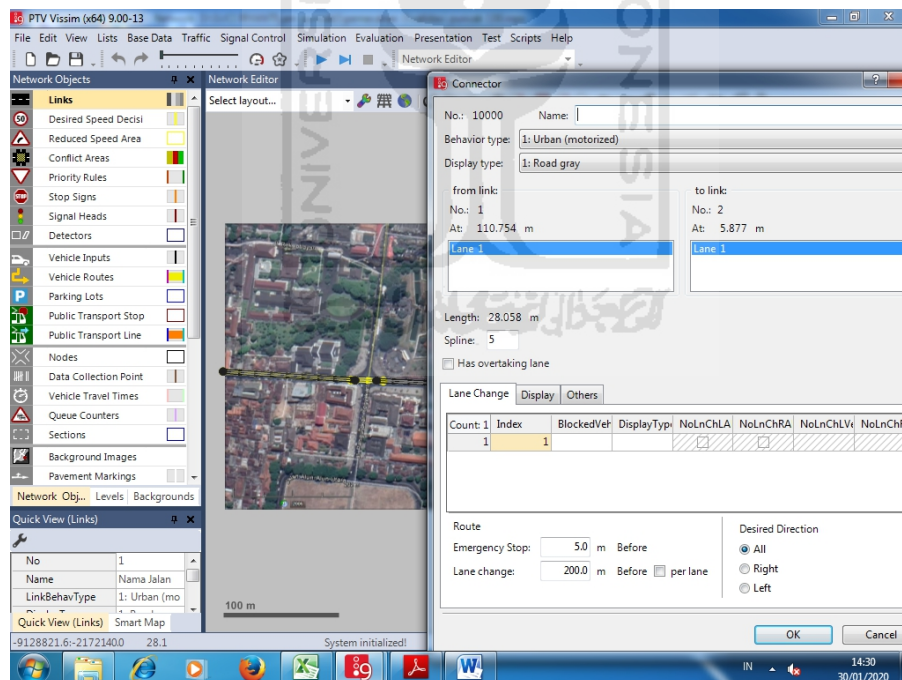
Gambar L-3.3 Input Background Image



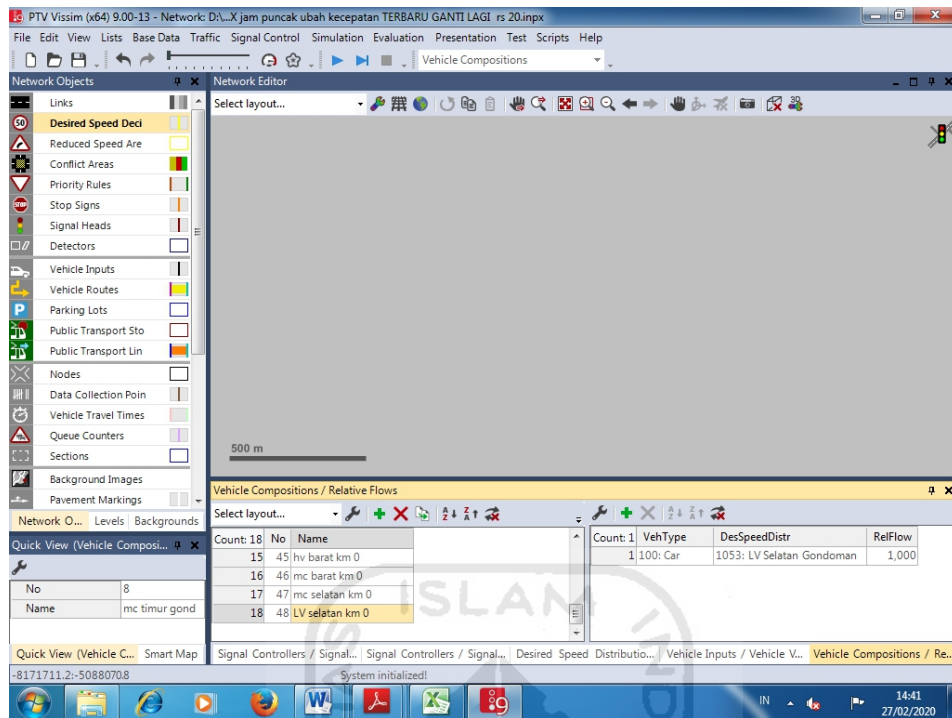
Gambar L-3.4 Pengaturan Skala pada Background Images



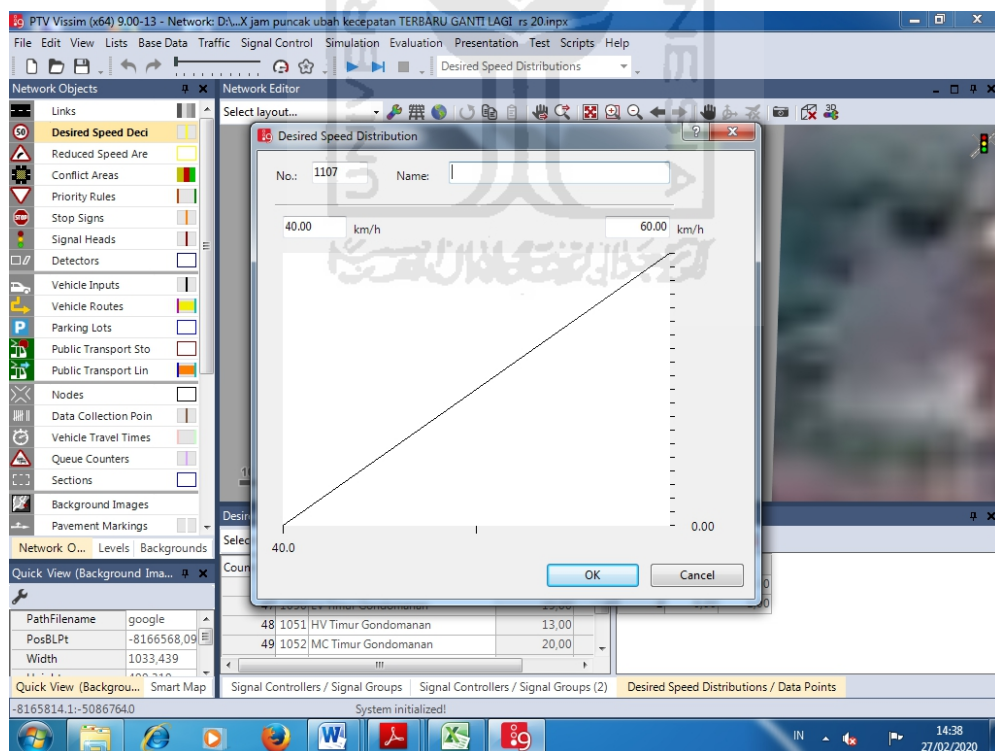
Gambar L-3.5 Pembuatan Link



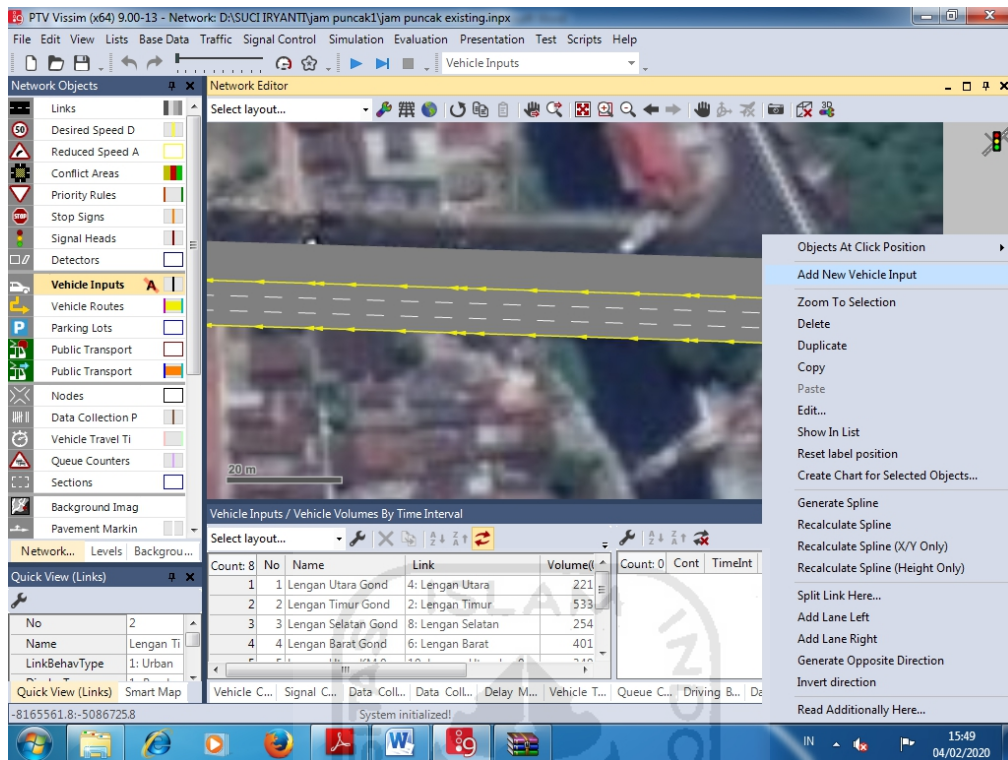
Gambar L-3.6 Pembuatan Connector



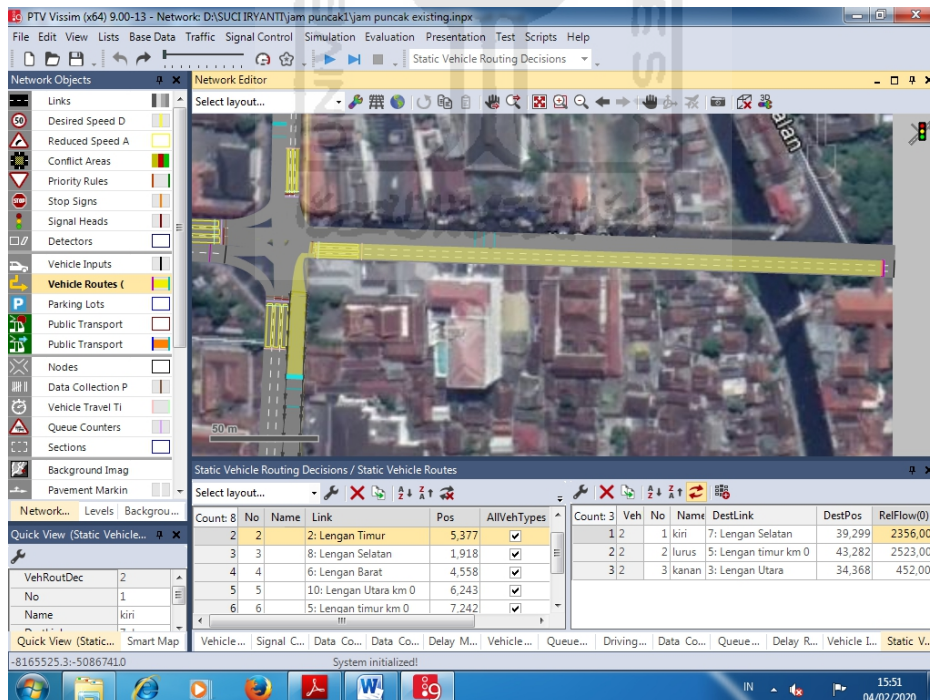
Gambar L-3.7 Proses *Input Vehicle Composition*



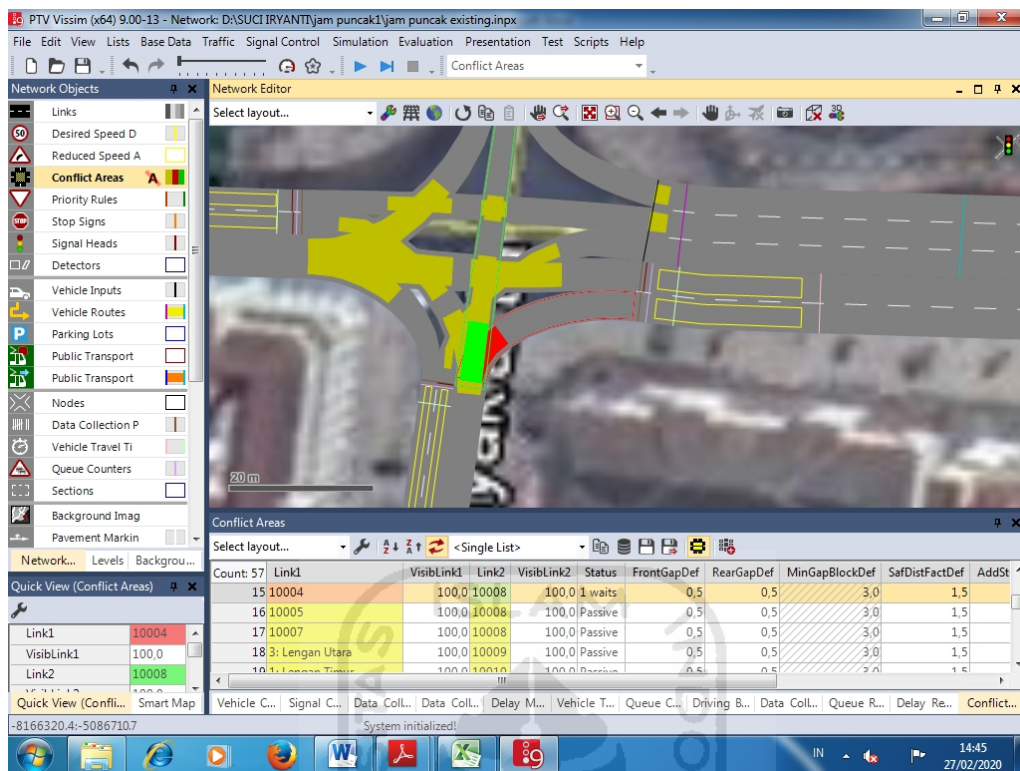
Gambar L-3.8 Pengaturan *Desired Speed*



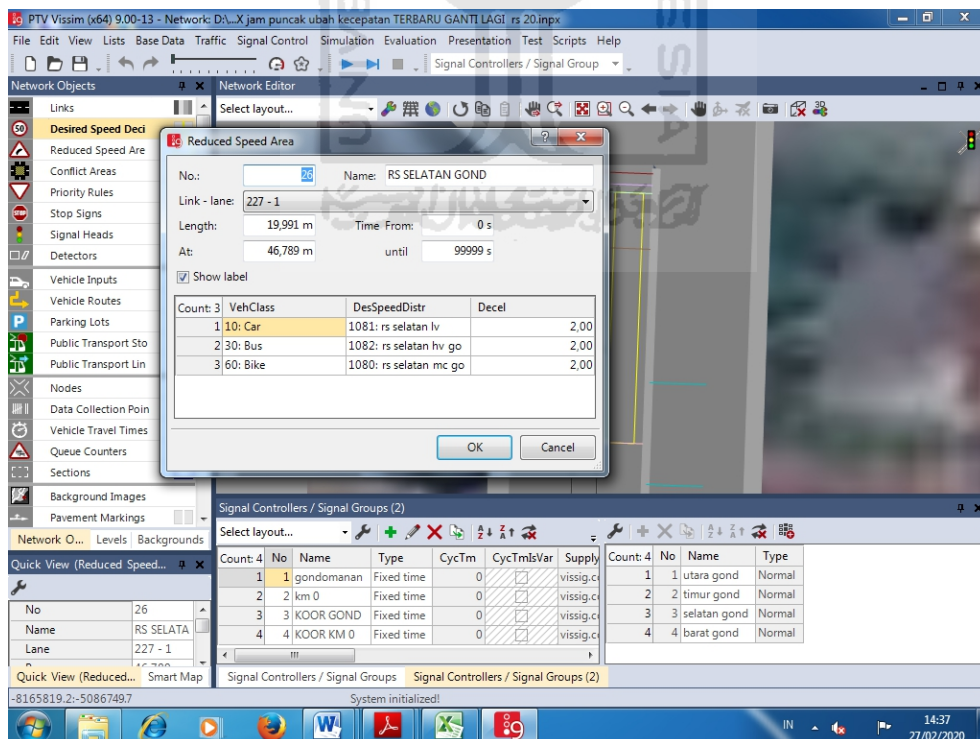
Gambar L-3.9 Pengaturan *Vehicle Input*



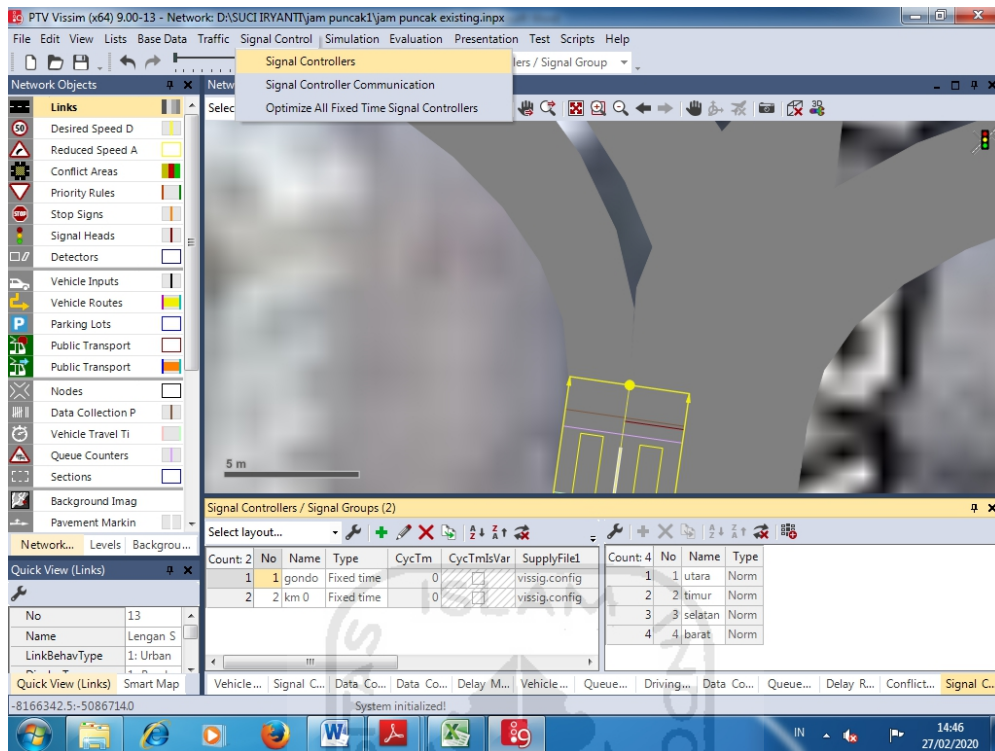
Gambar L-3.10 Pengaturan *Vehicle Routes*



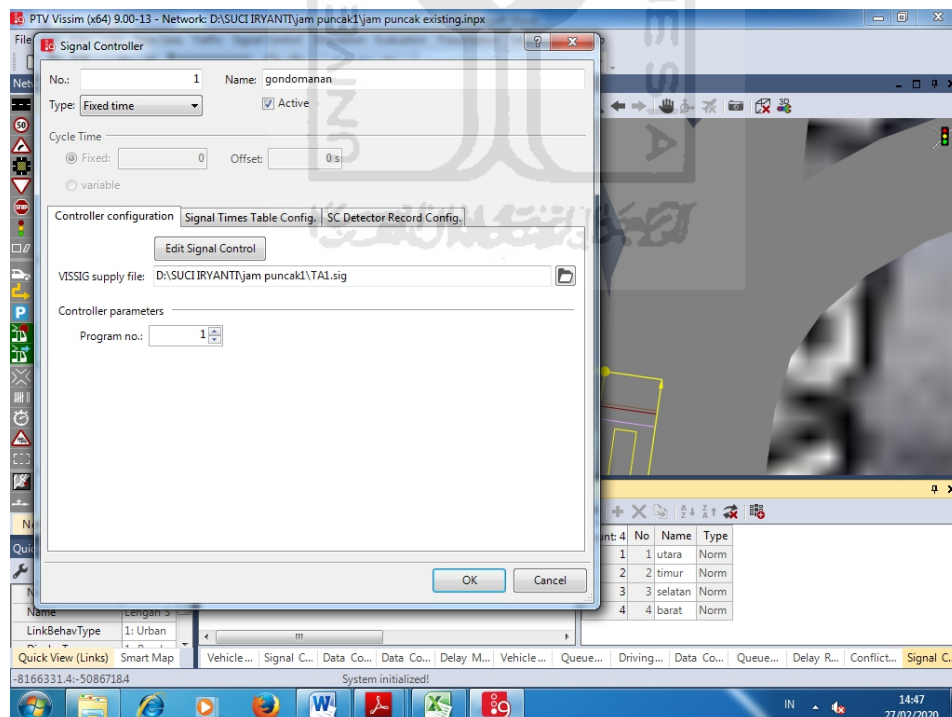
Gambar L-3.11 Pembuatan Conflict Area



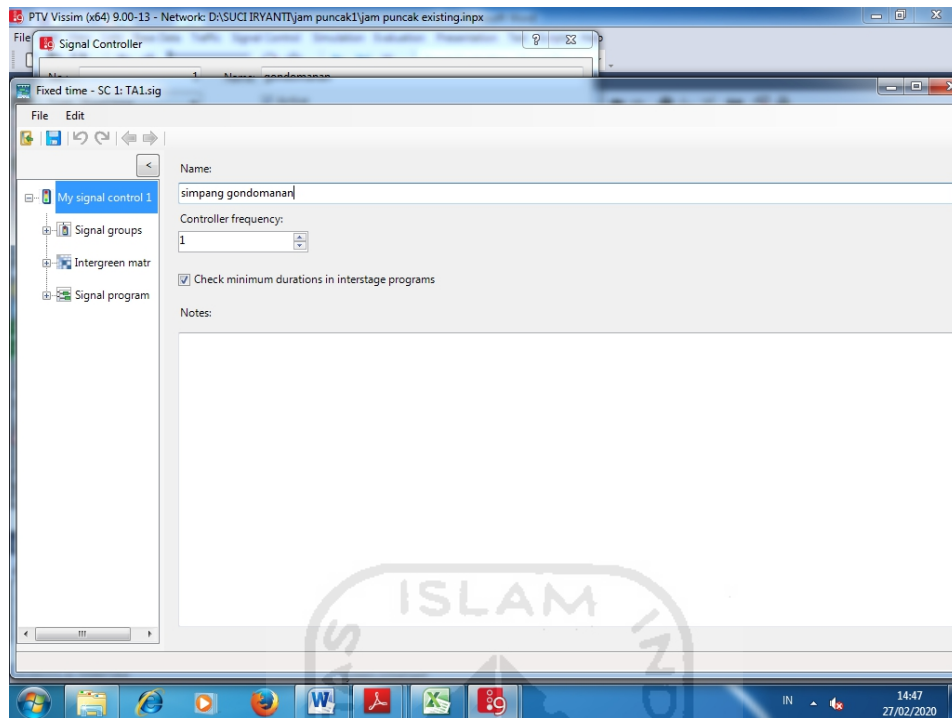
Gambar L-3.12 Pengaturan Reduce Speed



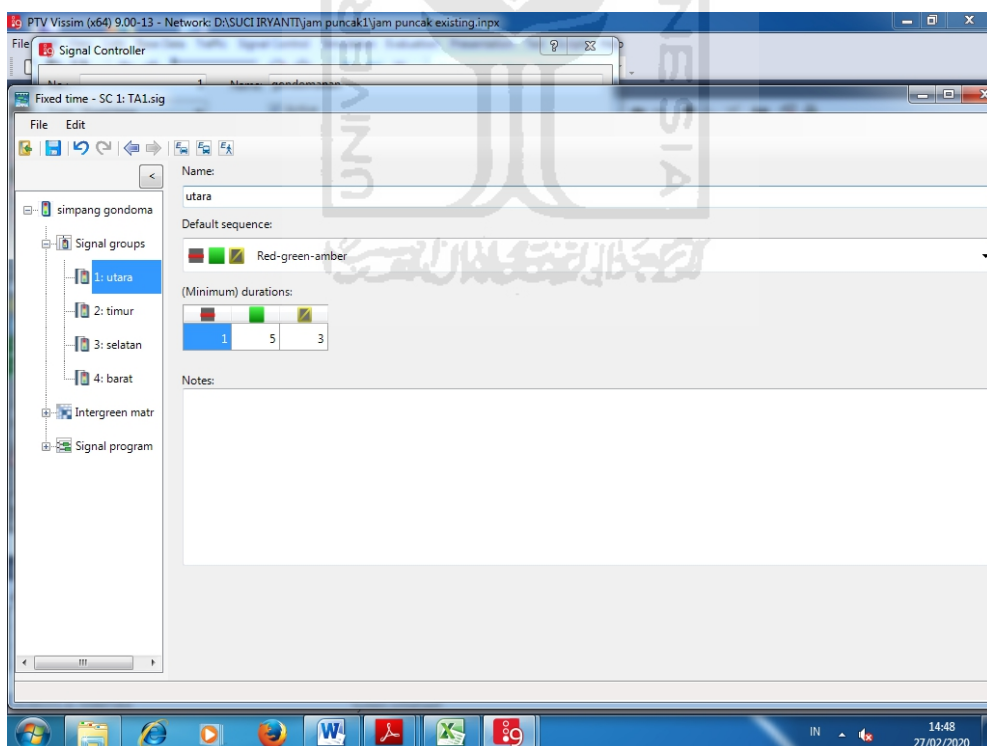
Gambar L-3.13 Pengaturan Signal Controllers



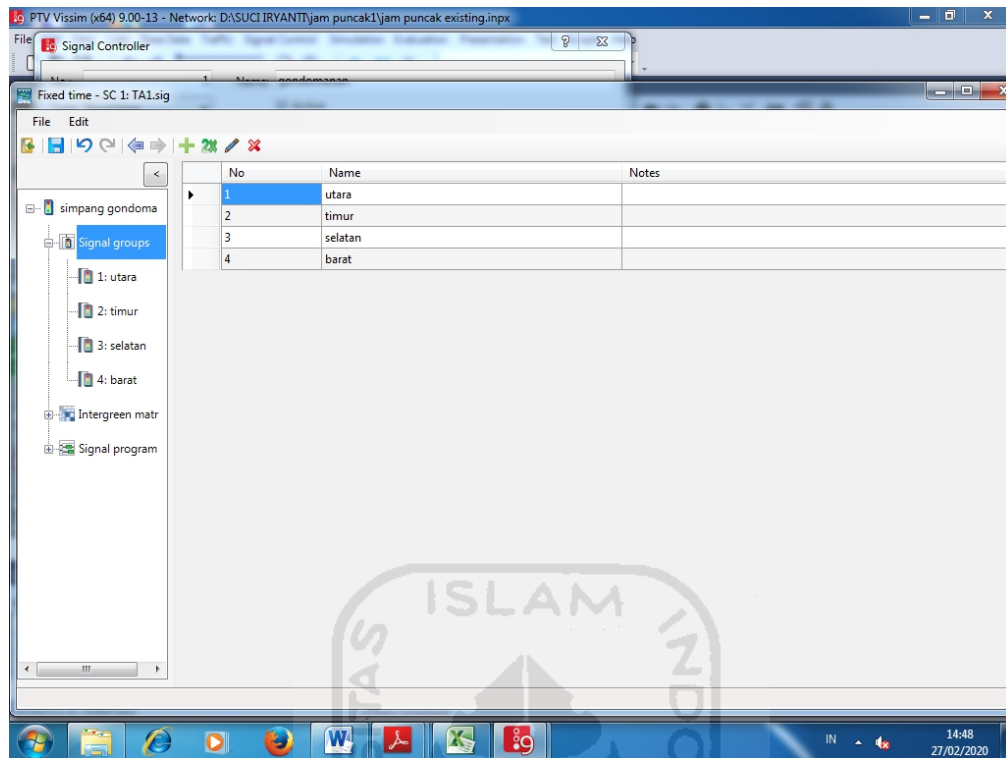
Gambar L-3.14 Pengaturan Edit Signal Controller



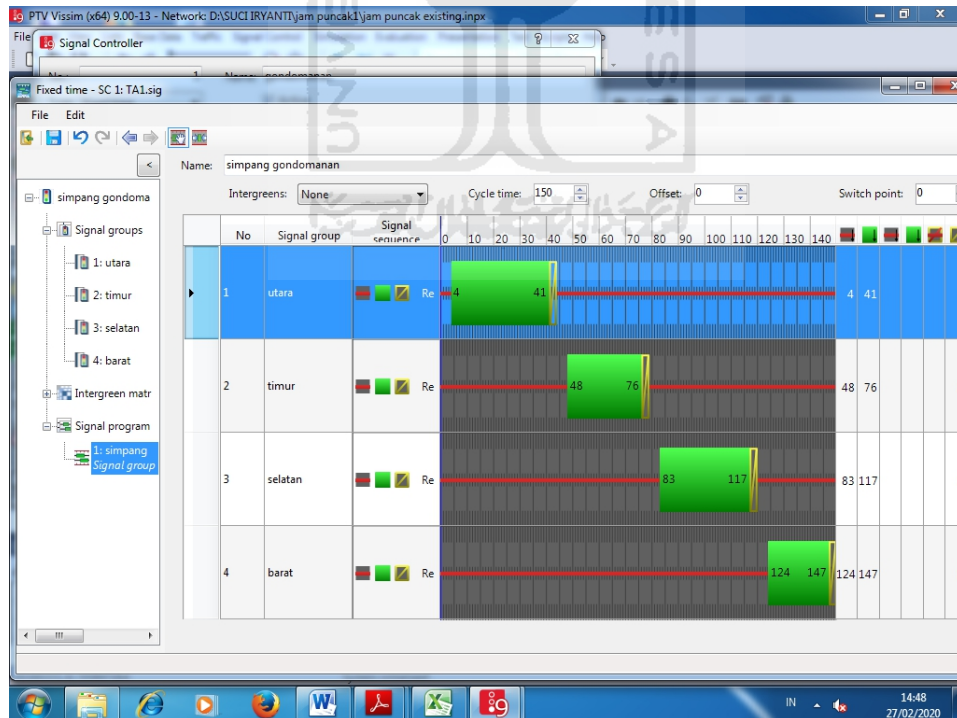
Gambar L-3.15 Pengaturan Waktu Siklus pada *Signal Controller*



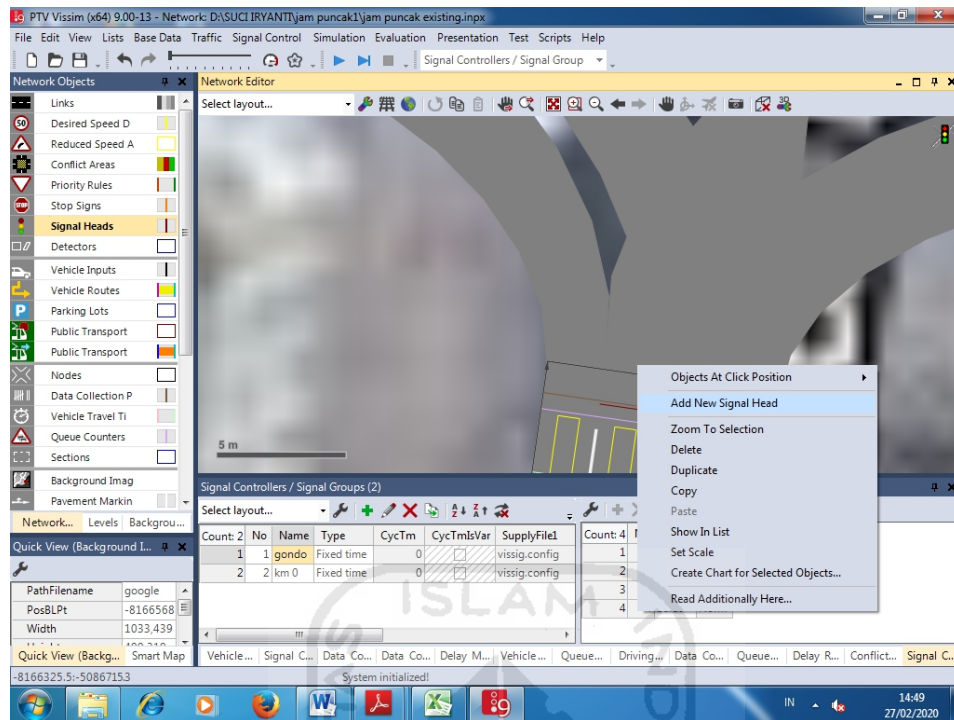
Gambar L-3.16 Pengaturan Waktu Minimum Sinyal



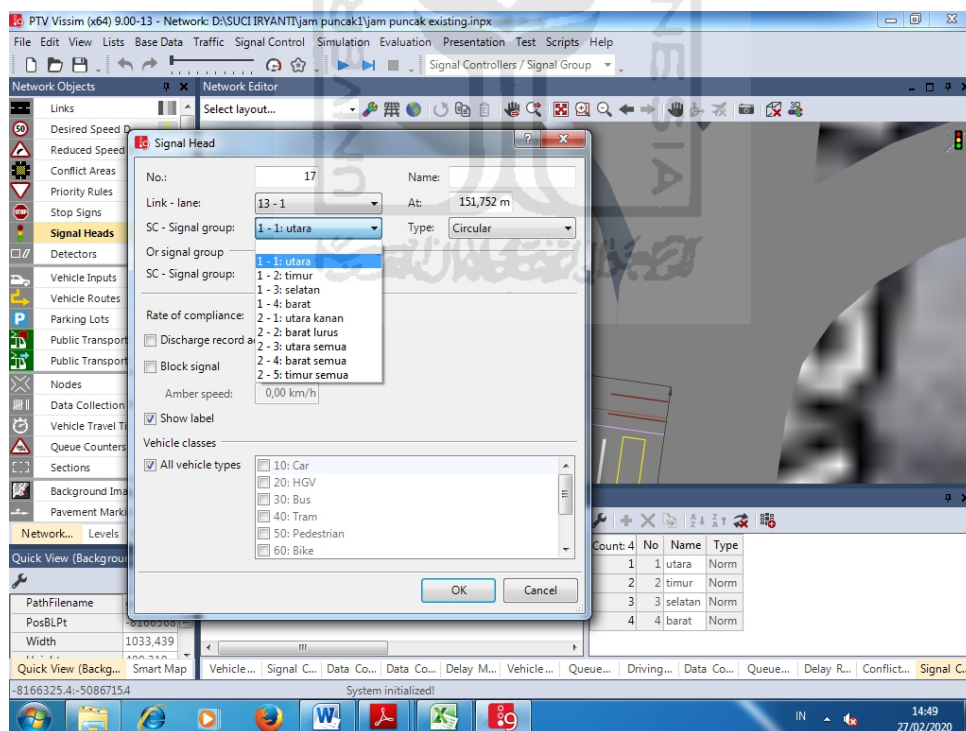
Gambar L-3.17 Pengaturan Fase di *Signal Controller*



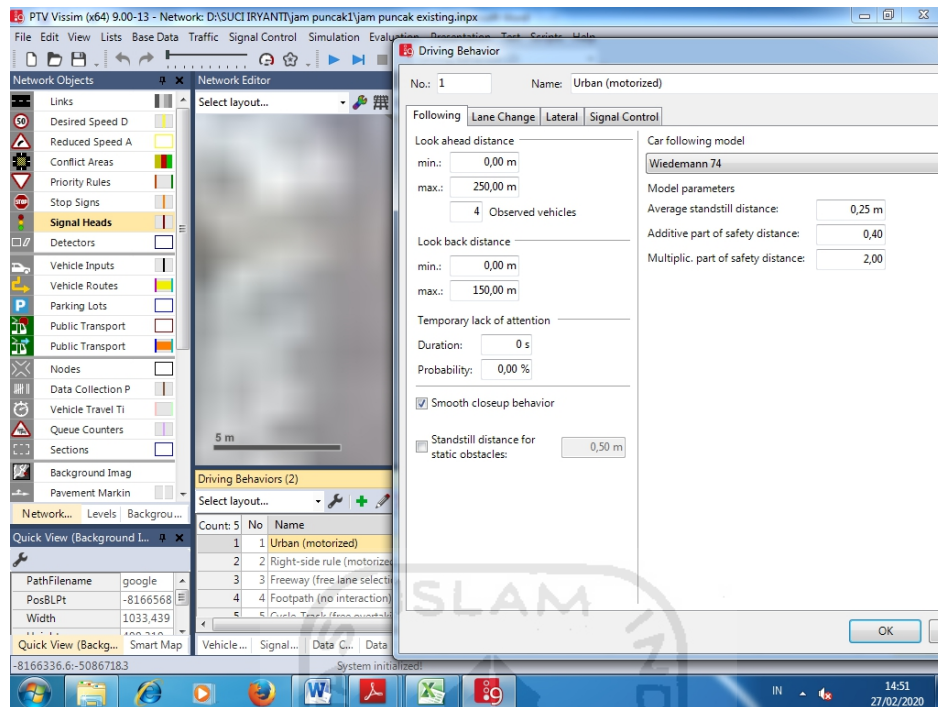
Gambar L-3.18 Pengaturan *Cycle Time*



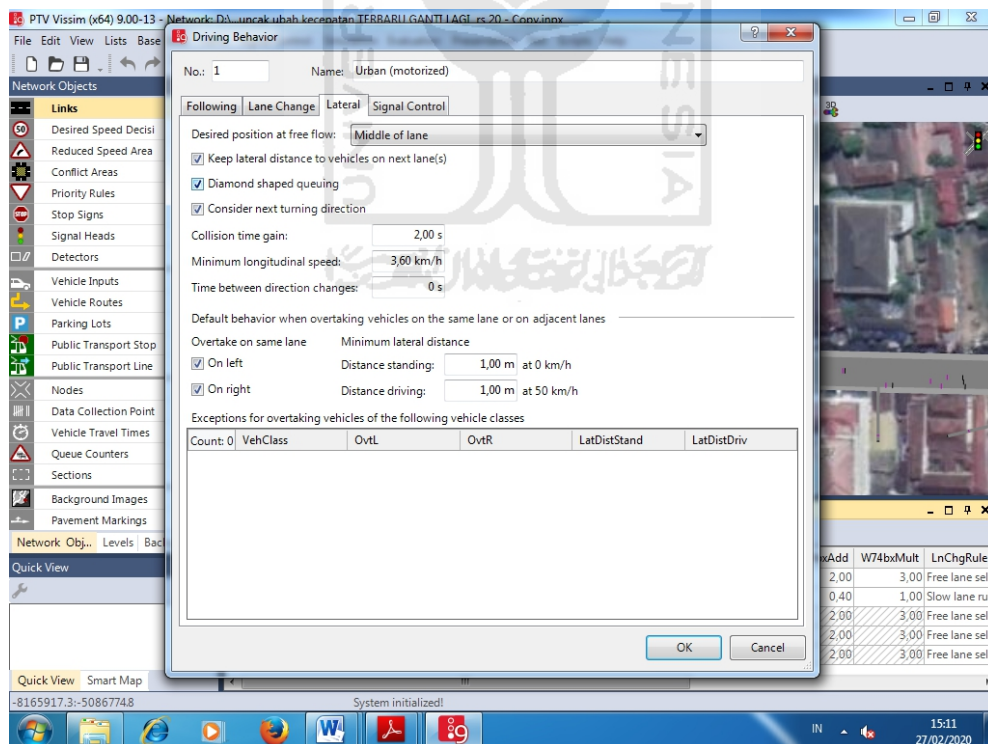
Gambar L-3.19 *Input Signal Head*



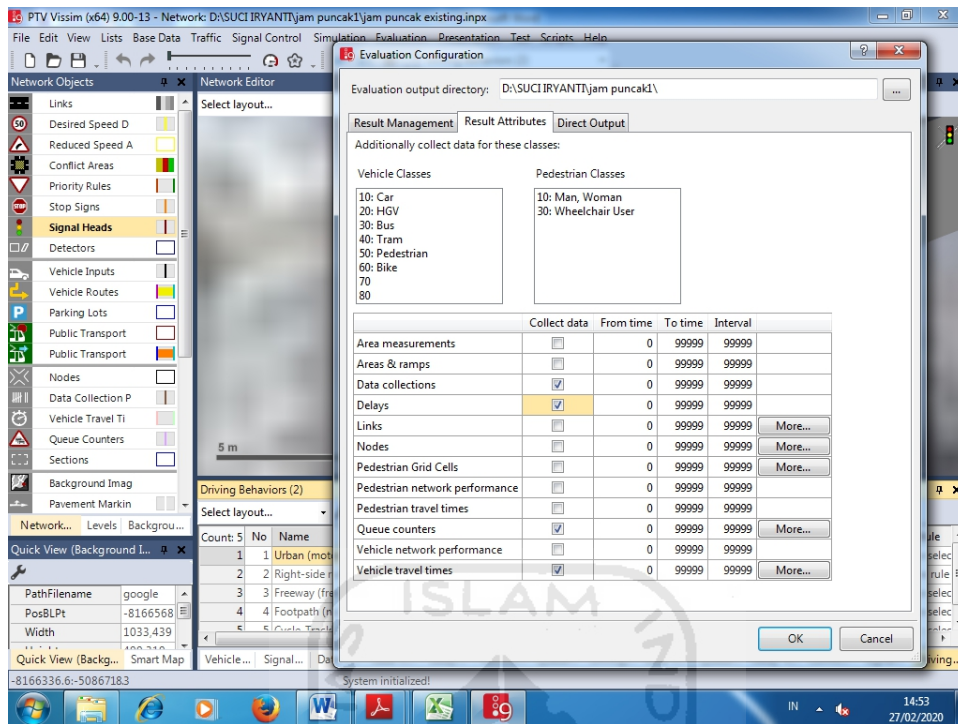
Gambar L-3.20 *Pemilihan Signal Group Sesuai Lengan*



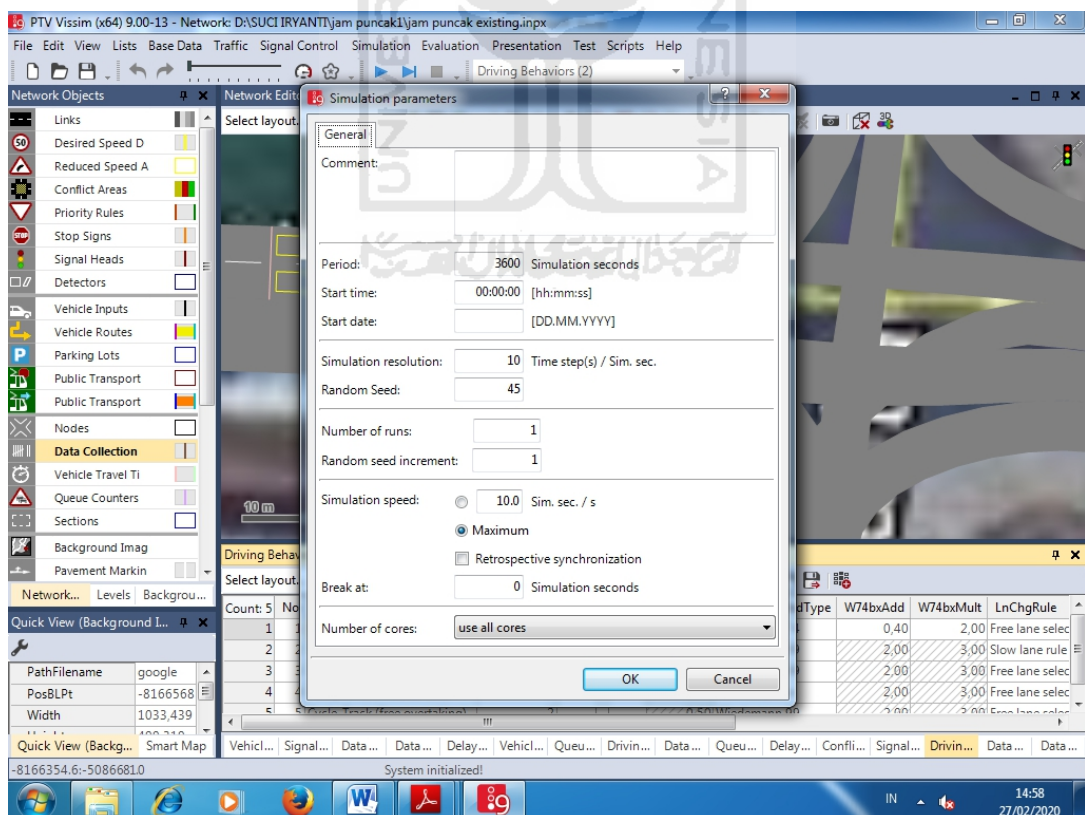
Gambar L-3.21 Pengaturan *Drivng Behaviour* bagian *Following*



Gambar L-3.22 Pengaturan *Drivng Behaviour* bagian *Lateral*



Gambar L-3.23 Pengaturan Evaluation



Gambar L-3.23 Pengaturan Random Seed