

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN KOORDINASI ANTAR SIMPANG
DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN
MIKROSIMULASI (*VISSIM*)**

(Studi Kasus : Simpang Gamping – Simpang Pelem Gurih)

***EVALUATION AND COORDINATION BETWEEN
INTERSECTIONS USING THE MICROSIMULATION
APPROACH***

(Case Study : Gamping Intersection – Pelem Gurih Intersection)

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



Muhammad Irwan

12511411

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2019**

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN KOORDINASI ANTAR SIMPANG
DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN
MIKROSIMULASI (VISSIM)**

(Studi Kasus : Simpang Gamping – Simpang Pelem Gurih)

**EVALUATION AND COORDINATION BETWEEN
INTERSECTIONS USING THE MICROSIMULATION
APPROACH**

(Case Study : Gamping Intersection – Pelem Gurih Intersection)

Disusun Oleh :

**Muhammad Irwan
12511411**

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

Diuji pada tanggal 30 Agustus 2019

oleh Dewan Penguji :

Pembimbing

12/08/2019

Prima J. Romadhona, S.T., M.Sc.
NIK: 135111103

Penguji I

Edi Purwanto, Dr. Ir., CES., DEA.
NIK: 855110101

Penguji II

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

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuniastuti, M.T.
NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

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

Yogyakarta, 20 Agustus 2019
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Irwan
(12511411)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Evaluasi Dan Koordinasi Antar Simpang Dengan Menggunakan Pendekatan Mikrosimulasi (*Vissim*); (Studi Kasus : Simpang Gamping – Simpang Pelem Gurih), Yogyakarta. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

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

1. Ibu Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, dukungan dan inspirasi yang diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Edi Purwanto, Dr. Ir., CES., DEA. Dan Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir.
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 saya yang telah memberi dukungan begitu banyak, baik moril maupun materiil hingga selesainya tugas akhir ini, terutama Bapak Idris dan Ibu Sumarti selaku orang tua saya, dan tidak lupa Muhammad Sodikin selaku kakak kandung saya. Terimakasih karena kasih sayang kepada saya selama ini. Saya selalu menyayangi bapak ibu kakak.
5. Keluarga besar jurusan Teknik Sipil di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Yogyakarta.
6. Teman-teman penulis yang telah memberi support moril.

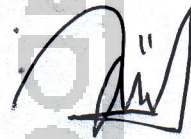
7. Seluruh staff dan karyawan Jurusan Teknik Sipil yang membantu kelancaran administrasi.

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

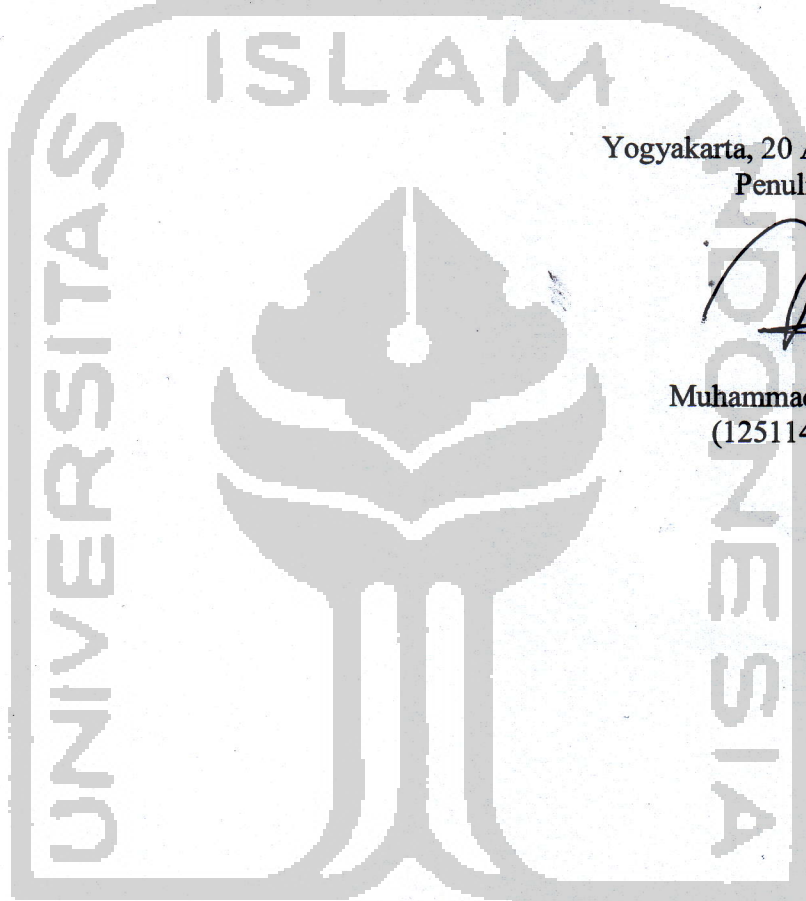
Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 20 Agustus 2019

Penulis,



Muhammad Irwan
(12511411)



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu	9
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Simpang	11
3.2 Sinyal Dan Pengaturan Lalu Lintas	12
3.3 Simpang Bersinyal	13
3.3.1 Konflik	15
3.3.2 Kinerja simpang bersinyal	16
3.4 Tingkat Pelayanan (<i>Level Of Service</i>) Kinerja Ruas Jalan	17
3.5 Koordinasi Simpang Bersinyal	20
3.5.1 Koordinasi Sinyal Pada Jalan Satu Arah	20

3.5.2	Koordinasi Sinyal Pada Jalan Dua Arah	21
3.5.3	<i>Offset</i> dan <i>Bandwidth</i>	23
3.6	<i>Vissim</i>	24
3.7	Kalibrasi dan Validasi <i>VISSIM</i>	24
BAB IV	<u>METODE PENELITIAN</u>	27
4.1	Umum	27
4.2	Lokasi Penelitian	27
4.3	Jenis Data	28
4.4	Alat Yang Digunakan	29
4.5	Persiapan dan Pelaksanaan Survei Lapangan	30
4.6	Analisis Data	33
4.7	Bagan Alir	36
BAB V	<u>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</u>	38
5.1	Data	38
5.1.1	Data Sekunder	38
5.1.2	Data Primer	38
5.2	Analisis	54
5.2.1	Membuat Pemodelan dengan Menggunakan <i>Software VISSIM</i>	54
5.2.2	Hasil Evaluasi Menggunakan <i>Software VISSIM</i>	74
5.3	Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang	78
5.3.1	Alternatif Pemecahan 1	78
5.3.2	Alternatif Pemecahan 2	85
5.4	Pembahasan Kinerja Perancangan Koordinasi	91
5.4.1	Perbandingan Panjang Antrian (<i>Q_{len}</i>) Hasil Koordinasi Antara Simpang	91
5.4.2	Perbandingan Tundaan (<i>Veh Delay</i>) Hasil Koordinasi Antar Simpang	93
5.4.3	Perbandingan Kecepatan (<i>Speed Average Arith</i>) Hasil Koordinasi Antar Simpang	96
BAB VI	<u>SIMPULAN DAN SARAN</u>	102
6.1	Simpulan	102

6.2 Saran	103
DAFTAR PUSTAKA	104



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekapitulasi Perbedaan Penelitian Sekarang dan Terdahulu	9
Tabel 3.1 Tingkat Pelayanan Jalan Arteri Sekunder Dan Kolektor Sekunder	18
Tabel 3.2 Kesimpulan Hasil Rumus Statistik <i>Geoffrey E. Havers</i>	25
Tabel 5. 1 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 1	41
Tabel 5. 2 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 2	41
Tabel 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Kedua Simpang Selama 12	43
Tabel 5. 4 Data Volume Lalu Lintas Gang Masuk dan Keluar	45
Tabel 5. 5 Data Volume Lalu Lintas Periode Selasa	48
Tabel 5. 6 Data Volume Lalu Lintas Periode Sabtu	49
Tabel 5.7 Data Kecepatan Kendaraan Periode Jam Puncak	53
Tabel 5.9 Tabel <i>Driving Behaviour</i> untuk kalibrasi	74
Tabel 5. 10 Hasil Evaluasi Volume <i>VISSIM</i> Sesudah Kalibrasi	77
Tabel 5.11 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Kondisi Eksisting	77
Tabel 5.12 Nilai Tundaan, Kecepatan dan Panjang Antrian Untuk Antar Simpang Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Kondisi Eksisting	78
Tabel 5. 13 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Simpang 1	80
Tabel 5. 14 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Simpang 1	81
Tabel 5. 15 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Panjang Antrian dan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Kondisi Alternatif 1	84
Tabel 5. 16 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Kecepatan Dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1	84
Tabel 5. 17 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Simpang 1	86
Tabel 5. 19 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Kondisi Alternatif 2	90
Tabel 5.20 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Kecepatan Dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 2	90
Tabel 5. 21 Rekapitulasi Panjang Antrian Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i>	91

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Tundaan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i>	94
Tabel 5. 23 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 1	96
Tabel 5. 24 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Alternatif 2	97
Tabel 5. 25 Rekapitulasi Tundaan dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> pada Simpang 1	99
Tabel 5. 26 Rekapitulasi Tundaan dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> pada Simpang 2	100
Tabel 5. 27 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi <i>VISSIM</i> Antar Simpang	101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	2
Gambar 3.1 Persimpangan Jalan	11
Gambar 3.2 Konflik Lalu Lintas Simpang Empat	15
Gambar 3.3 Prinsip Koordinasi Sinyal pada Jalan Satu Arah	21
Gambar 3.4 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah	22
Gambar 3.5 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah	22
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber: <i>Google Maps</i> , 2017)	27
Gambar 4.2 Posisi Pengamatan Pada Simpang Gamping	31
Gambar 4.3 Posisi Pengamatan Pada Simpang Palem Gurih	32
Gambar 4.5 Bagan Alir Penelitian (1 dari 2)	36
Gambar 5.1 Letak Kedua Simpang dan Jarak Antar Simpang	39
Gambar 5.2 Geometri Simpang	39
Gambar 5.3 Geometri Simpang 2	40
Gambar 5.4 Fase Simpang 1	41
Gambar 5.5 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1	41
Gambar 5.6 Fase Simpang 2	42
Gambar 5.7 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2	42
Gambar 5.8 Grafik Volume Lalu Lintas Selama 12 Jam	45
Gambar 5.9 Grafik Volume Lalu Lintas gang masuk dan keluar	47
Gambar 5.10 Grafik Volume Lalu Lintas Periode Selasa	48
Gambar 5.11 Grafik Volume Lalu Lintas Periode Sabtu	49
Gambar 5.12 Diagram Perbandingan Volume Lalu Lintas Pada 3 Periode	50
Gambar 5.13 Distribusi Pergerakan Arus Lalu Lintas Simpang 1 Periode Jam Puncak	51
Gambar 5.14 Distribusi Pergerakan Arus Lalu Lintas Simpang 2 Periode Jam Puncak	52
Gambar 5.15 Hasil Perubahan <i>Vehicle Behavior</i>	55
Gambar 5.16 Hasil Perubahan <i>Units</i>	55

Gambar 5.17 <i>Input Background Images</i>	56
Gambar 5.18 Pengaturan Skala pada <i>Background Images</i>	56
Gambar 5.19 Pembuatan <i>Link</i>	57
Gambar 5.20 Pembuatan <i>Connector</i>	58
Gambar 5.21 Pembuatan <i>Pavement Marking</i>	58
Gambar 5.22 Pembuatan Area Pengurangan Kecepatan	59
Gambar 5.23 Proses <i>Input Volume</i> pada Menu <i>Vehicle Input</i>	60
Gambar 5.24 Proses <i>Input Volume Vehicle Composition</i>	60
Gambar 5.25 Tampilan Pengaturan <i>Vehicle Route</i>	61
Gambar 5.26 Pembuatan Area Konflik	62
Gambar 5.27 Pembuatan <i>Priority Rules</i>	62
Gambar 5.28 <i>Input Fase Sinyal Lalu Lintas</i>	63
Gambar 5.29 <i>Edit Signal Controll</i>	64
Gambar 5.30 Penamaan <i>Signal Controll</i>	64
Gambar 5.31 Penyesuaian <i>Intergreen Matrix</i>	65
Gambar 5.32 <i>Input Waktu Siklus</i>	65
Gambar 5.33 <i>Input Signal Head</i>	66
Gambar 5.34 Pengaturan <i>Driving Behaviour</i>	66
Gambar 5.35 Peletakan <i>Data Collection Point</i>	68
Gambar 5.36 Pengaturan <i>Evaluation</i>	69
Gambar 5.37 Pengaturan Validasi	70
Gambar 5.38 Peletakan <i>Vehicle Input</i>	71
Gambar 5.39 Pembagian 1 Jalur Menjadi 2 <i>Link</i>	73
Gambar 5.40 Sebelum Proses Pengaturan Kalibrasi	76
Gambar 5.41 Setelah Proses Pengaturan Kalibrasi	76
Gambar 5.42 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Simpang 1	80
Gambar 5.43 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1	80
Gambar 5.44 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Simpang 2	81
Gambar 5.45 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2	81
Gambar 5.46 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 1 Simpang 2 – Simpang 1	83

Gambar 5.47 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Simpang 1	86
Gambar 5.48 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1	87
Gambar 5.49 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Simpang 2	87
Gambar 5.50 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2	88
Gambar 5.51 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 2 Simpang 2 – Simpang 1	89
Gambar 5.52 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrian Simpang 1	92
Gambar 5.53 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrian Simpang 2	93
Gambar 5.55 Diagram Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 2	96
Gambar 5.56 Diagram Perbandingan Nilai Kecepatan Perjalanan Rata-Rata <i>VISSIM</i>	97



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Di Simpang Gamping

Lampiran 2 Kecepatan Kendaraan

Lampiran 3 Rekapitulasi Hasil Analisis



ABSTRAK

Salah satu kota besar di Indonesia yang kini mulai tidak terlepas dari masalah kemacetan, yakni Yogyakarta. Kemacetan seringkali terjadi pada jam-jam sibuk di Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih, di jalan *Ring Road* (Magelang-Purworejo). Barat yang merupakan jalan nasional arteri primer yang berfungsi sebagai jalan bebas hambatan.

Dalam penelitian ini, mikrosimulasi lalu lintas dengan *software VISSIM* digunakan untuk melakukan analisis panjang antrian, tundaan dan kecepatan pada kondisi eksisting dan perancangan koordinasi sinyal. Penelitian dilakukan dengan metode survei lapangan yang meliputi volume lalu lintas, geometri simpang yaitu lebar jalan serta bahu jalan dan kecepatan kendaraan. Selain menggunakan *software VISSIM*, tingkat kinerja simpang mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan nomor PM 96 Tahun 2015.

Dari perencanaan Alternatif 1 dan 2 pada jam puncak yang paling terbaik adalah alternatif kedua, dari alternatif 2 ini lebih mengutamakan perubahan lengan antar simpang yaitu Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) dan Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1), hasil penurunan panjang antrian yang signifikan, waktu tempuh yang lebih cepat dari sebelumnya, serta tundaan yang mengalami peningkatan sehingga kinerja pelayanan dari kedua simpang tersebut lebih bagus dari kondisi eksisting. Berdasarkan nilai tundaan tersebut didapat tingkat pelayanan pada Simpang pertama lengan Timur D, Selatan E dan Barat C dan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur E, Barat E dan Selatan sendiri tetap F hanya nilai panjang antrian, serta tundaan mengalami penurunan drastis. Jika di tinjau dari kecepatan antar simpang rute Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami kenaikan kecepatan, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan tingkat pelayanan rute Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) tidak mengalami perubahan (tingkat pelayanan E).

Kata Kunci : Koordinasi Sinyal, Mikrosimulasi, Larangan Belok Kanan, *VISSIM*.

ABSTRACT

One of the major cities in Indonesia that is now starting to not be separated from the problem of traffic jams, namely Yogyakarta. Congestion often occurs during rush hour at the Simpang Gamping and Pelem Gurih intersection, on Ring Road (Magelang-Purworejo). West which is the primary arterial national road that functions as a freeway.

In this study, traffic microsimulation with VISSIM software is used to analyze queue length, delay and speed in existing conditions and design of signal coordination. The study was conducted with a field survey method which includes traffic volume, intersection geometry that is road width and road shoulder and vehicle speed. Besides using VISSIM software, the level of intersection performance refers to the Minister of Transportation Regulation number PM 96 of 2015.

From the Alternative 1 and 2 planning at peak hours the best is the second alternative, from alternative 2 it is more prioritizing the change of arms between intersections namely Intersection 1 to Intersection 2 (West 1 to South 2) and Intersection 2 to Intersection 1 (North 2 to the East 1), a significant decrease in queue length, faster travel time than before, and delays that have increased so that the service performance of the two intersections is better than the existing conditions. Based on the delay value, the level of service obtained at the first intersection of the East D arm, South E and West C and at the intersection 2 the level of service in the North arm namely E, East E, West E and South itself remained F only the value of the queue length, and the delay decreased drastic. If viewed from the speed between the intersection of the Simpang 1 to Simpang 2 route (west 1 to South 2) the speed increases, the service level changes from F to E, while the service level of the Simpang 2 route to Simpang 1 (North 2 to East 1) has not changed (service level E).

Keywords : *Signal Coordination, Microsimulation, Prohibition of Turning Right, VISSIM.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi mempunyai peranan penting di dalam perkembangan suatu daerah. Kian hari pergerakan transportasi di perkotaan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk yang menyebabkan ketidakseimbangan pertumbuhan jumlah kendaraan (kendaraan pribadi dan kendaraan umum) dengan pertumbuhan prasarana jalan. Sehingga, sarana dan prasarana transportasi yang tersedia atau koordinasi lampu lalu lintas, tertib lalu lintas, tata guna tanah, dan koordinasi antar instansi yang berwenang (Munawar, 2004).

Salah satu dari strategi manajemen lalu lintas yang cukup penting dalam mengatasi masalah transportasi perkotaan adalah pemasangan dan pengaturan lampu lalu lintas di persimpangan karena potensi terbesar terjadinya konflik lalu lintas terdapat pada persimpangan jalan. Pengaturan lampu lalu lintas di simpang yang tepat sesuai dengan kebutuhan dan situasi lalu lintas akan melancarkan arus lalu lintas di simpang, sehingga mengurangi terjadinya tundaan dan antrian akibat kondisi '*stuck*' dan memperkecil konflik yang sering terjadi di kawasan persimpangan, sehingga secara otomatis kemacetan pun berkurang. Akan tetapi, permasalahan yang seringkali terjadi adalah kendaraan yang harus selalu berhenti pada tiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah. Tentu saja hal ini menimbulkan ketidaknyamanan pengendara, disamping lamanya tundaan yang terjadi.

Salah satu kota besar di Indonesia yang kini mulai tidak terlepas dari masalah kemacetan, yakni Yogyakarta. Kemacetan seringkali terjadi pada jam-jam sibuk di persimpangan-persimpangan yang dekat dengan pusat keramaian, seperti ruko, pertokoan, pasar, hotel, dan wilayah kampus, dsb, yaitu diantaranya Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih, dimana simpang tersebut merupakan suatu jalan akses utama bagi mahasiswa untuk beraktivitas, serta berperan penting bagi masyarakat, baik Yogyakarta maupun luar Yogyakarta

karena terletak di jalan *Ring Road* Barat yang merupakan jalan nasional arteri primer yang berfungsi sebagai jalan bebas hambatan. Kedua simpang tersebut menghubungkan jalur transportasi dari Yogyakarta ke Magelang dan Purworejo, dan merupakan jalur cepat dengan dua arah yang mempunyai 6 lajur lalu lintas, serta dilengkapi dengan median. Lokasi penelitian, yaitu kedua simpang pada Jalan Magelang-Purworejo dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

(Sumber : Citra *Google Earth*)

Perkembangan di daerah sekitar jalur lingkaran ini termasuk cukup rendah bila dibandingkan daerah lain di Yogyakarta karena fungsi jalur ini adalah jalur bebas hambatan, sehingga interaksinya kecil. Walaupun demikian, bukan berarti kedua simpang yang terletak di jalur lingkaran ini terhindar dari kemacetan dibandingkan wilayah lain. Hal ini dikarenakan jalur ini menghubungkan antar provinsi dan mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan nasional, sehingga mengakibatkan volume lalu lintas yang melintas di kedua simpang tersebut semakin berkembang.

Dalam mengurangi kemacetan di kedua simpang tersebut, diperlukan suatu manajemen lalu lintas agar tercipta kondisi lalu lintas yang lancar, salah satunya dengan mengkoordinasikan kedua simpang tersebut dengan membuat sistem

gelombang hijau (*greenwave*), sehingga kendaraan yang lepas dari satu simpang diupayakan tidak mendapati sinyal merah pada simpang berikutnya, melainkan terus-menerus mendapati sinyal hijau, sehingga mengurangi antrian pada simpang karena dapat terus berjalan dengan kecepatan normal.

Penyelesaian yang dapat dilakukan adalah dengan mengkoordinasikan sinyal lampu lalu lintas pada kedua simpang tersebut dan dengan mengutamakan jalur utama yang bervolume lebih besar sehingga dapat menghindari tundaan akibat lampu merah. Dengan demikian, kelambatan dan antrian panjang pun dapat diminimalisir. Sehingga dari hasil yang diperoleh, dapat diketahui kinerja simpang eksisting dan dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan rekomendasi-rekomendasi yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja simpang di masa datang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut ini.

1. Bagaimana kinerja Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih yang berlokasi di Jalan Magelang-Purworejo saat ini pada kondisi eksisting ?
2. Apakah Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih yang berlokasi di Jalan Magelang-Purworejo menghasilkan kinerja lebih baik setelah dilakukan koordinasi sinyal antar simpang ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan yang ingin dicapai dari perencanaan ini adalah sebagai berikut ini.

1. Melakukan analisis kinerja Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih pada kondisi eksisting.
2. Melakukan koordinasi sinyal antar Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih dengan pembuatan berbagai alternatif yang paling menguntungkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini..

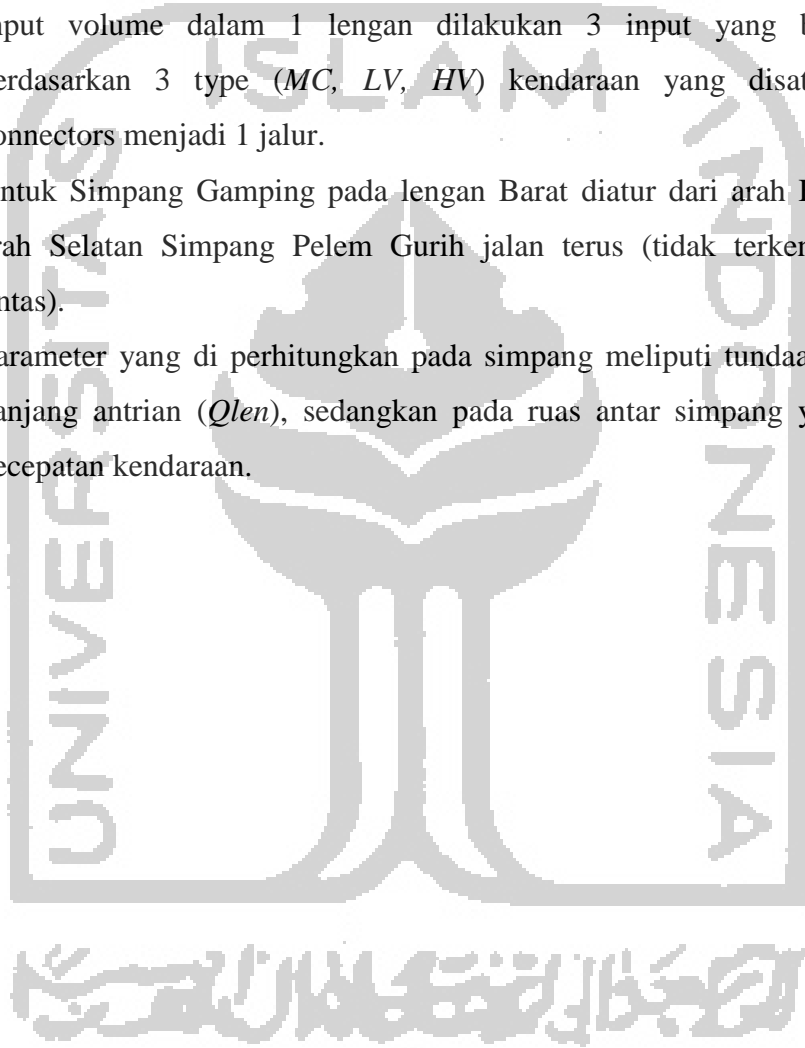
1. Mengetahui kinerja Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih di Jalan Magelang-Purworejo pada kondisi eksisting.
2. Terkoordinasinya pengaturan sinyal antar simpang di Jalan Magelang-Purworejo sehingga menghasilkan kondisi lalu lintas yang lebih baik.
3. Sebagai alternatif masukan dan pertimbangan bagi instansi terkait, yaitu Pemerintah Daerah DI Yogyakarta dan Dinas Perhubungan DI Yogyakarta untuk melakukan tindakan yang tepat dengan merencanakan perbaikan dan pengaturan simpang tersebut agar kinerja koordinasi simpang tersebut menjadi lebih baik.

1.5 Batasan Penelitian

Beberapa batasan masalah yang diambil guna lebih fokus dan sesuai dalam lingkup penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Lokasi penelitian dilakukan pada 2 simpang bersinyal (Simpang 1 : Gamping dan Simpang 2 : Pelem Gurih) dan di ruas jalan antar kedua simpang tersebut yang berjarak 538 m pada Jalan Magelang-Purworejo.
2. Geometri persimpangan dan kondisi lingkungan didasarkan pada kondisi kenyataan.
3. Pengelompokan jenis kendaraan yang disurvei adalah sebagai berikut ini.
 - a. Kendaraan ringan (*LV/light vehicle*) seperti mobil penumpang dan kendaraan pribadi.
 - b. Kendaraan berat (*HV/heavy vehicle*) seperti truk 3 as dan bus.
 - c. Sepeda Motor (*MC/motor cycle*).
4. Survei lalulintas dilakukan pada 2 hari kerja dan 1 hari libur yaitu pada:
 - a. 1 hari kerja pada pukul 06.30 – 18.30
 - b. 1 hari kerja selama 6 jam dilihat dari padatnya pada hari 1
 - c. 1 hari libur selama 6 jam dilihat dari padatnya pada hari 1
4. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis kinerja simpang dan koordinasi sinyal antar simpang dilakukan dengan program *Visim*.
5. Data kecelakaan tidak diperhitungkan.
6. Data volume putar balik tidak diperhitungkan.

7. Hambatan samping tidak diperhitungkan dan tidak dimodelkan pada *Visim*.
8. Volume kendaraan keluar masuk Gang-gang kecil selain Gang di Jl. Karebet tidak diperhitungkan.
9. Tidak memperhitungkan penghematan konsumsi bahan bakar dan dampak lingkungan.
10. Input volume dalam 1 lengan dilakukan 3 input yang berbeda yang berdasarkan 3 type (*MC, LV, HV*) kendaraan yang disatukan dengan connectors menjadi 1 jalur.
11. Untuk Simpang Gamping pada lengan Barat diatur dari arah Barat lurus ke arah Selatan Simpang Pelem Guruh jalan terus (tidak terkena sinyal lalu lintas).
12. Parameter yang di perhitungkan pada simpang meliputi tundaan (*delay*) dan panjang antrian (*Q_{len}*), sedangkan pada ruas antar simpang yang di tinjau kecepatan kendaraan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Basayut (2010) melakukan penelitian dengan judul “Analisa dan Koordinasi Sinyal antar Simpang pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya” untuk menganalisa permasalahan pada persimpangan dengan jarak simpang yang pendek pada ruas Jalan Diponegoro Surabaya. Terdapat 4 simpang yang berada dalam jarak 930 meter pada ruas Jalan Diponegoro. Permasalahan yang terjadi adalah kendaraan yang terkadang harus selalu berhenti pada tiap simpang karena selalu mendapat sinyal merah. Adapun data yang diambil adalah volume kendaraan yang melalui tiap simpang, waktu sinyal, kecepatan tempuh kendaraan yang melalui keempat simpang, dan geometri simpang. Data yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan kondisi eksisting terjenuh yang kemudian menjadi acuan dalam merencanakan waktu siklus baru dengan memperhatikan teori koordinasi. Kinerja terbaik pada setiap simpang kemudian dikoordinasikan menggunakan waktu *offset* antar simpang. Dari hasil analisis, diketahui bahwa keempat simpang pada ruas Jalan Diponegoro belum terkoordinasi. Untuk itu, dilakukanlah beberapa perencanaan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang pada keempat simpang tersebut.

Perencanaan yang dilakukan adalah menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang. Dari tujuh perencanaan, didapatkan waktu siklus baru sebesar 130 detik. Waktu siklus semua simpang disamakan untuk mempermudah koordinasi sinyal. Dari kecepatan rencana sesuai regulasi batas maksimum kendaraan dalam kota sebesar 40 km/jam, didapatkan waktu *offset* sebesar 84 detik untuk kedua arah. Sedangkan untuk *bandwidth* yang dihasilkan dari diagram koordinasi didapat sebesar 56 detik untuk arah Utara dan 33 detik dari arah Selatan.

Yulianyaha (2016) dalam penelitian Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang dan Koordinasi Antar Simpang pada studi kasus simpang Stasiun

Prambanan – simpang Taman Wisata Candi untuk menganalisis permasalahan pada persimpangan dengan jarak simpang yang pendek dan banyaknya volume kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut mengakibatkan kemacetan pada saat jam sibuk. Dalam penelitian ini, digunakan mikrosimulasi lalu lintas dengan software *Visim* untuk melakukan analisis tundaan pada kondisi eksisting dan perancangan koordinasi sinyal. Data primer dikumpulkan dengan melakukan survei langsung di lapangan, untuk mendapatkan volume kondisi eksisting periode jam puncak dan periode jam lengang yang akan menjadi acuan dalam merencanakan waktu siklus baru dengan memperhatikan teori koordinasi.

Dari hasil analisis, diketahui bahwa kedua simpang pada ruas Jalan Yogya-Solo belum terkoordinasi dengan baik. Rute dari Barat-Timur dengan tundaan rata-rata sebesar 31,96 detik, waktu tempuh rata-rata sebesar 57,24 detik dan kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 27,42 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E untuk periode jam puncak. Untuk itu, dilakukan beberapa perancangan untuk melakukan koordinasi sinyal antar simpang pada kedua simpang tersebut, dengan cara menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang. Dari tiga perancangan periode jam puncak, didapatkan alternatif terbaik dengan waktu siklus baru sebesar 117 detik dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 17,65 detik, nilai waktu tempuh dari lengan Barat Simpang 2 menuju ke lengan Barat Simpang 1 (arah Barat-Timur Jalan Yogya-Solo) sebesar 50,99 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 30,78 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E. Nilai waktu tempuh dari lengan Timur Simpang 1 menuju ke lengan Timur Simpang 2 (arah Timur-Barat Jalan Yogya-Solo) sebesar 31,73 detik, tundaan sebesar 15,57 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 49,47 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E. Untuk periode jam lengang, dari hasil analisis didapat tundaan rata-rata sebesar 19,59 detik, waktu tempuh rata-rata sebesar 39,6 detik dan kecepatan rata-rata sebesar 39,64 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E. Dari tiga perancangan periode jam lengang, didapatkan alternatif terbaik dengan waktu siklus baru sebesar 98 detik dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 16,42 detik, nilai waktu tempuh dari lengan Barat Simpang 2 menuju ke lengan Barat Simpang 1 (arah Barat-Timur Jalan Yogya-Solo) sebesar 30,77

detik, kecepatan perjalanan rata-rata 51,01 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan D. Nilai waktu tempuh dari lengan Timur Simpang 1 menuju ke lengan Timur Simpang 2 (arah Timur-Barat Jalan Yogya-Solo) sebesar 27,25 detik, tundaan sebesar 14,83 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 57,60 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan D.

Husna (2016) melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Studi Kasus: Simpang Jalan Mentri Supeno - Jalan Perintis Kemerdekaan, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan-Jalan Pramuka, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan-Jalan Gambiran Di Kota Yogyakarta” untuk menganalisis tundaan pada kondisi *eksisting* dan perancangan koordinasi sinyal dengan menggunakan *software Visim*. Data primer didapatkan dengan melakukan survei langsung dilapangan, data yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan kondisi eksisting periode jam puncak dan periode jam lengang yang akan menjadi acuan dalam merencanakan waktu siklus baru dengan memperhatikan teori koordinasi.

Dari hasil analisis diketahui bahwa ketiga simpang pada ruas Jalan Perintis Kemerdekaan belum terkoordinasi dengan tundaan rata-rata sebesar 57,13 detik, waktu tempuh rata-rata sebesar 106,25 detik dan kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 24,74 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E untuk periode jam puncak. Kemudian dilakukan beberapa perancangan untuk melakukan koordinasi sinyal pada ketiga simpang tersebut, dengan cara menentukan waktu siklus baru yang sama untuk semua simpang. Dari tiga perancangan periode jam puncak, didapatkan waktu siklus baru sebesar 110 detik dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 28,30 detik, waktu tempuh dari lengan Barat Simpang I menuju ke lengan Barat Simpang III (arah Barat-Timur Jalan Perintis Kemerdekaan) sebesar 73,39 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 35,81 km/jam dengan tingkat pelayanan E. Untuk periode jam lengang, dari hasil analisis didapat tundaan rata-rata sebesar 57,28 detik, waktu tempuh rata-rata sebesar 104,25 detik dengan kecepatan rata-rata sebesar 25,25 km/jam dengan tingkat pelayanan E. Dari tiga perancangan periode jam lengang, didapatkan waktu siklus baru sebesar 96 detik dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 26,11 detik, nilai waktu tempuh dari lengan Barat

Simpang I menuju ke lengan Barat Simpang III (arah Barat – Timur Jalan Perintis Kemerdekaan) sebesar 70,15 detik, kecepatan perjalanan rata-rata 37,46 kilometer/jam dengan tingkat pelayanan E. Waktu siklus ketiga simpang disamakan untuk mempermudah perancangan koordinasi sinyal.

2.2 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Terdahulu

Perbandingan penelitian penulis dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Rekapitulasi Perbedaan Penelitian Sekarang dan Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian
Basayut (2010)	Analisa dan Koordinasi Sinyal antar Simpang	Ruas Jalan Diponegoro Surabaya	MKJI (1997)
Yulianyaha (2016)	Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang dan Koordinasi Antar Simpang	Simpang Stasiun Prambanan – Simpang Taman Wisata Candi	Program VISSIM (<i>Verkehr in Städten SIMulationsmodel</i>)
Husna (2016)	Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang	Simpang Jalan Mentri Supeno - Jalan Perintis Kemerdekaan, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan-Jalan Pramuka, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan-Jalan	Program VISSIM (<i>Verkehr in Städten SIMulationsmodel</i>)
Penulis (2017)	Evaluasi Dan Koordinasi Antar Simpang Dengan Menggunakan Software Vissim	Simpang Pelem Gurih – Simpang Gamping, Yogyakarta	Program VISSIM (<i>Verkehr in Städten SIMulationsmodel</i>)

Sumber: Basayut (2010), Yulianyaha (2016), Husna (2016)

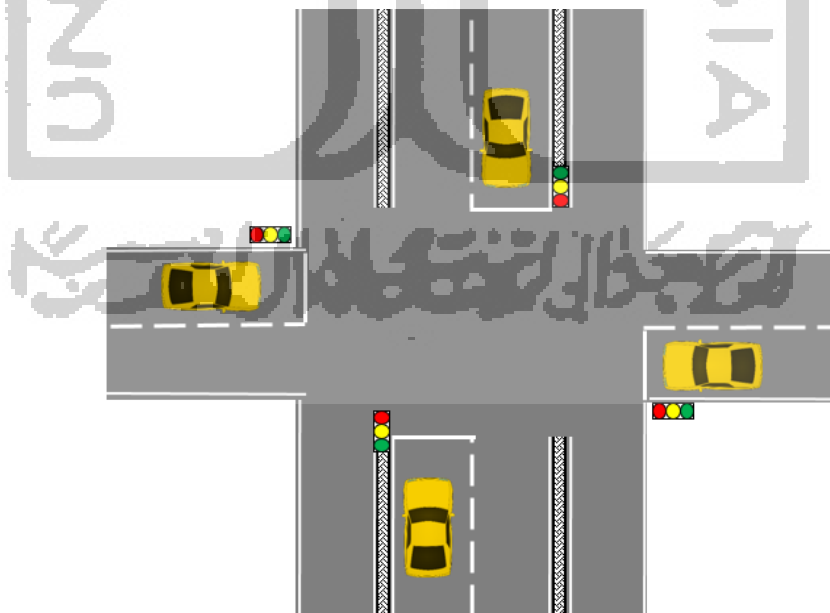
Penelitian ini dilakukan pada 2 simpang bersinyal yang terdapat di Jalan Magelang-Purworejo, yaitu Simpang Gamping - Simpang Pelem Gurih. Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis kinerja simpang dan melakukan koordinasi antar simpang yaitu menggunakan simulasi perangkat lunak *Vissim* yang berdasarkan metode HCM (2000). Penelitian yang sama dilakukan oleh Yulianyahya (2016) dengan menggunakan metode penelitian yang sama, yang membedakan adalah lokasi penelitiannya yang berbeda. Dengan demikian, penelitian ini bisa dikatakan berbeda dengan penelitian sebelumnya.



BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Simpang

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing lengan persimpangan menggunakan ruang jalan persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan jalan juga dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (AASHTO, 2001). Suatu pendekatan dapat diartikan sebagai daerah dari suatu lengan persimpangan untuk mengantri sebelum keluar melewati garis henti (Bina Marga, 1997). Berdasarkan definisi-definisi tersebut dapat dikatakan bahwa persimpangan dapat menjadi faktor yang sangat penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan terutama untuk kawasan perkotaan. Berikut ini adalah salah satu contoh persimpangan jalan dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Persimpangan Jalan

3.2 Sinyal Dan Pengaturan Lalu Lintas

Lalu lintas di dalam Undang-undang No 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan, sedang yang dimaksud dengan Ruang Lalu Lintas Jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

Di dalam Dofianto (2006), dinyatakan bahwa pentingnya lalu lintas pada persimpangan jalan sangat diperlukan karena ada beberapa alasan, pada umumnya berhubungan dengan keselamatan dan efektifitas pergerakan dari arus kendaraan dan pejalan kaki yang saling bertemu pada saat melintasi persimpangan.

Menurut Bina Marga (1997), pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk beberapa alasan seperti di bawah ini.

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi jam puncak.
2. Memberikan mekanisme pengaturan lalu lintas yang lebih efektif dan murah dibandingkan pengaturan dengan cara manual.
3. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan atau pejalan kaki dari jalan minor memotong jalan mayor
4. Dengan dipasangnya lampu lalu lintas maka kecelakaan yang timbul diharapkan akan berkurang, karena konflik yang timbul antar lalu lintas dapat dikurangi.

Sistem pengontrolan lalu lintas pada persimpangan jalan meliputi beberapa hal sebagai berikut ini (Munawar, 2004).

1. Optimalisasi lampu lalu lintas, berupa pengaturan *cycle tyme* (waktu siklus), waktu hijau merah / merah dari lampu lalu lintas serta jumlah fase.
2. Pemasangan / pemindahan lampu lalu lintas, dengan memasang lampu lalu lintas di tempat-tempat dengan arus lalu lintas yang tinggi.
3. Prioritas kepada bus kota pada persimpangan dengan lampu lalu lintas, yakni berupa pemasangan antena pemancar pada bus kota, sehingga jika bus kota tersebut mendekati lampu lalu lintas, lampu akan selalu hijau.

4. Koordinasi lampu lalu lintas, berupa koordinasi antara lampu-lampu lalu lintas, sehingga sebagian kendaraan akan dapat melewati beberapa lampu lalu lintas tanpa berhenti.

Upaya yang sering dilakukan dalam menangani belok kanan adalah dengan menggunakan fasilitas *early cut-off*, *late-start*, dan kombinasi keduanya.

1. *Early cut-off*: waktu hijau dari kaki simpang pada arah berlawanan diberhentikan beberapa saat lebih cepat untuk memberi kesempatan kendaraan belok kanan (Webster, 1996). Fasilitas ini diberikan kepada kaki persimpangan yang jumlah kendaraan belok kanan cukup besar. Adanya fasilitas *early cut-off* mengakibatkan sinyal untuk pergerakan kedua arah berlawanan tidak sama.
2. *Late start (late release)*: menunda beberapa detik waktu hijau dari arah berlawanan untuk memberikan kesempatan kendaraan belok kanan. Adanya fasilitas ini mengakibatkan sinyal hijau untuk pergerakan kedua simpang tidak sama.
3. Kombinasi *early cut-off* dengan *late start*: biasanya digunakan apabila pada kedua arah jumlah kendaraan yang belok kanan cukup besar. Biasanya *early cut-off* digunakan pada kaki simpang yang memiliki jumlah belok kanan yang lebih besar dari arah berlawanan, sedangkan untuk kendaraan belok kanan yang jumlahnya lebih sedikit digunakan fasilitas *late start*.

3.3 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal (*signalized intersection*) adalah persimpangan jalan yang pergerakan atau arus kendaraan yang melintas pada setiap lengan pendekatnya diatur oleh lampu fasilitas persinyalan (APILL). Kendaraan yang melintasi simpang

bersinyal berjalan secara bergilir sesuai dengan waktu siklus yang direncanakan pada setiap lampu APILL.

Indikator penilaian kinerja simpang bersinyal dapat ditentukan berdasarkan hubungan antara volume (V) dan kapasitas (C) atau biasanya disebut sebagai derajat kejenuhan (DS). Rasio antara volume dan kapasitas pada simpang bersinyal nilainya tidak lebih dari 0,85. Strategi dalam manajemen lalu lintas

perkotaan dalam menurunkan nilai DS yaitu dengan cara pengaturan dan koordinasi antar simpang lalu lintas sehingga kendaraan yang melintas pada simpang masih dapat berjalan lancar.

Pengaturan lampu lalu lintas berupa pengaturan ulang waktu hijau (g), waktu hilang/waktu antar hijau (IG), waktu *all red* dan waktu siklus (c).

Beberapa definisi umum yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan permasalahan simpang bersinyal menurut Bina Marga (1997), diantaranya adalah:

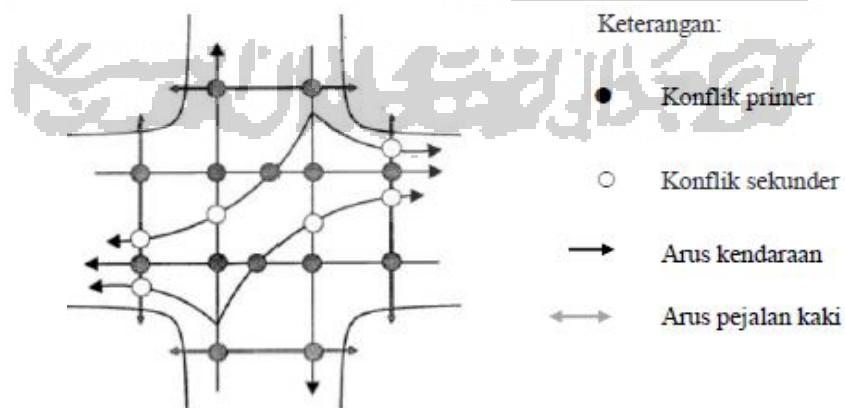
1. kapasitas (*capacity*) adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (kendaraan/jam atau smp/jam).
2. tundaan (*delay*) adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui 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 dalam antrian atau peleton dengan kecepatan yang sama karena tertahan oleh kendaraan yang didepan (pemimpin peleton).

3.3.1 Konflik

Persimpangan jalan adalah sumber konflik lalu lintas. Masing-masing titik pada simpang berpotensi menjadi tempat pertemuan kendaraan yang menyebabkan rawan terjadinya kecelakaan. Pertemuan dua kendaraan atau pengguna jalan lainnya yang arah lintasannya saling berpotongan tegak lurus disebut konflik primer. Konflik yang sering terjadi pada simpang bersinyal adalah konflik sekunder. Konflik sekunder adalah suatu pertemuan antar kendaraan atau pengguna jalan yang lintasannya berasal dari dua arah berlainan yang menjadi satu lintasan yang sama.

Gambar titik konflik yang terjadi pada simpang empat lengan dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Konflik Lalu Lintas Simpang Empat

(Sumber : Bina Marga)

3.3.2 Kinerja simpang bersinyal

Kinerja simpang bersinyal merupakan suatu penilaian kinerja simpang dalam melayani pergerakan kendaraan yang melintas. Berdasarkan Bina Marga (1997), parameter-parameter yang digunakan dalam menentukan kinerja suatu simpang bersinyal antara lain sebagai berikut:

1. arus lalu lintas dan arus jenuh

arus lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik pada ruas

jalan dalam selang waktu tertentu. arus lalu lintas bisa juga disebut sebagai volume lalu lintas dengan satuan jumlah kendaraan per satuan waktu. arus jenuh (s) adalah banyaknya kendaraan yang melintasi suatu simpang selama waktu hijau pada kondisi yang ideal. arus jenuh diperoleh dari arus jenuh dasar yang disesuaikan dengan faktor-faktor penyesuaian disekitar kawasan simpang.

2. kapasitas

kapasitas adalah arus lalu-lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (bina marga, 1997). faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas beragam, yaitu nilai tergantung pada geometrik jalan, jenis kendaraan, dan kondisi lingkungan di sekitar simpang.

3. derajat kejenuhan

derajat kejenuhan simpang bersinyal merupakan nilai perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas simpang. nilai derajat kejenuhan (ds) yang disyaratkan oleh bina marga (1997) adalah 0,85. jika nilai ds sangat besar maka harus dilakukan upaya untuk meningkatkan kinerja dari simpang agar tidak terjadi tundaan yang besar.

4. panjang antrian

panjang antrian adalah panjangnya antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian dalam jumlah kendaraan dalam suatu pendekat (kendaraan, smp). dalam menentukan panjang antrian dapat dilakukan pengukuran langsung di lengan simpang dengan cara menghitung jarak kendaraan terakhir yang berhenti pada awal fase hijau.

5. tundaan

tundaan bina marga (1997) adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. dengan adanya tundaan pada simpang, berpengaruh terhadap lamanya waktu kendaraan

pada saat melewati simpang. tundaan dibagi kedalam 2 bentuk yaitu tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat (dt) dan tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat

a. tundaan lalu lintas

tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat merupakan tundaan rata-rata adalah tundaan yang terjadi akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang.

b. tundaan geometri

tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat adalah tundaan yang terjadi akibat perlambatan dan percepatan pada saat kendaraan berhenti atau bergerak pada simpang yang terkena lampu apill.

3.4 Tingkat Pelayanan (*Level Of Service*) Kinerja Ruas Jalan

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, tingkat pelayanan adalah ukuran kuantitatif dan kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas. Tingkat pelayanan mencakup :

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, dan

9. penilaian pengemudi terhadap kondisi arus lalu lintas.

Penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan merupakan kegiatan penentuan tingkat pelayanan ruas jalan berdasarkan indikator tingkat pelayanan. Tingkat pelayanan yang diinginkan pada ruas jalan pada sistem jaringan jalan sekunder sesuai fungsinya menurut Permenhub Nomor 96 Tahun 2015 adalah :

1. jalan arteri primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B,
2. jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C,
3. jalan kolektor sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C, dan
4. jalan lokal sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D.

Tingkatan pelayanan pada jenis jalan arteri sekunder dan kolektor sekunder dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Tingkat Pelayanan Jalan Arteri Sekunder Dan Kolektor Sekunder

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	1. Arus bebas 2. Kecepatan Perjalanan rata-rata ≥ 80 km/jam
B	1. Arus stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 70 km/jam
C	1. Arus Stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 60 km/jam
D	1. Arus mendekati tidak stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 50 km/jam
E	1. Arus mendekati tidak stabil 2. Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d ≥ 30 km/jam pada jalan antar kota dan ≥ 10 km/jam pada jalan perkotaan.
F	1. Arus tertahan 2. Kecepatan maupun volume turun s/d 0 km/jam.

(Sumber : Menteri Perhubungan)

Uraian dari Permenhub Nomor 96 Tahun 2015 tingkat pelayanan pada ruas jalan diklasifikasikan atas:

- 1) tingkat pelayanan A, dengan kondisi:
 - a. arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang-kurangnya 80 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas sangat rendah, dan

- c. pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan.
- 2) tingkat pelayanan B, dengan kondisi:
 - a. arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang-kurangnya 70 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan, dan
 - c. pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
 - 3) tingkat pelayanan C, dengan kondisi:
 - a. arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-kurangnya 60 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat, dan p.
 - c. pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
 - 4) tingkat pelayanan D, dengan kondisi:
 - a. arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 kilometer/jam,
 - b. masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus,
 - c. kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar, dan
 - d. pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.
 - 5) tingkat pelayanan E, dengan kondisi:
 - a. arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang-kurangnya 30 kilometer/jam pada jalan antar kota dan sekurang-kurangnya 10 kilometer/jam pada jalan perkotaan,

- b. kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi, dan
 - c. pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
- 6) tingkat pelayanan F, dengan kondisi:
- a. arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 kilometer/jam,
 - b. kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama, dan
 - c. dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0.

3.5 Koordinasi Simpang Bersinyal

3.5.1 Koordinasi Sinyal Pada Jalan Satu Arah

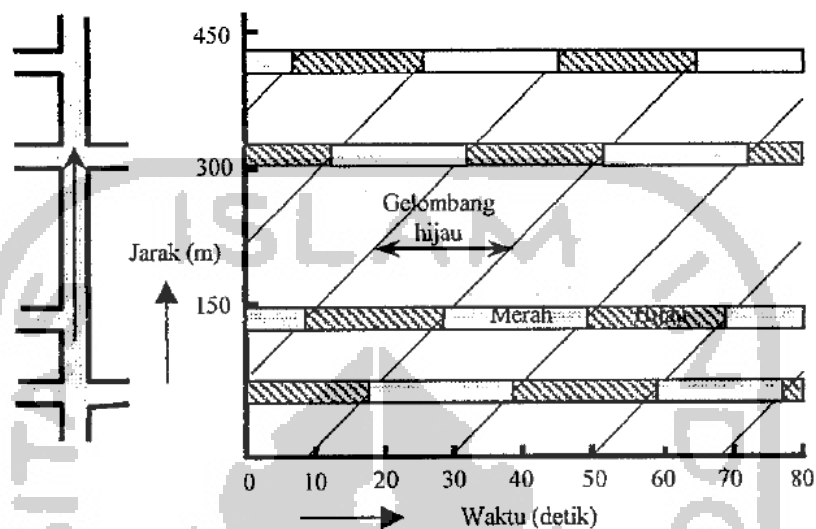
Dalam modern sistem sinyal terkoordinasi adalah mungkin bagi pengemudi untuk melakukan perjalanan jarak jauh tanpa menghadapi lampu merah. Koordinasi ini dilakukan dengan mudah hanya pada jalan satu arah dengan tingkat lalu lintas yang cukup konstan. Karena arah pergerakannya hanya satu arah, maka penentuan *offset* akan lebih mudah.

Offset merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya (Papacostas, 2005). Waktu *offset* dapat dihitung melalui diagram koordinasi. Namun, waktu *offset* juga dapat digunakan untuk memulai membentuk lintasan koordinasi.

Kecepatan pun diatur dalam sistem sinyal terkoordinasi, pengemudi yang bepergian terlalu cepat akan tiba pada indikasi merah dan akhirnya berhenti, sedangkan pengemudi yang bepergian terlalu lambat tidak akan tiba di sinyal berikutnya dalam waktu untuk memanfaatkan indikasi hijau. Dengan mengamati kecepatan rata-rata melintasi masing-masing ruas, maka *offset* dapat diperoleh, yaitu 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.

Bandwidth adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir (Papacostas, 2005).

Contoh koordinasi sinyal pada jalan satu arah, diperlihatkan pada Gambar 3.3 berikut ini.



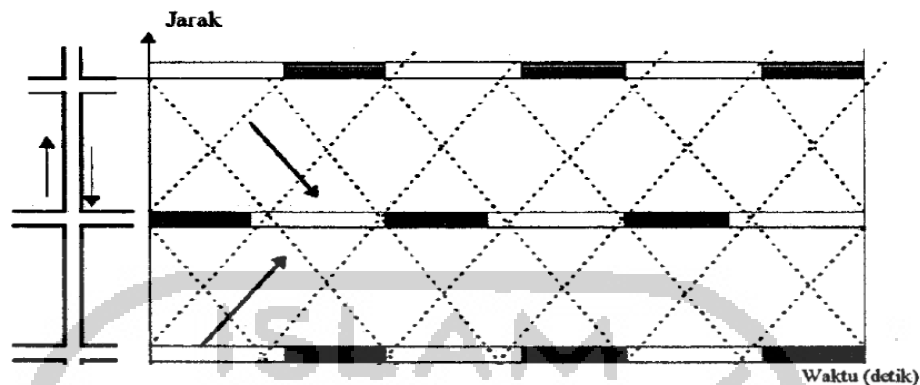
Gambar 3.3 Prinsip Koordinasi Sinyal pada Jalan Satu Arah
(Sumber: Hobbs, 1995)

3.5.2 Koordinasi Sinyal Pada Jalan Dua Arah

Pengkoordinasian sinyal lampu lalu lintas pada jalan dua arah lebih sulit dilakukan. Jalan dua arah sering diatur agar sesuai dengan jam-jam sibuk untuk mempercepat arah volume yang lebih berat. Beberapa faktor penyebab lebih sulitnya pelaksanaan koordinasi pada jalan dua arah adalah:

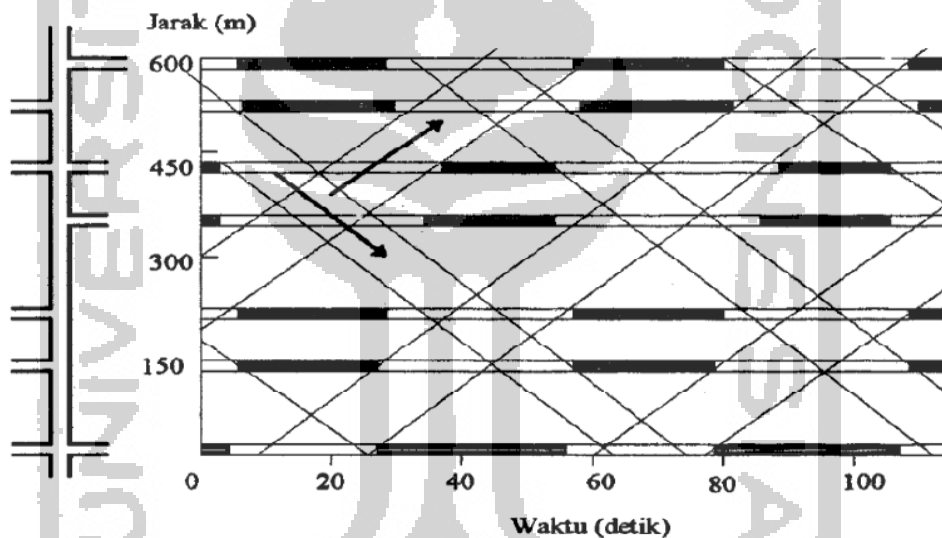
- 1 Jarak antar persimpangan tidak seragam.
- 1 Volume lalu lintas tidak sama pada kedua arah.
- 2 Kecepatan kendaraan mungkin berbeda pada kedua arah.
- 3 Lama lampu hijau untuk keseluruhan lampu yang dikoordinasikan tidak sama.
- 4 Adanya *disperse* pleton.

Secara berturut-turut Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 menunjukkan koordinasi sinyal untuk panjang ruas yang seragam dan tidak seragam.



Gambar 3.4 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah dengan Jarak Persimpangan Seragam

(Sumber: Hobbs, 1995)



Gambar 3.5 Koordinasi Sinyal Lampu Lalu Lintas pada Jalan Dua Arah dengan Jarak Persimpangan Tidak Seragam

(Sumber: Hobbs, 1995)

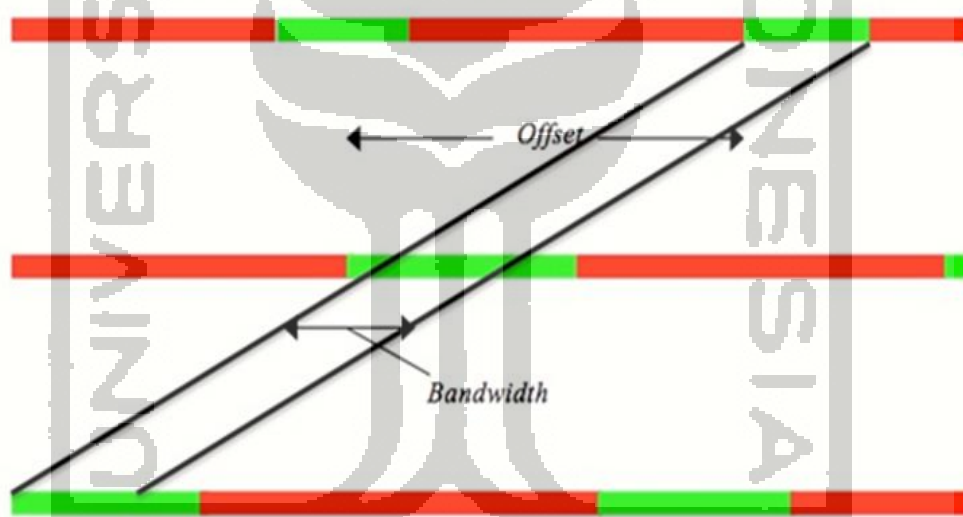
Arus lalu lintas dua arah dan jarak antar simpang perempatan tidak sama, maka situasinya lebih kompleks, seperti terlihat pada Gambar 3.5.

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)

3.5.3 *Offset* dan *Bandwidth*

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, sedangkan *bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir. Keduanya berada pada kecepatan yang konstan dan merupakan *platoon* yang tidak terganggu sinyal merah sama sekali.

Untuk lebih jelasnya, *offset* dan *bandwidth* dapat dilihat pada gambar diagram koordinasi tiga simpang di bawah ini.



Gambar 3.6 *Offset* dan *Bandwidth* dalam Diagram Koordinasi

(Sumber: Taylor, 1996)

3.6 *Vissim*

Menurut PTV-AG (2011), *Vissim* adalah perangkat lunak multi-moda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi. *Vissim* dikembangkan oleh PTV (Planing Transportasi Verkehr AG) di Karlsruhe, Jerman. *Vissim* merupakan singkatan dari “*Verkehr In Stadten – SIMulationsmodell*” yang artinya “Lalu Lintas di Kota – Model Simulasi”. Program ini menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan dalam tiga dimensi.

Vissim dapat menganalisis lalu lintas dan perpindahan dengan batasan pemodelan seperti geometrik jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas, *stop line*, perilaku pengemudi dan lain-lain, sehingga menjadi suatu alat yang berguna untuk mengevaluasi berbagai alternatif berdasarkan rekayasa transportasi sebagai langkah-langkah pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien dalam suatu kegiatan perencanaan termasuk simulasi dalam pengembangan model.

Dengan menginput data geometrik simpang, volume arus lalu lintas dan waktu sinyal maka dapat dihasilkan data *output* berupa volume arus lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan panjang antrian yang kemudian dijadikan sebagai variabel dalam pengkalibrasian. Ketiga variabel tersebut lalu dibandingkan dengan hasil dari pengamatan langsung di lapangan dan diuji validitasnya hingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

3.7 Kalibrasi dan Validasi *VISSIM*

Kalibrasi adalah proses dimana komponen model simulasi disesuaikan kembali sehingga model simulasi secara akurat mewakili atau mendekati dengan yang diamati. Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi daerah yang diamati. 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 yaitu *trial and error* dengan mengacu pada penelitian sebelumnya mengenai kalibrasi dan validasi menggunakan *VISSIM*. Menurut Collins (2009) toleransi volume kendaraan sebesar 15 %. Pada kalibrasi,

metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar *Chi-squared* berupa rumus statistik *Geoffrey E Havers (GEH)*. *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Kesimpulan Hasil Rumus Statistik GEH

$GEH < 5,0$	Diterima
$5,0 \leq GEH \leq 10$	Peringatan : kemungkinan model <i>error</i> atau data buruk
$GEH > 10$	ditolak

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian adalah kegiatan yang komprehensif, yang mendeskripsikan jenis penelitian, *sampling*, cara pengumpulan dan analisis data, serta penulisan ilmiah. Oleh karena itu metode penelitian ini memuat jenis penelitian yang digunakan, cara pengambilan sampel (*sampling*), cara pengumpulan data, dan cara analisis data.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Sleman, pada simpang bersinyal yang berdekatan yang terletak pada Jl. Magelang-Purworejo atau Jl. Ring Road Barat. Kedua simpang yang dijadikan objek penelitian secara berurutan dari arah barat ke timur adalah simpang Gamping kemudian simpang Palem Gurih. Jarak antara ke dua simpang tersebut 538 m. Ruas jalan tersebut terbagi dalam 4 lajur dan masing-masing dipisahkan oleh median. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Maps, 2017)

4.3 Jenis Data

Dalam mencari data, dibutuhkan waktu yang tepat dengan mempertimbangkan keadaan di lapangan dari segi cuaca maupun efektifitas dalam pengambilan data. Data penelitian yang diperoleh dapat diambil dari beberapa sumber.

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Data Primer

Data primer adalah data utama yang didapatkan dengan cara observasi atau pengukuran langsung di lokasi yang meliputi beberapa hal berikut ini.

a. Data Volume Lalu Lintas

Menghitung langsung jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan. Survei volume atau arus lalu lintas dilakukan dengan beberapa surveyor pada setiap titik pengamatan yang melewati setiap lengan simpang, dalam hal ini dilakukan pencatatan kendaraan berdasarkan jenis dan arah pergerakan setiap jenis kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan, jenis kendaraan yang diamati adalah sebagai berikut.

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

Data arus lalu lintas kendaraan tiap-tiap pendekatan dibagi dalam 3 arus, yaitu:

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

b. Geometri Simpang

Pengukuran geometri simpang dilakukan untuk mengetahui:

- 1) lebar perkerasan jalan berupa lebar pendekatan, lebar masuk, lebar keluar,
- 2) lebar jalur (belok kiri, lurus, dan belok kanan),
- 3) median (bila ada), dan

4) jarak antar simpang.

Pengukuran dilakukan pada saat dini hari. Hal ini diperlukan keadaan yang kosong agar pengukuran berjalan lancar.

c. Waktu Sinyal, meliputi:

- 1) pengukuran waktu sinyal dilakukan pada tiap-tiap sinyal (hijau, amber, merah, *all red*) pada masing-masing pendekatan, dan
- 2) urutan fase sinyal.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa instansi terkait dan dari beberapa penelitian tentang ruas jalan yang telah dilakukan sebelumnya. Data-data sekunder tersebut berupa data geometri jalan dan jarak antar simpang sebagai pembandingan dengan hasil survei lapangan dan data jumlah penduduk kota. Data sekunder tersebut digunakan untuk mendukung kinerja dari data primer.

4.4 Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan guna mendukung pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Alat Tulis
2. Formulir penelitian, digunakan untuk pencatatan arus lalu lintas
3. *Handy Tally Counter*, digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan,
4. pita ukur (meteran)
5. Arloji, digunakan untuk mengetahui kapan dimulai dan mengakhiri penelitian
6. *Handy Talkie*, digunakan untuk memudahkan koordinasi petugas survei antar simpang
7. Seperangkat alat komputer, digunakan untuk merekapitulasi hasil data survei
8. *Software Vissim*, digunakan untuk menganalisis data.

4.5 Persiapan dan Pelaksanaan Survei Lapangan

Beberapa hal yang perlu dipersiapkan saat melakukan survei lapangan meliputi :

1. survei awal dan persiapan

survei yang dilakukan untuk mengenali lokasi penelitian khususnya kepada petugas survei serta penjelasan teknis penelitian seperti pembagian tugas pencatatan dan cara pengisian formulir.

2. persiapan alat-alat penelitian.

Dalam pelaksanaan survei lapangan, berikut adalah data-data yang diambil oleh peneliti:

1. data volume lalu lintas

survei volume lalu lintas dilakukan oleh petugas survei yang menghitung secara manual menggunakan alat *Handy Tally Counter* dengan durasi selama 12 jam, pagi sampai sore hari. Survei dilakukan mulai pukul 06.30-18.30 WIB. Survei tersebut dilakukan pada hari kerja pada hari pertama, serta pada hari-hari berikutnya hanya dilakukan selama 6 jam dilihat dari padatnya hari

1. Petugas survei di tempatkan pada masing-masing lengan simpang untuk menghitung volume kendaraan. Klasifikasi tipe kendaraan harus disesuaikan dengan metode perhitungan yang dikelompokkan dalam klasifikasi berikut ini

- a. kendaraan ringan (*light vehicle/lv*)

kendaraan ringan adalah semua jenis kendaraan bermotor beroda empat, yang mana didalamnya:

- 1) mobil penumpang, yaitu kendaraan bermotor beroda empat yang digunakan untuk mengangkut penumpang dengan maksimum 10 orang termasuk pengemudi, misalnya *sedan, station wagon, jeep, combi, opelet, minibus*.
- 2) kendaraan beroda empat yang digunakan untuk mengangkut barang dengan berat total (kendaraan + barang) kurang dari 2,5 ton, misalnya *pick-up* dan *mikro truck*.
- 3) angkutan umum penumpang atau angkutan perkotaan.

b. kendaraan berat (*heavy vehicle/hv*)

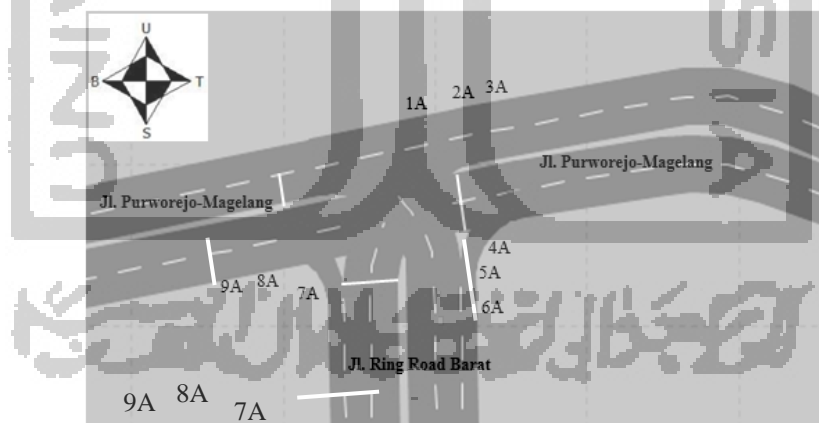
kendaraan yang dimaksud dalam kelompok kendaraan ini adalah:

- 1) bus kecil, semua kendaraan yang digunakan untuk angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk 20 buah termasuk pengemudi.
- 2) bus besar, semua kendaraan yang digunakan untuk angkutan penumpang dengan jumlah tempat duduk sebanyak 40 atau lebih termasuk pengemudi.
- 3) truk, semua kendaraan angkutan bermotor beroda empat atau lebih dengan berat total lebih dari 2,5 ton. Termasuk disini adalah truk 2-as, truk 3-as, truk tanki, *semi trailer* dan *trailer*.

c. sepeda motor (*motor cycle/mc*)

kendaraan bermotor beroda dua dengan jumlah penumpang maksimum 2 orang termasuk pengemudi. Termasuk disini adalah sepeda motor, sepeda kumbang dan sebagainya.

Posisi pengamatan oleh petugas survei dapat dilihat dari Gambar 4.2 – Gambar 4.3 berikut ini.

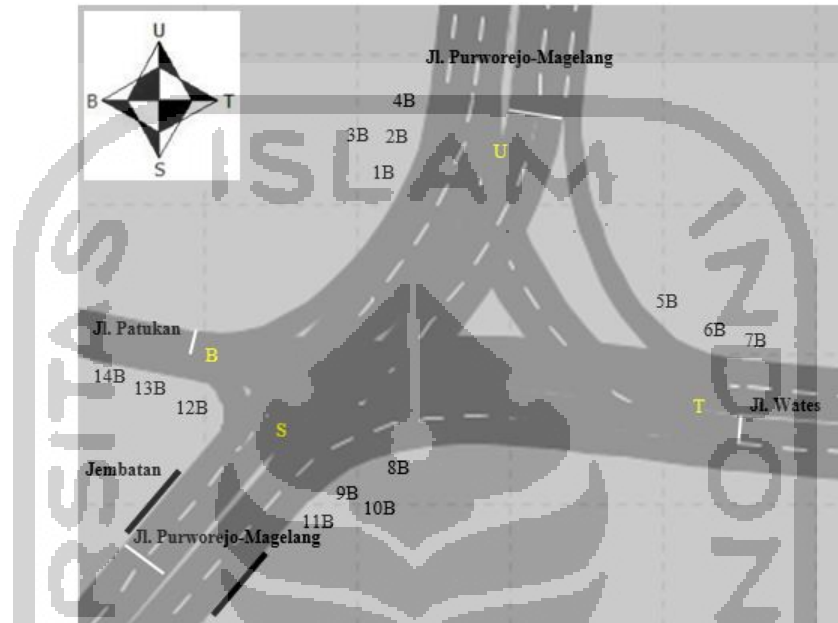


**Gambar 4.2 Posisi Pengamatan Pada Simpang Gamping
(Simpang 1)**

Keterangan gambar:

1A : MC, LV, HV	(B)	7A : MC, LV, HV	(S)
2A : MC	(S)	8A : MC	(T)
3A : LV, HV	(S)	9A : LV, HV	(T)

4A : MC, LV, HV	(T)	LV : Kendaraan Ringan
5A : MC	(B)	HV : Kendaraan Berat
6A : LV, HV	(B)	MC : Sepeda Motor



**Gambar 4.3 Posisi Pengamatan Pada Simpang Palem Gurih
(Simpang 2)**

Keterangan gambar:

1B : MC, LV, HV	(B)	8B : MC, LV, HV	(T)
2B : MC	(S)	9B : MC	(U)
3B : LV, HV	(S)	10B : LV, HV	(U)

4B : MC, LV, HV	(T)	11B : MC, LV, HV	(B)
5B : MC, LV, HV	(U)	12B : MC, LV, HV	(S)
6B : MC, LV, HV	(B)	13B : MC, LV, HV	(T)
7B : MC, LV, HV	(S)	14B : MC, LV, HV	(U)

LV : Kendaraan Ringan

HV : Kendaraan Berat

MC : Sepeda Motor

2. Kecepatan Kendaraan

Survei kecepatan dilakukan oleh petugas survei dengan cara mencatat waktu tempuh kendaraan pada jarak 20 meter pada ruas jalan yang lenggang. Survei kecepatan pada ruas jalan untuk mengetahui kecepatan kendaraan ketika berjalan di ruas jalan dengan kecepatan stabil. Jumlah sampel yang diambil yaitu *Motor Cycle* 50 sampel, *Light Vehicle* 10 sampel dan *Heavy Vehicle* 5 sampel. Pengambilan sampel kecepatan dilakukan setelah diketahui jam puncak dan selama jam puncak berlangsung.

3. Data Geometri Simpang

Hal yang perlu diketahui dan diukur dari geometri simpang, diantaranya dimensi setiap lengan simpang, lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar, lebar jalur (belok kiri, lurus, dan belok kanan). Pengukuran geometri simpang ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu pita ukur dan dilaksanakan pada malam hari agar dapat diperoleh hasil pengukuran yang maksimal. Selain melakukan pengukuran, dilakukan juga pengamatan visual dan pencatatan jumlah lajur dan arah, kode pendekat berdasarkan arah pada tiap simpang dan menentukan ada tidaknya median.

4. Waktu Sinyal Lalu Lintas

Pengamatan waktu sinyal lalu lintas dilakukan dengan mencatat lama waktu menyala tiap-tiap sinyal pada masing-masing pendekat tiap simpang.

4.6 Analisis Data

Analisis secara keseluruhan menggunakan *software* Microsoft Excel 2007 dan *software* *Visim*. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan dianalisis berdasarkan simulasi perangkat lunak *Visim* untuk mengetahui kinerja dari ketiga simpang. Setelah mengetahui kinerja ketiga simpang selanjutnya ketiga simpang tersebut dikoordinasikan. Hasil dan kesimpulan akan ditampilkan dalam bentuk visualisasi simulasi lalu lintas. Berikut adalah langkah-langkah urutan analisis data.

Langkah 1. Data primer yang didapat melalui survei lapangan kemudian dianalisis menggunakan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

- Langkah 2. Input data sekunder yaitu peta lokasi ke dalam perangkat lunak *Visim*. Peta lokasi berfungsi sebagai background dan gambaran kondisi di lapangan.
- Langkah 3. Input data primer yaitu jumlah kendaraan dan komposisi kendaraan ke dalam perangkat lunak *Visim*.
- Langkah 4. Memilih perilaku mengemudi yang dapat mewakili kondisi di lapangan.
- Langkah 5. Membuat pemodelan jaringan jalan dan mengatur pemilihan rute. Pemilihan rute dimulai dari titik awal hingga titik tujuan.
- Langkah 6. Membuat pemodelan sinyal lalu lintas kemudian masukkan fase sinyal.
- Langkah 7. Setelah dilakukan input data untuk pemodelan maka kinerja simpang dengan parameter volume kendaraan, tundaan, waktu tempuh dan *Level of Services* dapat diketahui.
- Langkah 8. Melakukan kalibrasi dan validasi data. Kalibrasi adalah proses dimana komponen model simulasi disesuaikan kembali sehingga model simulasi secara akurat mewakili atau mendekati dengan yang diamati. Sedangkan validasi adalah perbandingan parameter ukuran efektifitas yang diperoleh dari lapangan terhadap hasil simulasi dengan menggunakan *Visim*. Metode yang digunakan untuk validasi adalah membandingkan volume lalu lintas model dengan volume lalu lintas lapangan. Parameter ukuran efektifitas yang diperoleh dari lapangan yaitu volume lalu lintas dibandingkan dengan volume lalu lintas simulasi dan panjang antrian di lapangan dibandingkan dengan panjang antrian hasil simulasi *Visim*. Validasi tidak memenuhi persyaratan apabila perbandingan data di lapangan dan di simulasi mengalami simpangan melebihi 15% seperti yang direkomendasikan oleh Collins (2009). Kalibrasi dilakukan apabila ternyata hasil validasi tidak memenuhi persyaratan.
- Langkah 9. Melakukan analisis kinerja simpang berdasarkan parameter ukuran efektifitas yaitu tundaan, waktu tempuh dan *Level of Services*.

Langkah 10. Memulai tahapan koordinasi sinyal antar simpang yaitu dengan merencanakan waktu siklus baru. Untuk mendapatkan *cycle time* baru, akan dilakukan beberapa perencanaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kinerja simpang yang didasarkan pada *cycle time* yang berbeda-beda. Kinerja terbaik akan dipilih, untuk selanjutnya *cycle time* terpilih digunakan dalam mengkoordinasikan simpang. Perencanaan waktu siklus baru adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan waktu siklus Simpang 1, kemudian ke simpang lainnya direncanakan dengan waktu siklus dari Simpang 1.
2. Perencanaan waktu siklus Simpang 2, kemudian kedua simpang lainnya direncanakan dengan waktu siklus dari Simpang 2.
3. Perencanaan waktu siklus Simpang 2, kemudian kedua simpang lainnya direncanakan dengan waktu siklus dari Simpang 2 dengan skenario adanya larangan untuk belok kanan pada Simpang 1.
4. Dari waktu siklus masing-masing simpang, diambil rata-rata dari ketiganya dan waktu siklus rata-rata tersebut direncanakan pada semua simpang.

Langkah 11. Melakukan pengkoordinasian sinyal antar simpang. Data yang perlu diketahui sebelum mengkoordinasikan sinyal semua simpang adalah waktu tempuh dari simpang hulu menuju simpang hilir dan waktu sinyal perencanaan. Waktu tempuh didapatkan dari pembagian jarak ruas jalan dengan kecepatan rencana yang telah ditentukan. Waktu tempuh ini digunakan untuk membentuk lintasan aliran iring-iringan (*platoon*) kendaraan. Adapun urutan tahap pengkoordinasian sinyal antar simpang ini adalah:

1. Menyiapkan diagram ruang dan waktu untuk pengkoordinasian. Sumbu x untuk waktu dan sumbu y untuk jarak antar simpang.
2. Membentuk lintasan dari hulu ke hilir dengan kemiringan berdasar waktu tempuh kendaraan.
3. Membentuk lintasan dari hulu ke hilir dengan kemiringan berdasar waktu tempuh kendaraan.

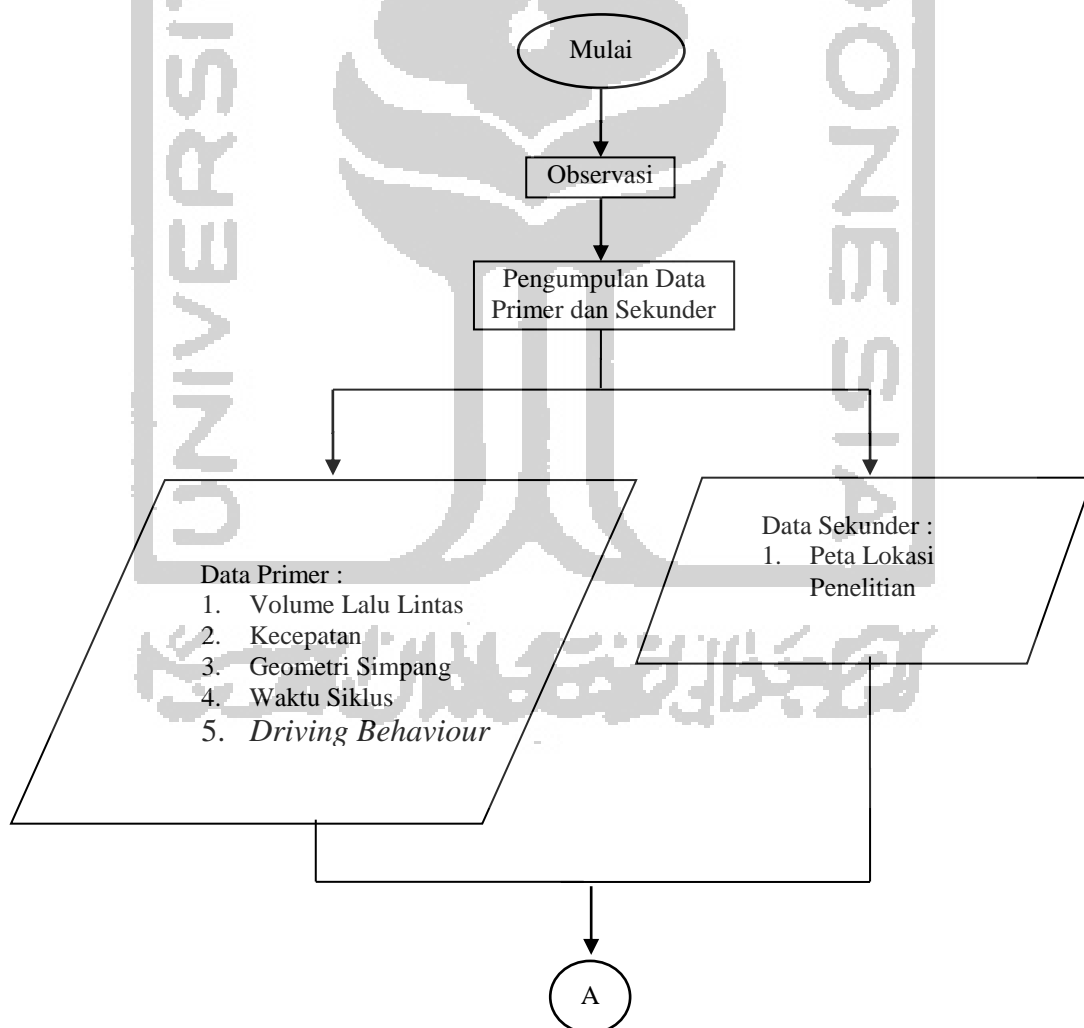
4. Menyesuaikan waktu hijau pada lintasan platoon yang telah dibuat dengan cara menggeser secara horizontal sampai waktu hijau berada pada lintasan yang tepat.

5. Penyesuaian berlaku sama untuk semua simpang.

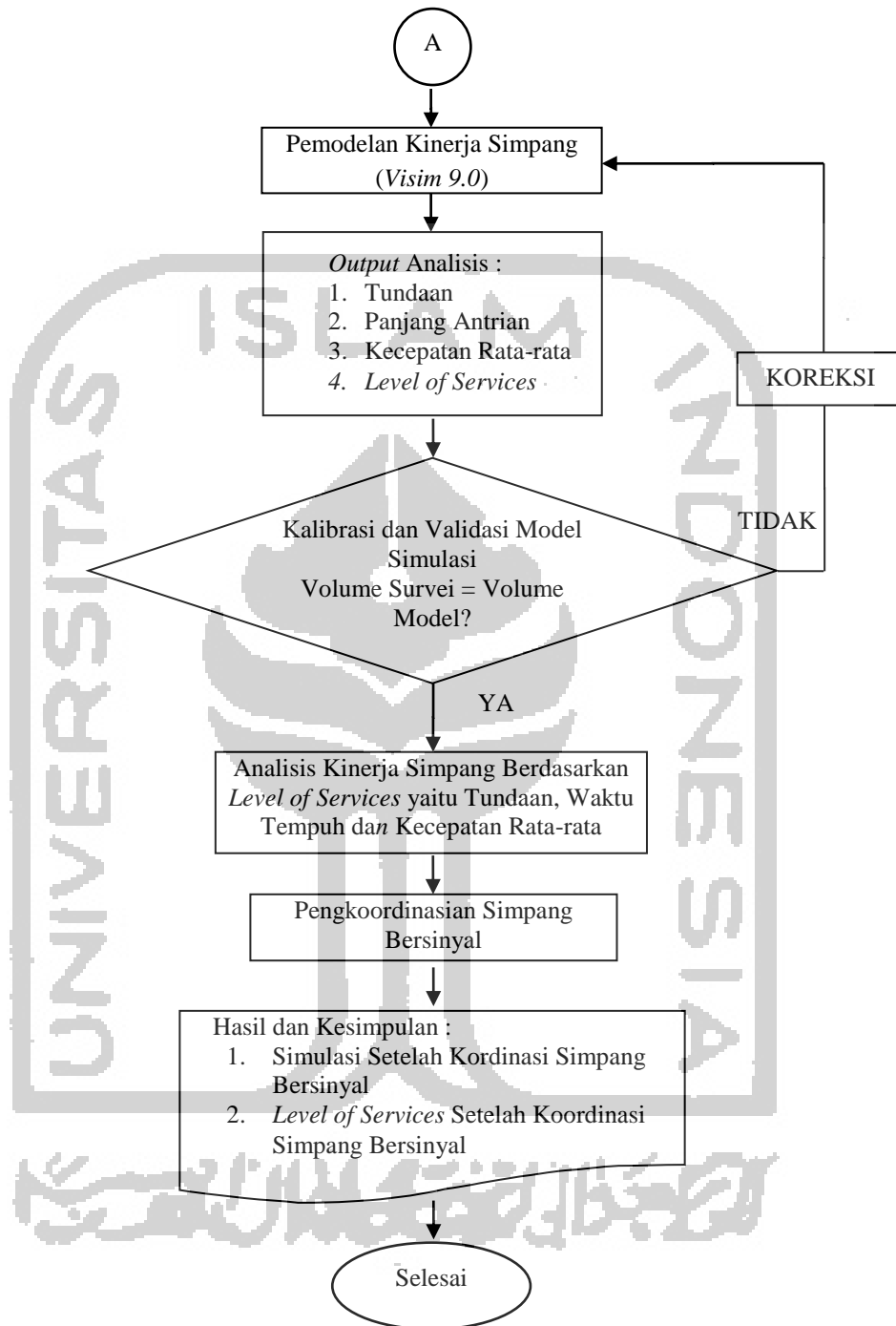
Langkah 12. Hasil dan kesimpulan berupa simulasi pemodelan setelah dilakukan koordinasi sinyal dan final parameter ukuran efektifitas kinerja simpang setelah dilakukan koordinasi sinyal antar simpang.

4.7 Bagan Alir

Adapun bagan alir yang menggambarkan skema penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut ini.



Gambar 4.5 Bagan Alir Penelitian (1 dari 2)



Gambar 4. 4 Gambar Bagan Alir Penelitian (2 dari 2)

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data

Sebagian besar data yang digunakan dalam analisis adalah data primer. Data primer merupakan data yang diambil langsung di lapangan, dalam hal ini lokasi studi di dua simpang pada Jalan Magelang-Purworejo, yaitu Simpang Gamping - Simpang Pelem Gurih.. Adapun metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer adalah melalui pengamatan dan perhitungan langsung di lapangan.

5.1.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait untuk mendukung analisis dan perancangan Tugas Akhir ini. Data sekunder yang dibutuhkan adalah peta lokasi penelitian.

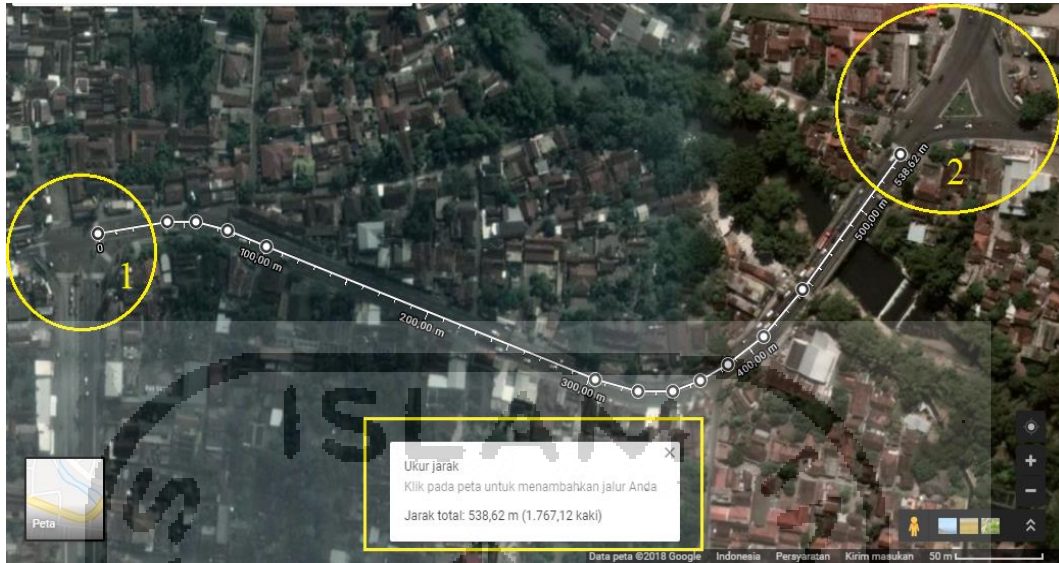
Denah lokasi penelitian seperti yang terdapat di Gambar 1.1, tepatnya terletak pada kedua simpang pada Jalan Magelang-Purworejo. Denah lokasi didapatkan dengan mengakses *Google Earth*.

5.1.2 Data Primer

Data primer merupakan data riil atau nyata yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, meliputi data geometri simpang, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan waktu siklus sinyal lalu lintas.

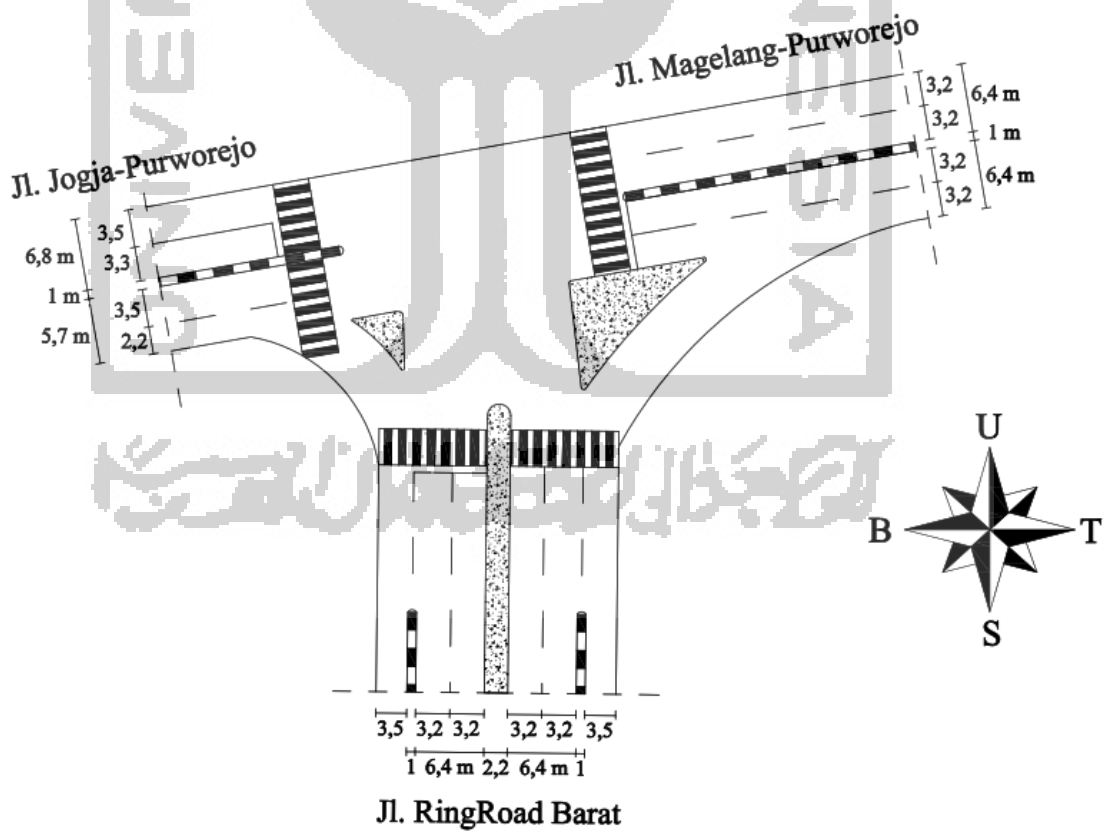
1. Data Geometri Simpang

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

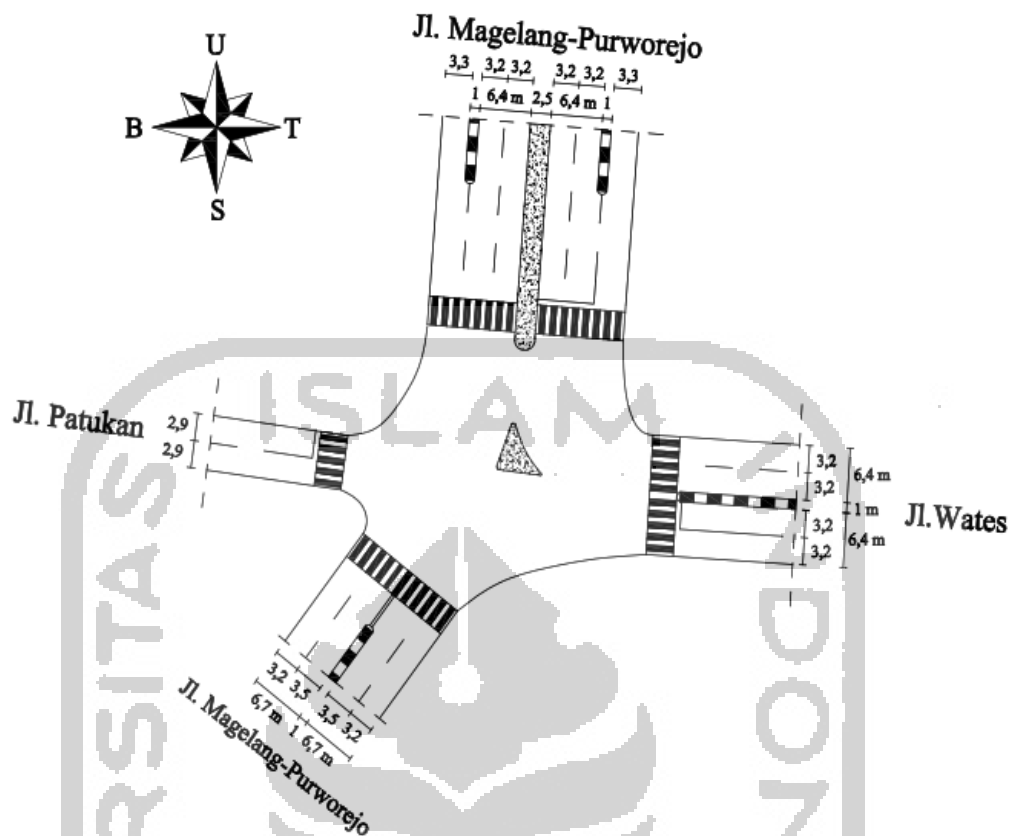


Gambar 5. 1 Letak Kedua Simpang dan Jarak Antar Simpang

Dari pengukuran di lapangan didapat jarak dari Simpang 1 ke Simpang 2 sejauh 538 m. Sedangkan untuk data geometri masing-masing simpang dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 sebagai berikut.



Gambar 5. 2 Geometri Simpang



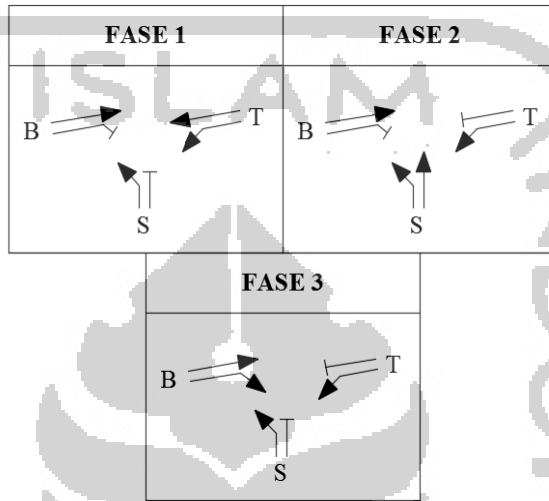
Gambar 5. 3 Geometri Simpang 2

2. Data Fase dan Sinyal Lalu Lintas

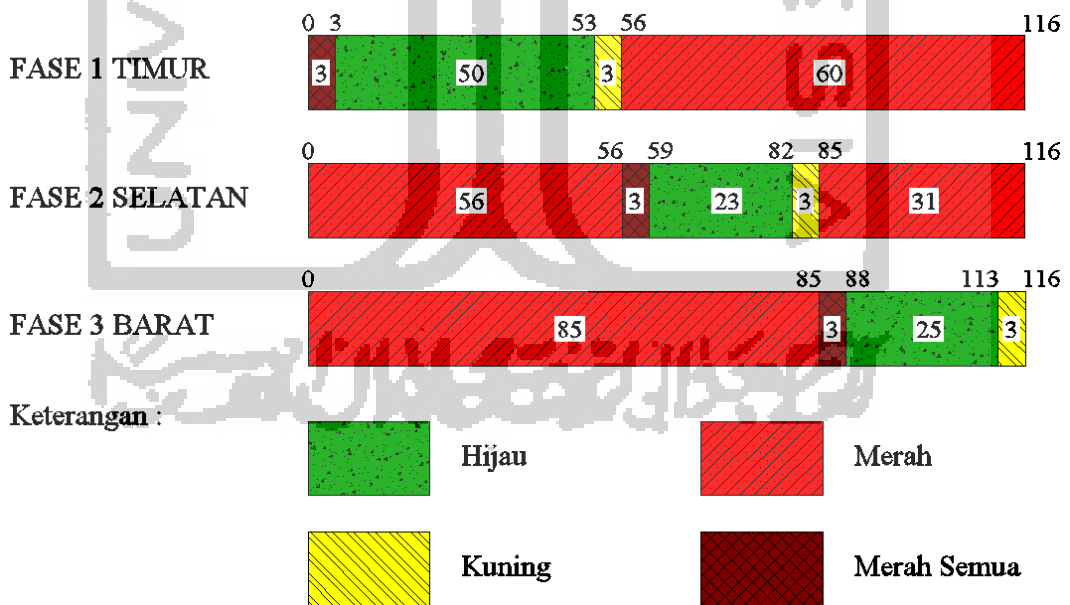
Data fase dan sinyal lalu lintas diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan waktu hijau, kuning, dan merah semua (*Allred*). Data fase dan sinyal lalu lintas dari ketiga simpang dapat dilihat pada Tabel 5.1 - Tabel 5.2 dan Gambar 5.4 - Gambar 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
T	50	3	60	3	116
S	23	3	87	3	116
B	25	3	85	3	116



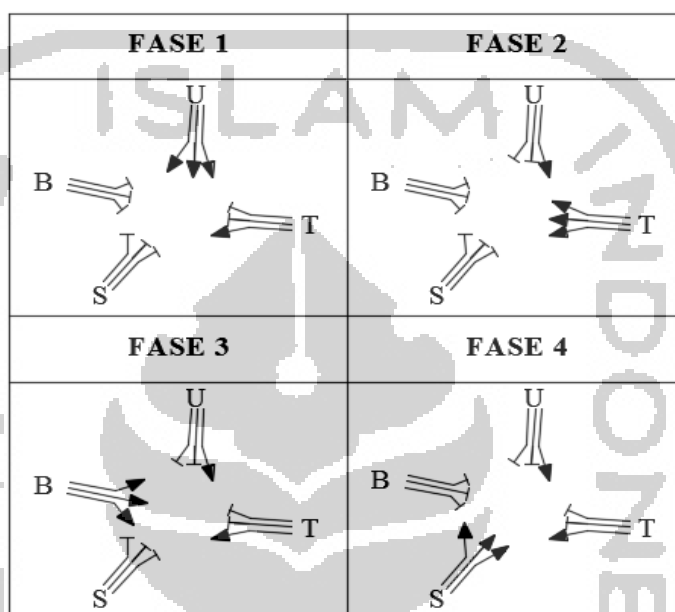
Gambar 5. 4 Fase Simpang 1



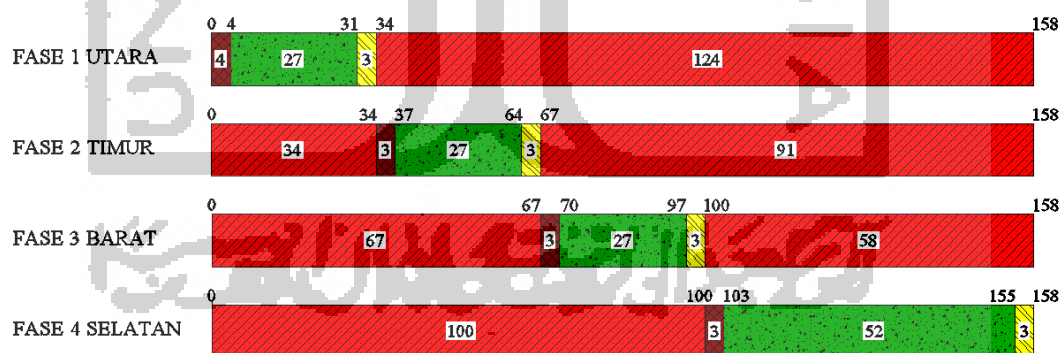
Gambar 5. 5 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1

Tabel 5. 2 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang 2

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
U	27	3	128	3	158
T	27	3	128	3	158
B	27	3	128	3	158
S	52	3	102	4	158



Gambar 5. 6 Fase Simpang 2



Keterangan :



Hijau



Merah



Kuning



Merah Semua

Gambar 5. 7 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2

3. Data Volume Lalu Lintas Simpang

Data volume lalu lintas simpang diperoleh dari hasil survei volume langsung di lapangan dalam satuan kendaraan per jam.

Survei dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan oleh petugas survei selama 12 jam satu hari dengan interval 15 menit pada jam 06.30-18.30 WIB, setelah itu ditemukan periode jam puncak. Untuk periode jam puncak dilakukan survei selama 2 hari yaitu jam sibuk hari *weekday* dan *weekend* dengan interval 15 menit pada jam sibuk pagi (06.30 – 08.30 WIB) dan sore (15.30 – 18.30 WIB).

Data volume kendaraan dari kedua simpang diakumulasikan untuk menentukan kapan jam puncak terjadi. Berikut ini adalah data volume lalu lintas simpang. Berikut ini adalah data volume lalu lintas simpang.

a. Data Volume Lalu Lintas Kedua Simpang

Data volume lalu lintas kedua Simpang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Berikut ini adalah data volume lalu lintas ke dua Simpang selama 12 jam dalam satu hari dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

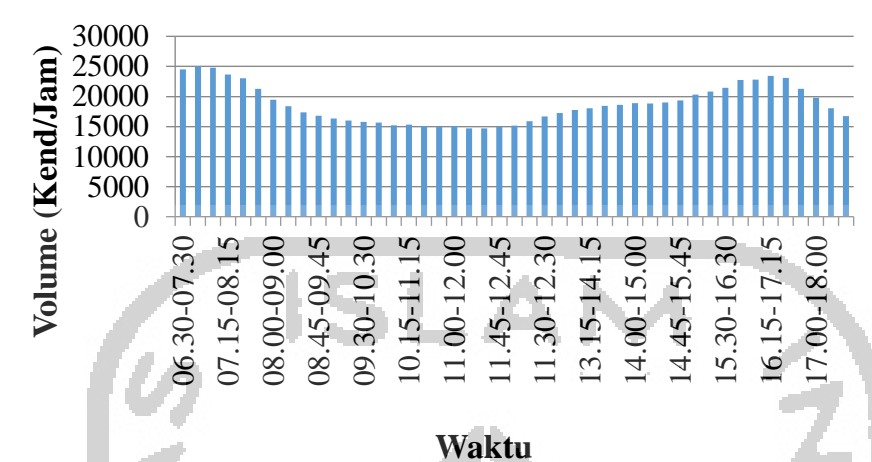
Tabel 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Kedua Simpang Selama 12

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
06.30-07.30	11457	13087	24544
06.45-07.45	11442	13596	25038
07.00-08.00	11017	13758	24775
07.15-08.15	10254	13412	23666
07.30-08.30	10185	12836	23021
07.45-08.45	9474	11822	21296
08.00-09.00	8938	10542	19480
08.15-09.15	8594	9794	18388
08.30-09.30	8047	9297	17344
08.45-09.45	7641	9144	16785
09.00-10.00	7584	8744	16328
09.15-10.15	7549	8465	16014
09.30-10.30	7399	8371	15770
09.45-10.45	7513	8131	15644
10.00-11.00	7114	8092	15206

**Lanjutan Tabel Tabel 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Kedua Simpang
Selama 12**

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
10.15-11.15	7115	8177	15292
10.30-11.30	7013	8064	15077
10.45-11.45	6814	8181	14995
11.00-12.00	6861	8229	15090
11.15-12.15	6595	8085	14680
11.30-12.30	6710	7981	14691
11.45-12.45	6901	8036	14937
12.00-13.00	7211	7965	15176
11.15-12.15	7725	8153	15878
11.30-12.30	8069	8625	16694
11.45-12.45	8384	8844	17228
13.00-14.00	8621	9125	17746
13.15-14.15	8704	9357	18061
13.30-14.30	8991	9443	18434
13.45-14.45	9257	9367	18624
14.00-15.00	9490	9407	18897
14.15-15.15	9402	9451	18853
14.30-15.30	9541	9454	18995
14.45-15.45	9706	9644	19350
15.00-16.00	10195	10099	20294
15.15-16.15	11010	9828	20838
15.30-16.30	11299	10150	21449
15.45-16.45	11469	11304	22773
16.00-17.00	11118	11674	22792
16.15-17.15	10929	12508	23437
16.30-17.30	10470	12637	23107
16.45-17.45	9782	11493	21275
17.00-18.00	8998	10797	19795
17.15-18.15	8122	9917	18039
17.30-18.30	7621	9130	16751

Berikut ini grafik dari hasil survei selama 12 jam pada hari Rabu, 2 Agustus 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.8 grafik berikut ini.



Gambar 5. 8 Grafik Volume Lalu Lintas Selama 12 Jam

b. Data Volume Lalu Lintas Gang Masuk dan Keluar

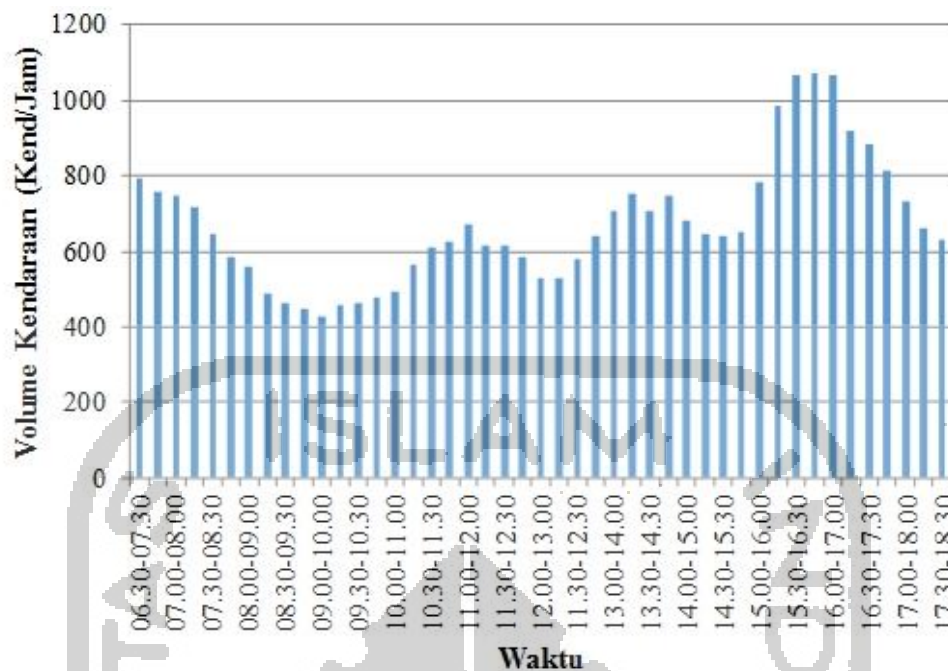
Data volume lalu lintas gang masuk dan keluar diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan selama 12 jam dalam sehari dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.9 di bawah ini.

Tabel 5. 4 Data Volume Lalu Lintas Gang Masuk dan Keluar

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Masuk	Keluar	Total
06.30-07.30	312	479	791
06.45-07.45	315	442	757
07.00-08.00	347	398	745
07.15-08.15	304	414	718
07.30-08.30	297	347	644
07.45-08.45	265	322	587
08.00-09.00	234	325	559
08.15-09.15	220	269	489
08.30-09.30	202	261	463
08.45-09.45	205	245	450
09.00-10.00	210	217	427
09.15-10.15	214	242	456
09.30-10.30	224	237	461

Lanjutan Tabel 5. 4 Data Volume Lalu Lintas Gang Masuk dan Keluar

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Masuk	Keluar	Total
09.45-10.45	232	248	480
10.00-11.00	232	260	492
10.15-11.15	265	298	563
10.30-11.30	272	339	611
10.45-11.45	275	350	625
11.00-12.00	275	394	669
11.15-12.15	261	357	618
11.30-12.30	268	345	613
11.45-12.45	263	321	584
12.00-13.00	252	275	527
11.15-12.15	252	278	530
11.30-12.30	260	320	580
11.45-12.45	282	358	640
13.00-14.00	308	398	706
13.15-14.15	363	388	751
13.30-14.30	365	344	709
13.45-14.45	405	343	748
14.00-15.00	390	291	681
14.15-15.15	354	292	646
14.30-15.30	349	292	641
14.45-15.45	331	318	649
15.00-16.00	397	384	781
15.15-16.15	527	457	984
15.30-16.30	540	526	1066
15.45-16.45	562	508	1070
16.00-17.00	548	521	1069
16.15-17.15	412	509	921
16.30-17.30	432	451	883
16.45-17.45	387	425	812
17.00-18.00	373	360	733
17.15-18.15	360	299	659
17.30-18.30	324	308	632



Gambar 5. 9 Grafik Volume Lalu Lintas gang masuk dan keluar

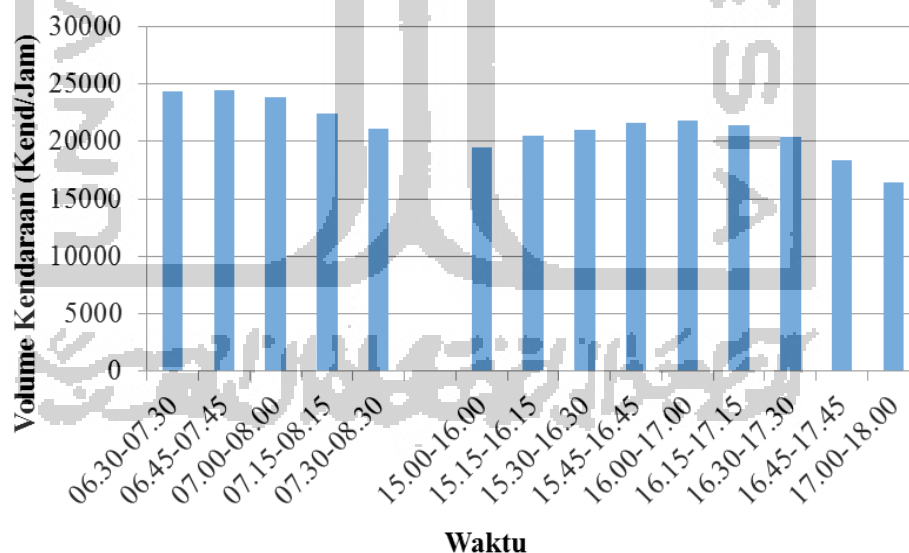
Dari hasil survei kedua simpang pada hari pertama didapatkan jam puncak pagi dan sore pada pukul 06.45-07.45 (WIB) sebesar 25038 kendaraan/jam dan pukul 16.15-17.15 (WIB) sebesar 23437 kendaraan/jam. Sedangkan untuk data volume lalu lintas gang masuk dan keluar pada jam puncak pada pukul 06.30-07.30 (WIB) sebesar 791 kendaraan/jam dan pukul 15.45-16.45 (WIB) sebesar 1070 kendaraan/jam.

Untuk survei selanjutnya akan dilakukan 2 periode pada jam sibuk, yaitu periode Selasa sebagai hari kerja (pada pagi pukul 06.30-08.30 dan sore pukul 15.00-18.00 (WIB)) dan periode Sabtu sebagai hari *weekend* (pada pagi pukul 06.30-08.30 dan sore pukul 15.00-18.00 (WIB)). Berikut ini adalah data hasil survei volume lalu lintas pada Tabel 5.5 periode selasa sebagai berikut.

Tabel 5. 5 Data Volume Lalu Lintas Periode Selasa

Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
06.30-07.30	11919	12428	24347
06.45-07.45	12068	12384	24452
07.00-08.00	11554	12286	23840
07.15-08.15	10832	11545	22377
07.30-08.30	10284	10835	21119
15.00-16.00	9868	9613	19481
15.15-16.15	10344	10102	20446
15.30-16.30	10557	10438	20995
15.45-16.45	10921	10642	21563
16.00-17.00	11035	10745	21780
16.15-17.15	10932	10510	21442
16.30-17.30	10319	10033	20352
16.45-17.45	9285	9099	18384
17.00-18.00	8198	8248	16446

Berikut ini adalah grafik dari hasil survei selama periode Selasa, 19 Agustus 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut ini

**Gambar 5. 10 Grafik Volume Lalu Lintas Periode Selasa**

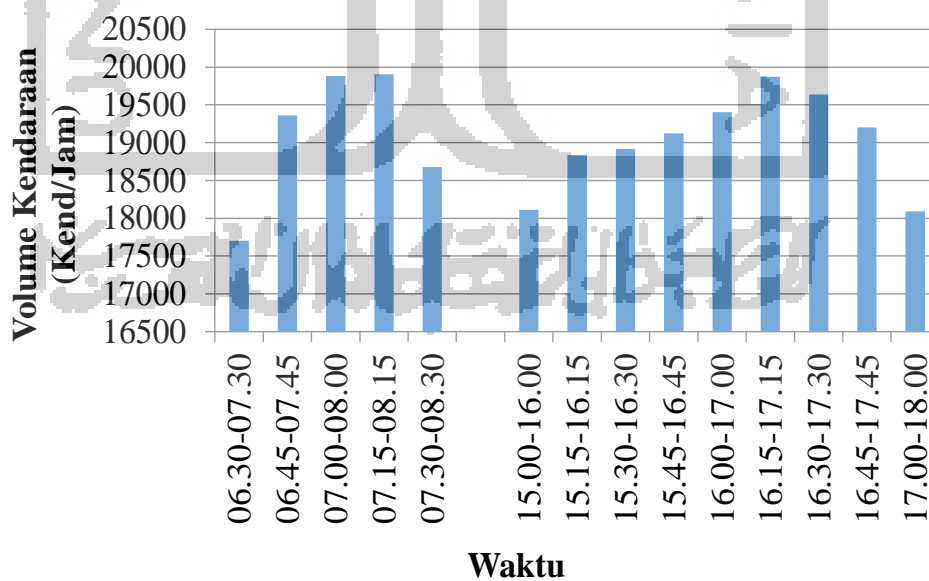
Dari hasil survei volume lalu lintas lapangan pada hari Sabtu didapatkan jam puncak sebesar 19906 kendaraan/jam pukul 07.15-08.15 pada pagi hari Sabtu.

Berikut ini adalah data hasil survei volume lalu lintas periode *on peak* Rabu, 19 Agustus 2017 pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5. 6 Data Volume Lalu Lintas Periode Sabtu

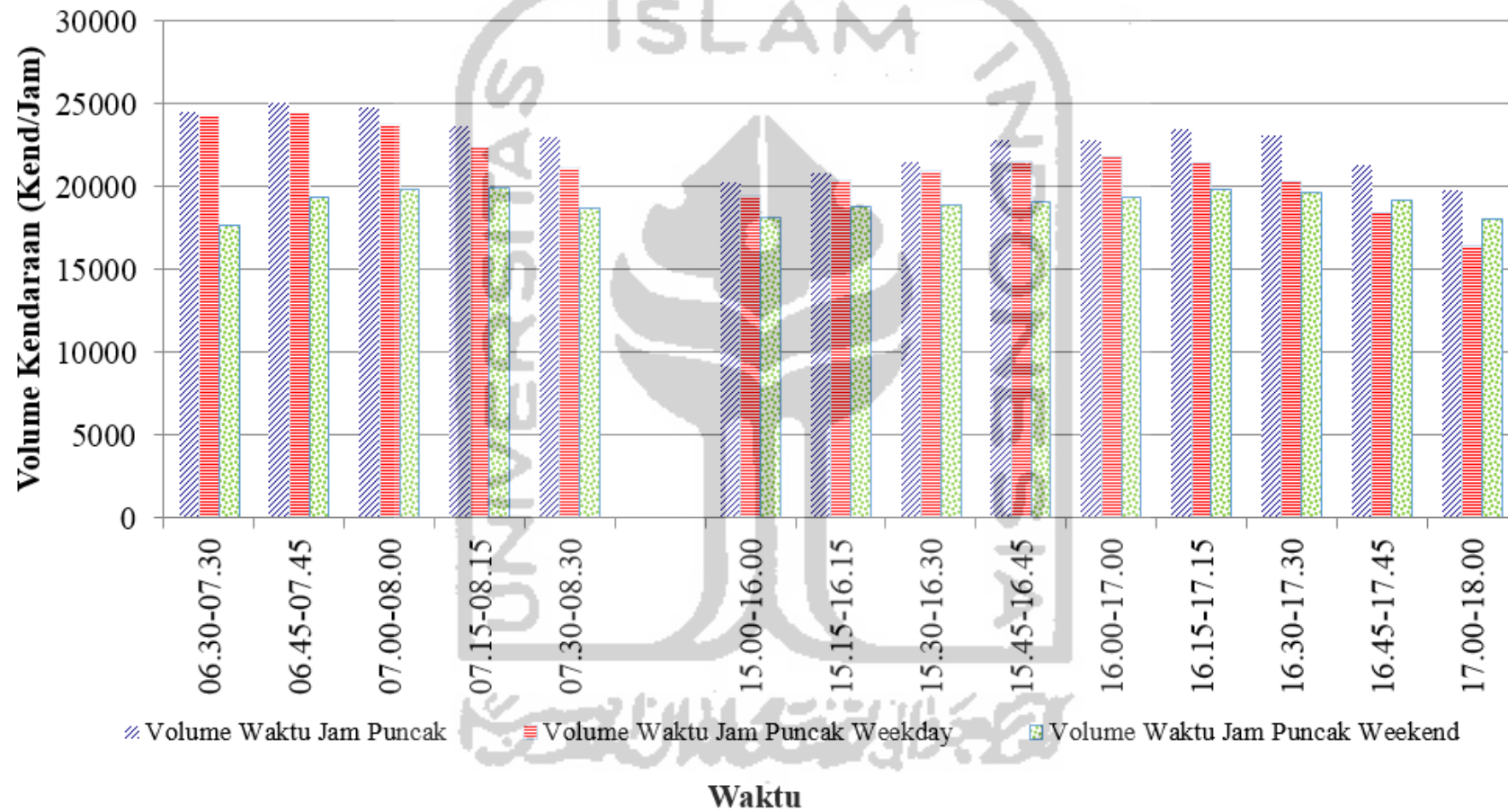
Waktu	Volume Lalu Lintas Per-Jam (Kendaraan/Jam)		
	Simpang 1	Simpang 2	Total
06.30-07.30	9837	7864	17701
06.45-07.45	10556	8804	19360
07.00-08.00	10566	9317	19883
07.15-08.15	10143	9763	19906
07.30-08.30	9093	9584	18677
15.00-16.00	9736	8375	18111
15.15-16.15	10202	8633	18835
15.30-16.30	10114	8801	18915
15.45-16.45	10071	9050	19121
16.00-17.00	9925	9478	19403
16.15-17.15	9940	9930	19870
16.30-17.30	9745	9891	19636
16.45-17.45	9471	9729	19200
17.00-18.00	8936	9155	18091

Berikut ini adalah grafik dari hasil survei selama periode hari sibuk Sabtu, 23 Agustus 2017 dapat dilihat pada Gambar 5.11 sebagai berikut.



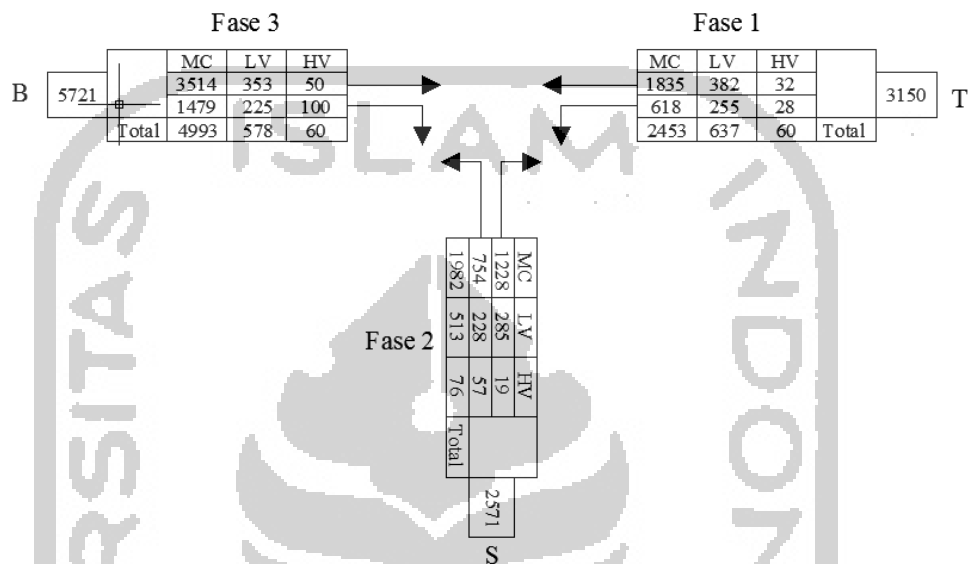
Gambar 5. 11 Grafik Volume Lalu Lintas Periode Sabtu

Berikut ini adalah grafik dari hasil tiga kali survei pada periode di jam puncak selama dapat dilihat pada Gambar 5.12 sebagai berikut.

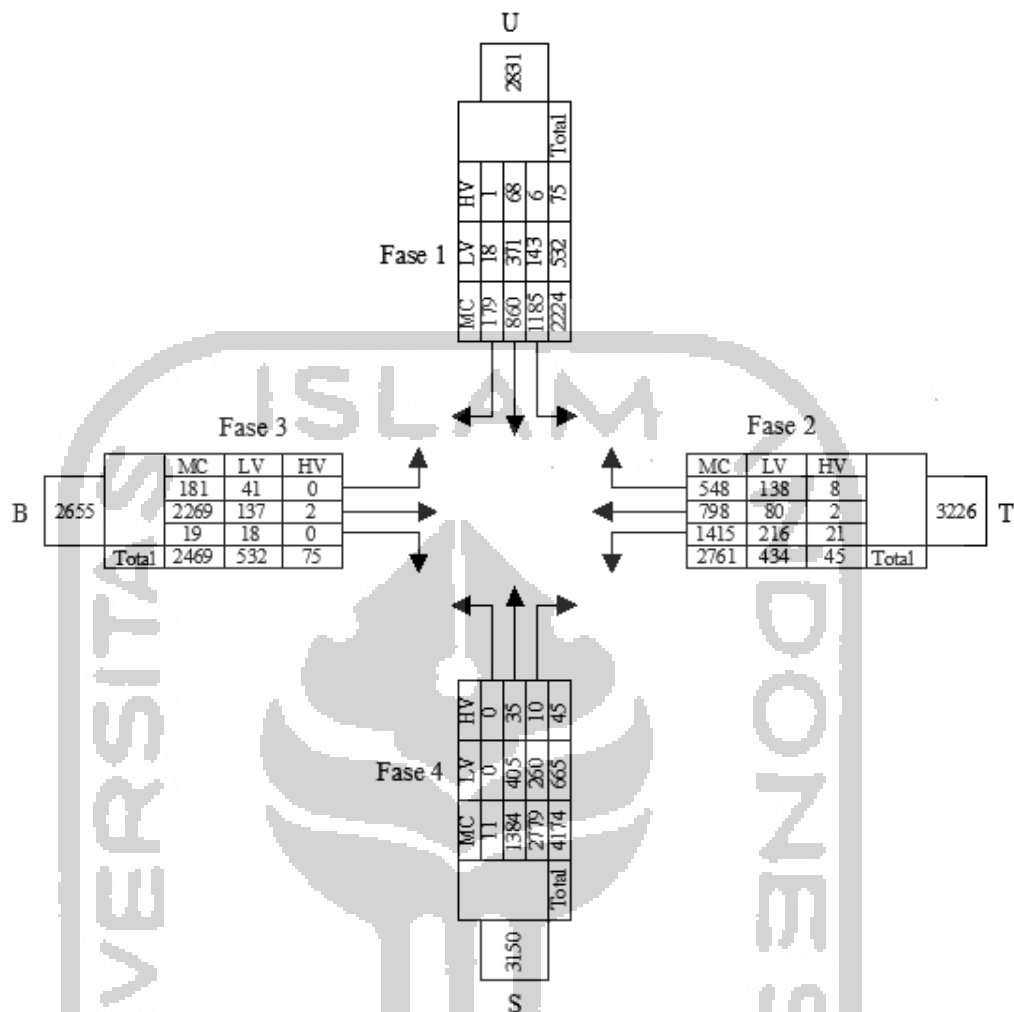


Gambar 5. 12 Diagram Perbandingan Volume Lalu Lintas Pada 3 Periode

Dari ketiga periode pengambilan data tersebut didapat periode jam puncak terjadi pada hari Senin, 7 Agustus 2017 pada pukul 06.45-07.45 WIB dengan volume sebesar 25038 kendaraan/jam. Berikut ini adalah data distribusi pergerakan arus lalu lintas per arah pada periode jam puncak dan jam lengang dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14 sebagai berikut.



Gambar 5. 13 Distribusi Pergerakan Arus Lalu Lintas Simpang 1 Periode Jam Puncak



Gambar 5. 14 Distribusi Pergerakan Arus Lalu Lintas Simpang 2 Periode Jam Puncak

Berdasarkan gambar distribusi pergerakan arus lalu lintas di atas dapat dilihat pada semua simpang komposisi kendaraan yang paling besar adalah sepeda motor (MC). Sedangkan komposisi kendaraan yang paling kecil adalah kendaraan berat (HV).

4. Data Kecepatan

Data kecepatan diperoleh dari survei kecepatan langsung di lapangan oleh petugas survei selama 1 jam pada periode jam puncak. Survei kecepatan dilakukan pada periode jam puncak berdasarkan survei volume yang terjadi pada hari Senin, jam 06.45-07.45 WIB, kemudian diambil kecepatan maksimal dan kecepatan minimal dari setiap tipe kendaraan sebagai *input* pada pemodelan *software VISSIM*. Berikut ini adalah data setiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Data Kecepatan Kendaraan Periode Jam Puncak

Lokasi	simpang 1						simpang 2							
	Timur		Selatan		Barat		Utara		Timur		Barat		Selatan	
Kecepatan	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak	Min	Mak
Sepedan Motor (MC)	21	45	22	69	22	66	37	72	29	55	22	42	22	44
Mobil Penumpang (LV)	18	19	27	70	23	50	38	80	22	46	18	34	20	42
Truk (HV)	19	32	25	60	15	25	42	65	25	41	20	35	19	32

5. Data *Driving Behaviour*

Driving behaviour merupakan parameter dari *VISSIM* untuk mengatur perilaku antar kendaraan. Data yang diambil dilapangan adalah data pengendara berhenti di lengan simpang pada saat lampu merah meliputi data jarak antar kendaraan berdampingan serta jarak kendaraan depan-belakang sehingga data yang diambil dilapangan sebagai input kalibrasi di *VISSIM*. Data berupa jarak antar kendaraan dengan jumlah 80 sampel yang terdiri dari masing-masing 20 sampel jarak antar kendaraan depan - belakang dengan posisi kendaraan berhenti, 10 sampel jarak antar kendaraan berdampingan dengan posisi kendaraan berhenti. Data *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Jarak Antar Kendaraan (*Driving Behaviour VISSIM*)

Jumlah Sampel Kendaraan	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berjalan (meter)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berhenti (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berjalan (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berhenti (meter)
1	0,9	1,2	1,1	0,4
2	0,7	0,7	1,5	0,6
3	0,9	0,9	0,7	0,3
4	1,3	0,6	1,4	0,5
5	1,5	0,5	1	0,7
6	1,1	0,8	0,9	0,6
7	1,3	0,75	1,3	0,4
8	0,9	1	2	0,4
9	1,1	0,8	1,1	0,4
10	1	0,7	1,4	0,9
11	1,4	1	1,2	0,6
12	0,9	1,5	0,9	0,3
13	1	0,85	1,6	0,2

Lanjutan Tabel 5.8 Jarak Antar Kendaraan (*Driving Behaviour VISSIM*)

Jumlah Sampel Kendaraan	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berjalan (meter)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berhenti (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berjalan (meter)	Depan Belakang Kendaraan Berhenti (meter)
14	0,7	0,9	1,4	0,8
15	1,2	0,6	0,7	0,5
16	1	1,1	0,8	0,8
17	0,7	0,7	0,8	0,7
18	0,7	1,5	0,7	0,6
19	0,8	0,9	0,8	0,7
20	0,7	0,7	0,9	1
Rata-rata	0,99	0,885	1,11	0,57

5.2 Analisis

Pada penelitian ini, kinerja kedua simpang pada kondisi eksisting dianalisis menggunakan perangkat lunak *VISSIM*. Perancangan koordinasi sinyal antar simpang dilakukan berdasarkan teori koordinasi dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *VISSIM*.

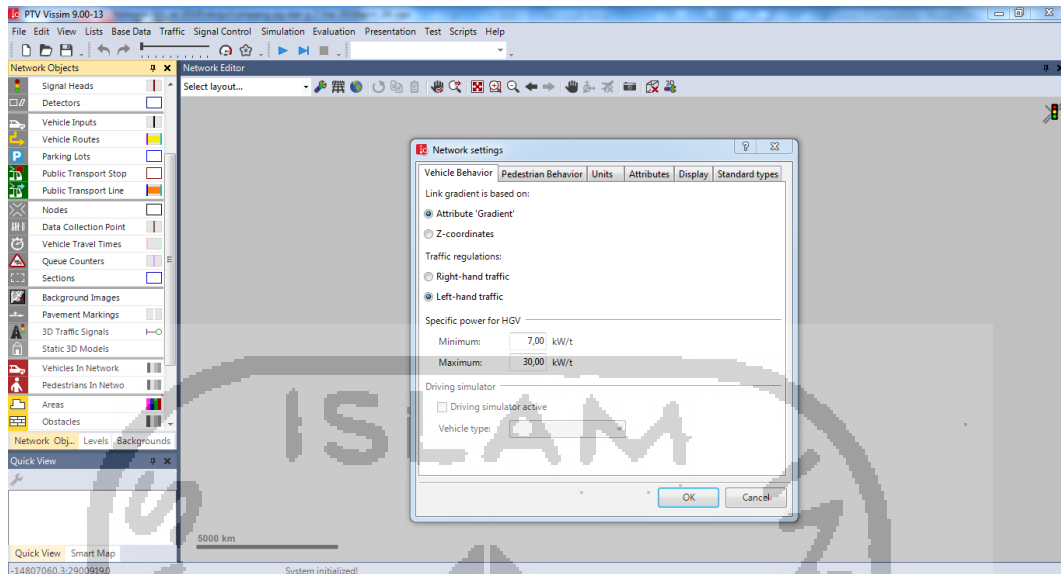
5.2.1 Membuat Pemodelan dengan Menggunakan *Software VISSIM*

Berikut ini adalah langkah-langkah membuat pemodelan dengan menggunakan *Software VISSIM* tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

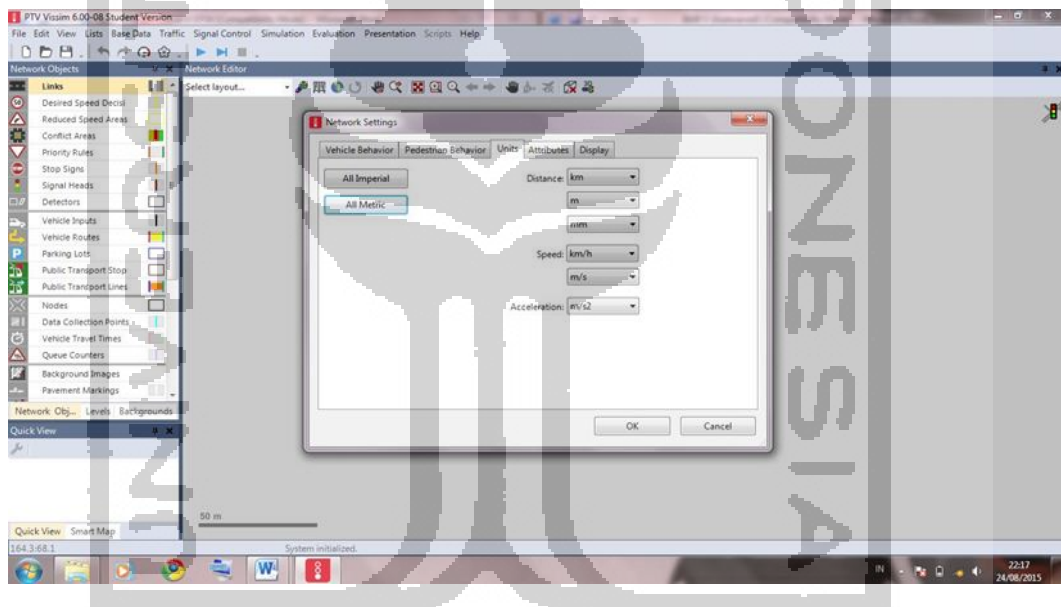
1. *Network Setting*

VISSIM adalah perangkat lunak buatan Eropa atau khususnya Jerman, maka dari itu secara *default* jalur yang digunakan untuk berkendara adalah jalur kanan. Sedangkan di Indonesia jalur berkendara adalah jalur kiri, oleh karena itu perlu perubahan perilaku mengemudi. Selain itu, perlu juga perubahan satuan sesuai yang digunakan di Indonesia.

Untuk melakukan perubahan perilaku kendaraan dan satuan, dapat dilakukan di bagian *Menu Bar* yaitu di *Base Data*, *Network Setting*, *Vehicle Behavior* (diubah ke *left-side traffic*), *Units* (diubah ke *All Metrics*). Perubahan pengaturan pada menu *Network Setting* dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 berikut ini.



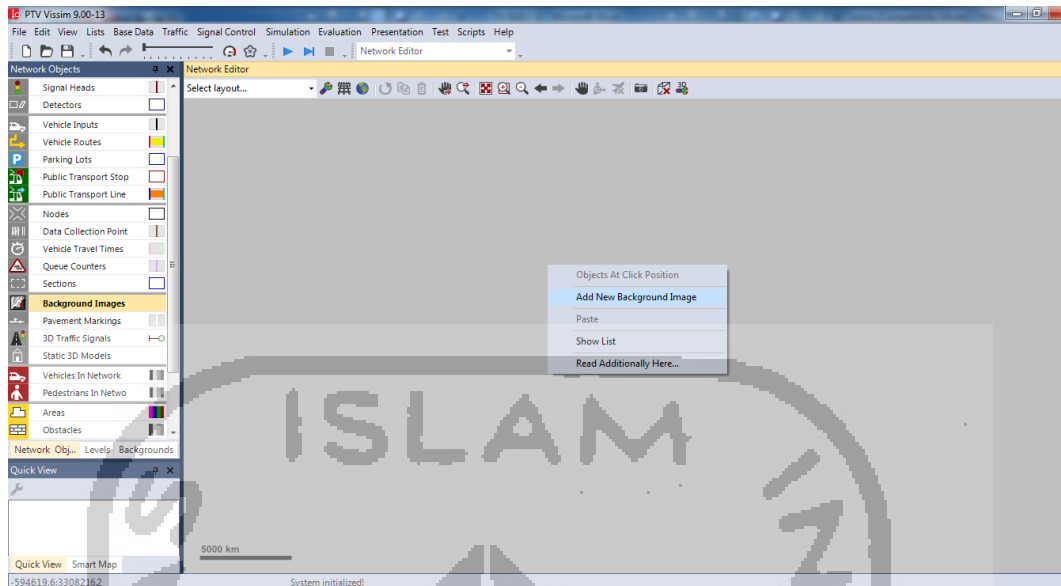
Gambar 5. 15 Hasil Perubahan *Vehicle Behavior*



Gambar 5. 16 Hasil Perubahan *Units*

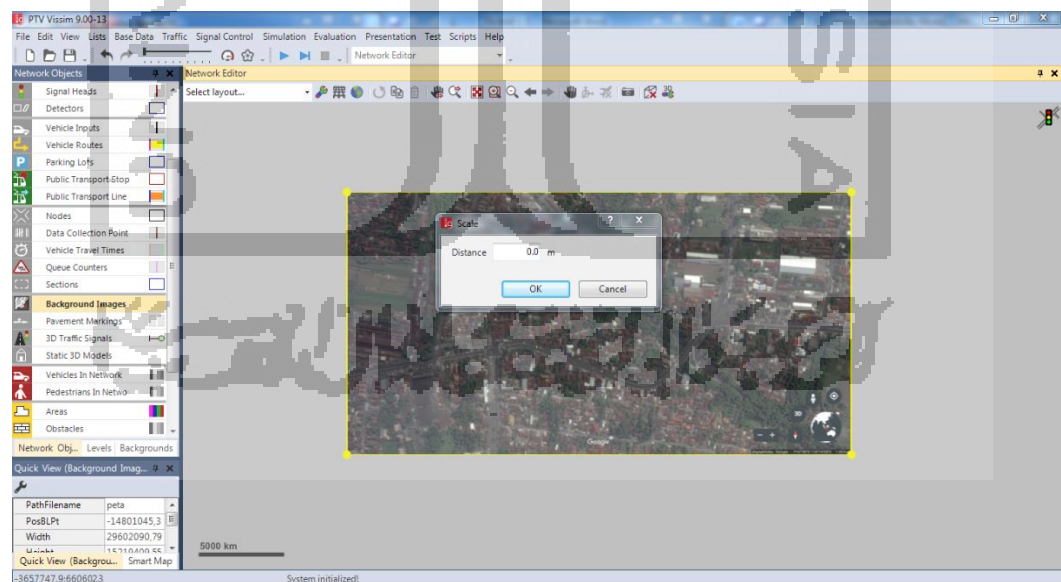
2. Input *Background Image*

Dalam pemodelan VISSIM dapat dilakukan input background images menggunakan peta lokasi penelitian dari *Google Earth*. Background images berguna sebagai perbandingan lebar jalan asli dengan peta dari *Google Earth*. Gambar input peta lokasi ke dalam perangkat lunak VISSIM dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut ini.



Gambar 5. 17 Input Background Images

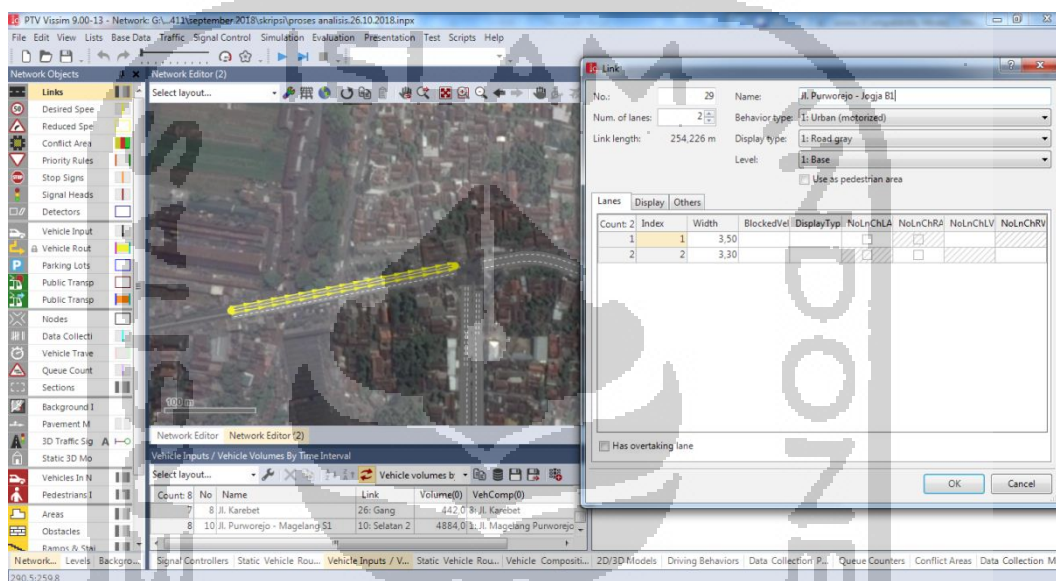
Setelah melakukan input *background images*, dilakukan perbandingan antara peta Google Earth dan lebar jalan asli dengan cara klik kanan pada gambar kemudian *Set Scale*. Tarik garis yang menjadi acuan kemudian dimasukkan panjangnya. Pengaturan skala gambar dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut ini.



Gambar 5. 18 Pengaturan Skala pada Background Images

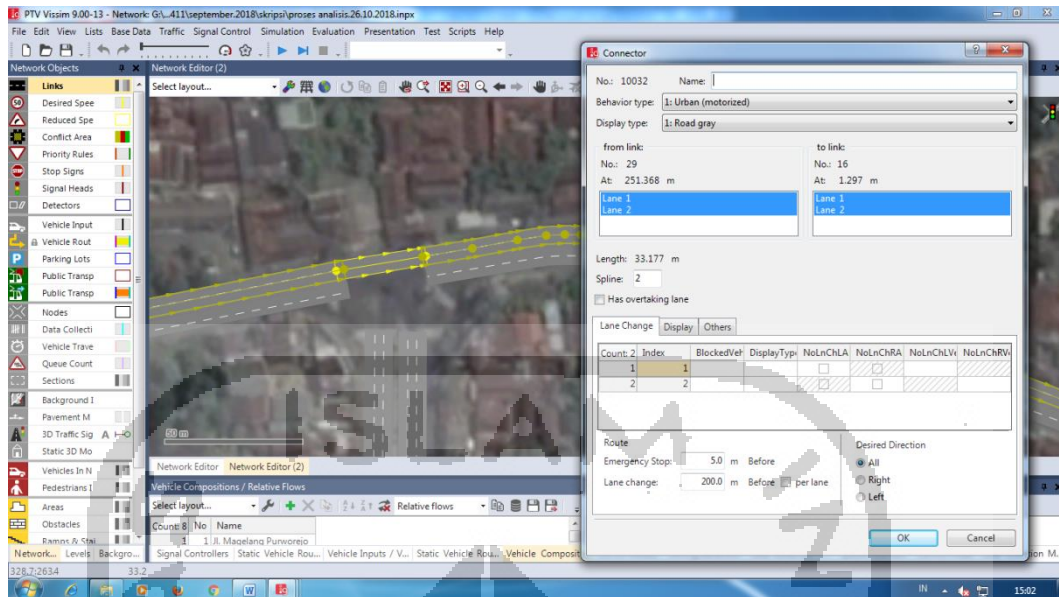
3. Pembuatan *Link*, *Connectors* dan *Pavement Marking*.

Setelah gambar lokasi dibuat dan disesuaikan dengan skala kenyataan, proses selanjutnya adalah pembuatan *link* atau lajur jalan pada simpang, pembuatan lajur sesuai dengan kenyataan beserta lebar masing-masing lajur. Proses pembuatan lajur dapat dilakukan di bagian *Network Object, Links*, dan tentukan lajur yang pertama kali akan dibuat dengan menekan tombol *ctrl* dan klik kanan *mouse*, seperti pada Gambar 5.19 sebagai berikut.



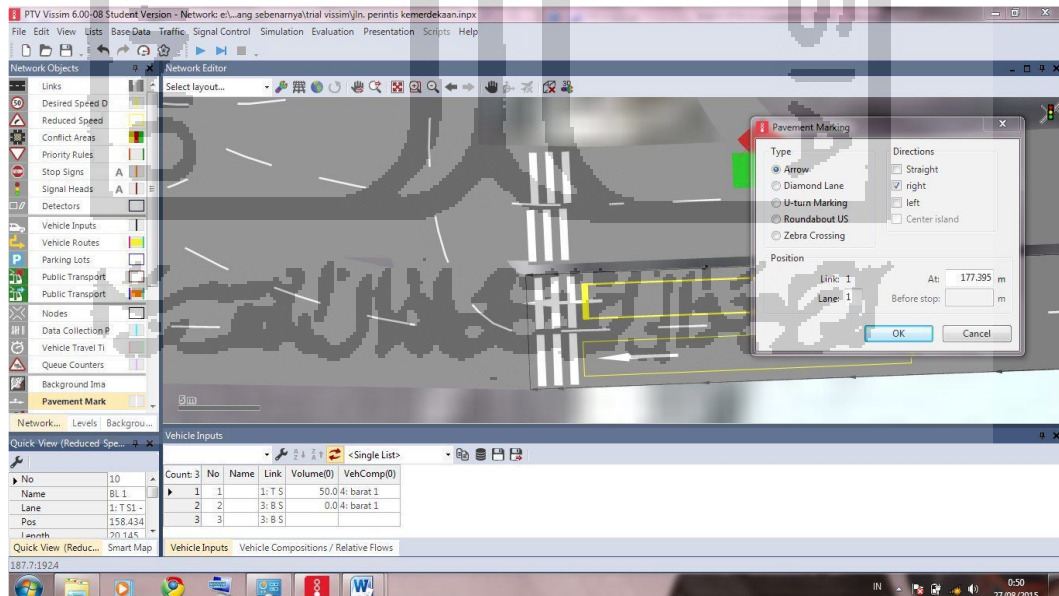
Gambar 5.19 Pembuatan Link

Setelah *link* dibuat, maka langkah selanjutnya yaitu pembuatan *connector* atau penghubung antar *link*, dalam penelitian ini *connector* berfungsi menghubungkan antar lajur kendaraan keluar sesuai arah. Pembuatan *connector* ketika di tikungan berdasarkan jari-jari yang sesuai dengan gambar *background*. Proses pembuatan *connector* sama dengan *link*, dengan cara menekan klik kanan *mouse* dari *link* ke *link* yang diinginkan. Pembuatan *connector* dapat dilihat pada Gambar 5.20 sebagai berikut.



Gambar 5. 20 Pembuatan Connector

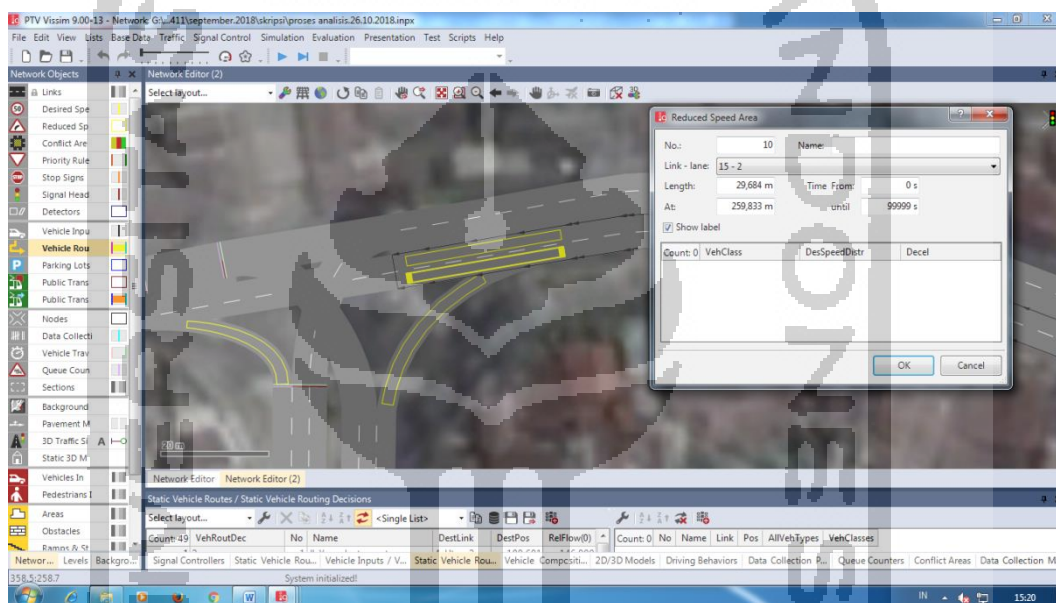
Setelah *link* dan *connector* selesai dibuat, maka dilanjutkan dengan *Pavement Marking*, yaitu suatu tanda tambahan yang diberikan di lajur agar dapat memberikan keterangan terhadap arah kendaraan, arah bundaran, *zebra cross*. Proses pembuatan *Pavement Marking* pada Gambar 5.21 yaitu di bagian *Network Object*, *Pavement Marking*, dan ditentukan bagian yang akan diberi objek.



Gambar 5. 21 Pembuatan Pavement Marking

4. Pembuatan Area Pengurangan Kecepatan.

Pengurangan kecepatan atau *reduced speed* adalah kalibrasi yang berusaha menyerupai kenyataan pengemudi dalam berkendara di jalan. Saat kendaraan memasuki simpang, pengemudi akan memperlambat kendaraannya. Area pengurangan kecepatan terjadi pada jarak 20 meter dari mulut simpang, oleh karena itu kecepatan pada area pengurangan kecepatan berbeda dengan kecepatan kendaraan pada ruas jalan yaitu di *Menu Desire Speed*. Pembuatan area pengurangan kecepatan dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut ini.



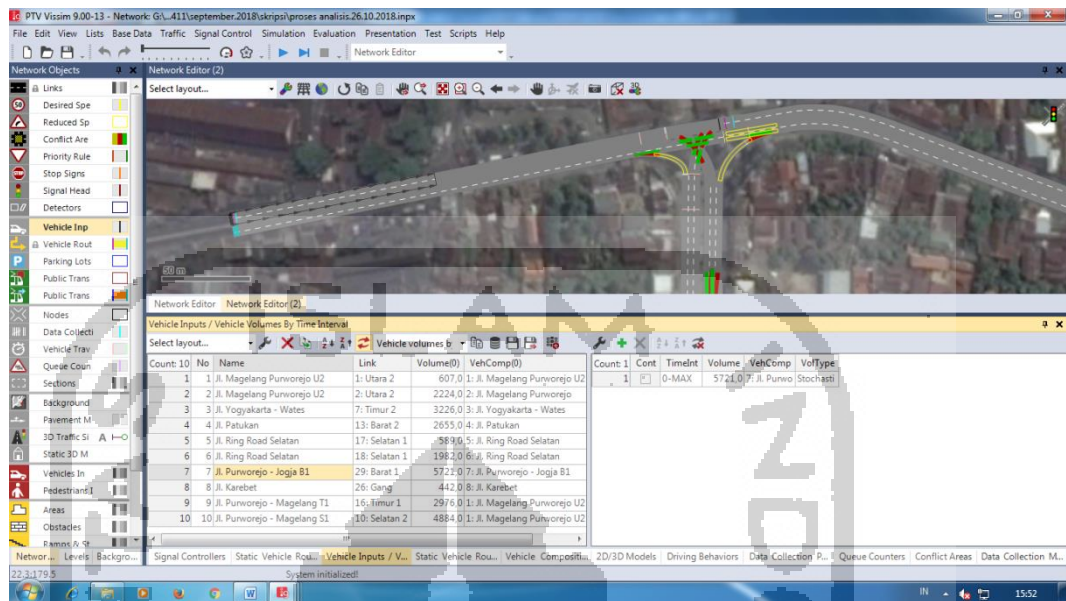
Gambar 5. 22 Pembuatan Area Pengurangan Kecepatan

5. Input Volume Lalu Lintas dan Rute Lalu

Dalam proses pemasukan data, dibutuhkan data volume kendaraan selama jam puncak. Volume kendaraan yang dibagi menjadi 3 tipe kendaraan yaitu mobil penumpang (LV), truk (HV) dan sepeda motor (MC). Data volume kendaraan yang dibutuhkan adalah volume kendaraan tiap lengan simpang, persentase volume tiap tipe kendaraan di tiap-tiap lengan simpang, dan volume kendaraan yang keluar di tiap lengan simpang per masing-masing pergerakan arah.

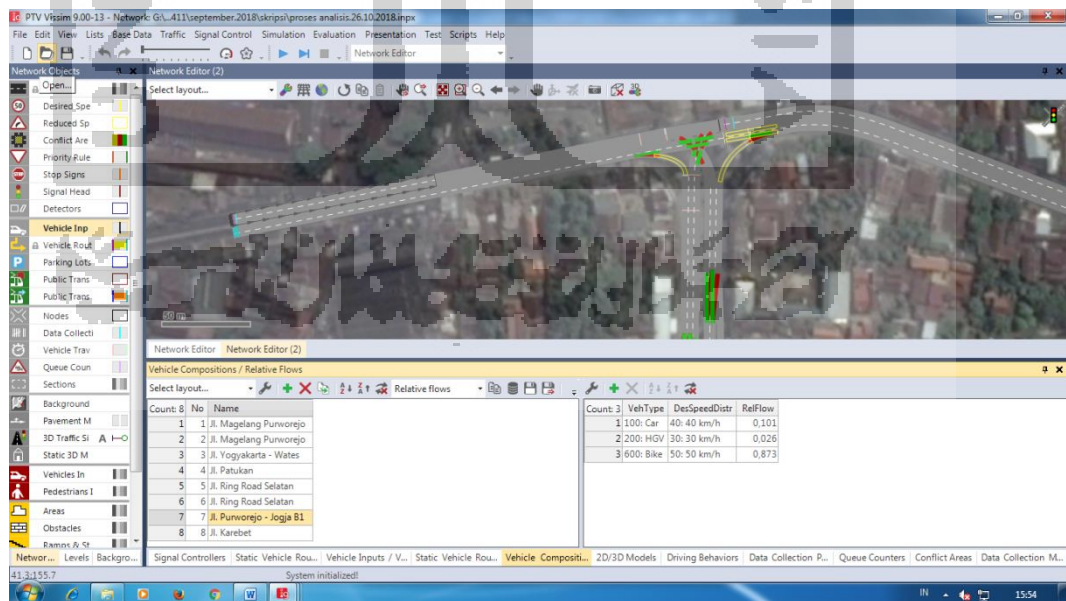
Untuk *input* volume yang pertama dapat dilakukan di bagian *Network Objects*, *Vehicle Input*, dan klik lengan yang memiliki volume. Volume yang dimasukkan berupa volume jam puncak yang terjadi pada tiap lengan simpang.

Proses input volume pada menu *Vehicle Input* dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut ini.



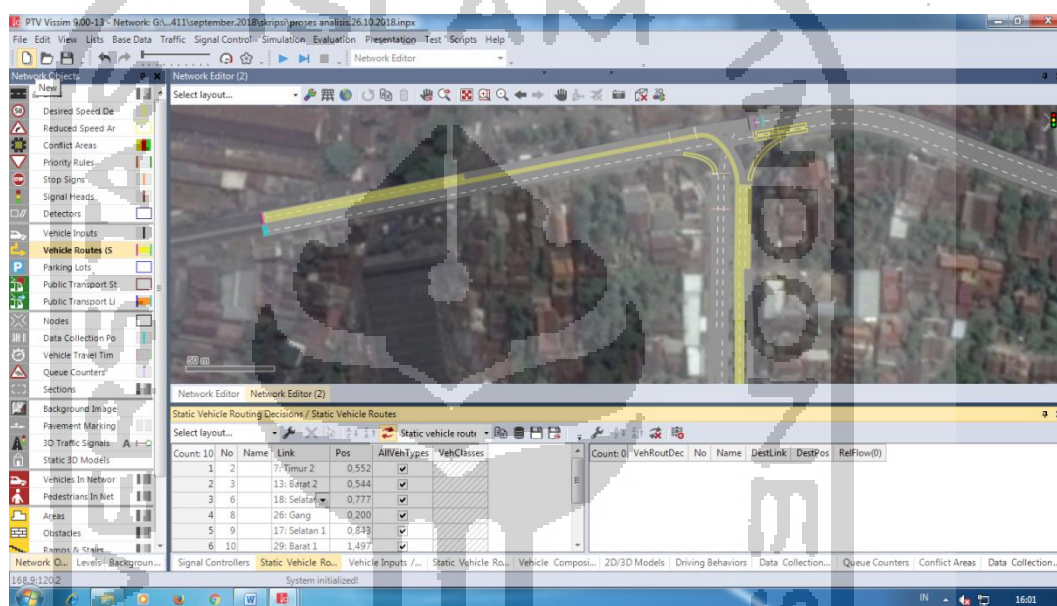
Gambar 5. 23 Proses *Input Volume* pada Menu *Vehicle Input*

Proses input volume *Vehicle Composition* dapat dilakukan di bagian *Menu Bar, Traffic, Vehicle Composition*, dan ditambahkan volume per lengan sesuai data lapangan. Proses input volume *Vehicle Composition* dapat dilihat pada Gambar 5.24 berikut ini.



Gambar 5. 24 Proses *Input Volume Vehicle Composition*

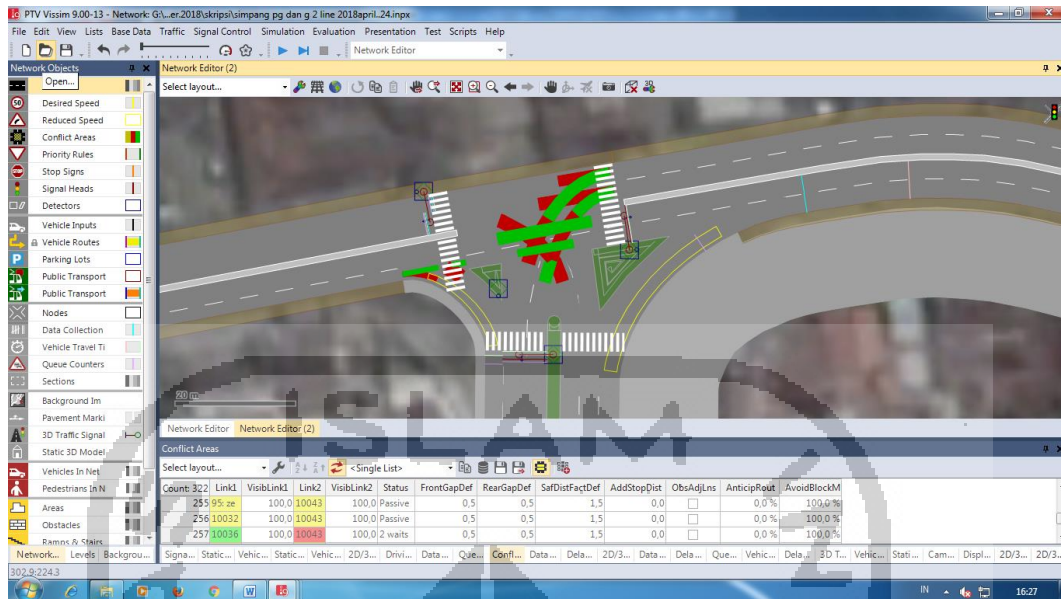
Proses *input* volume kendaraan per masing pergerakan arah dapat dilakukan di bagian *Network Objects*, *Vehicle Routes*, dengan cara mengklik bagian lajur yang telah diisi volume kemudian masukkan volume kendaraan tiap lengan per masing-masing pergerakan arah. Gambar proses input volume kendaraan per masing pergerakan arah dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut ini.



Gambar 5. 25 Tampilan Pengaturan *Vehicle Route*

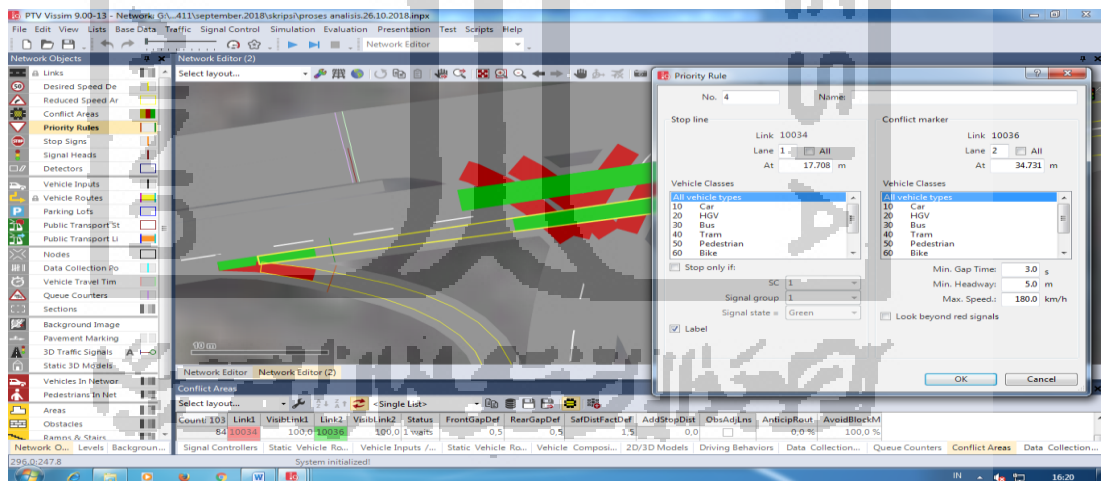
6. *Input Conflict Area*

Area konflik yang mungkin terjadi pada simpang dapat dimodelkan oleh perangkat lunak *VISSIM*. Pemodelan area konflik pada simpang dapat dilihat pada Gambar 5.26 berikut ini.



Gambar 5. 26 Pembuatan Area Konflik

Area yang berwarna kuning merupakan area terjadinya konflik yang dianalisis melalui perangkat lunak VISSIM. Area konflik dapat disesuaikan dengan yang terjadi di lapangan. Penyesuaian area konflik sesuai dengan yang terjadi di lapangan dapat dilihat pada Gambar 5.27 berikut ini.



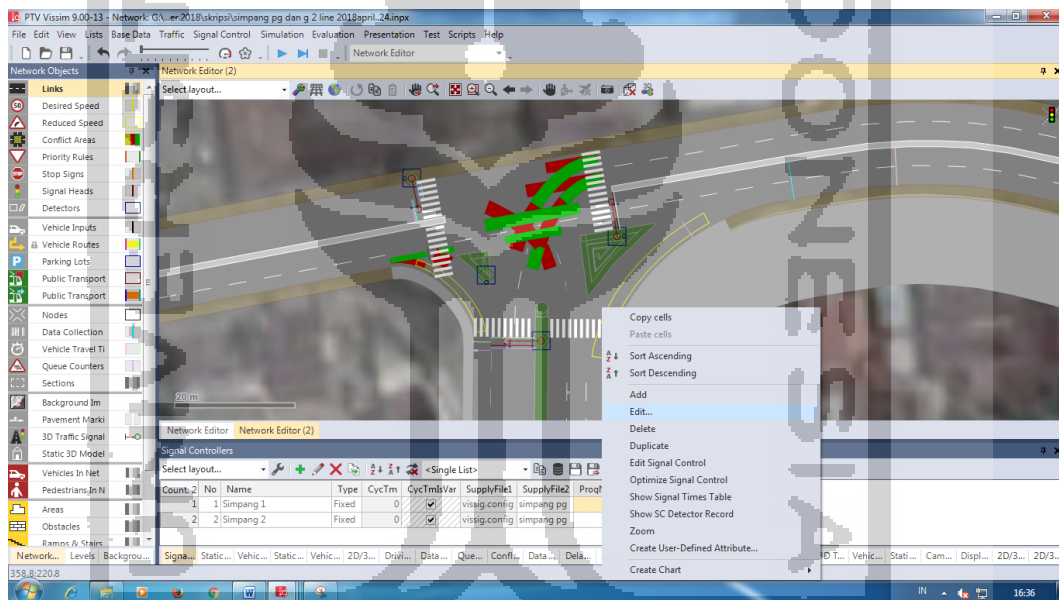
Gambar 5. 27 Pembuatan *Priority Rules*

Konflik yang terjadi dapat diprioritaskan kendaraan yang akan maju terlebih dahulu dibanding kendaraan yang lewat sehingga tidak terjadinya tabrakan antar kendaraan. Khusus pada simpang bersinyal, secara teori, pengendara pada jalan mayor lebih diprioritaskan daripada kendaraan jalan

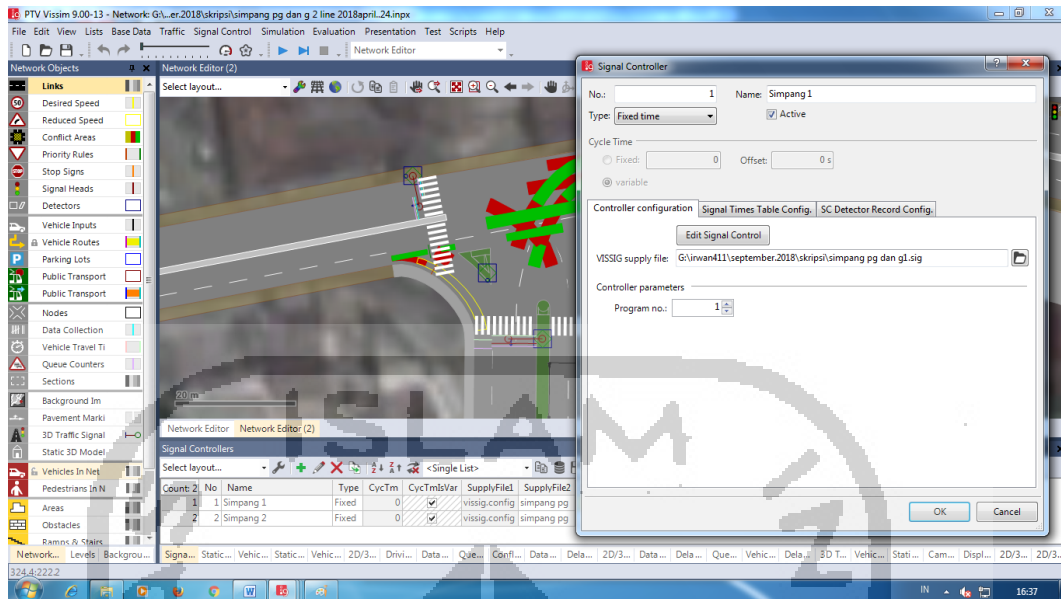
minor atau belok kiri langsung. Oleh karena itu, pada *VISSIM* dibuat kendaraan belok kiri langsung akan mendahului kendaraan yang masuk ke lengan di simpang. Warna hijau pada gambar menyatakan kendaraan yang didahulukan dan merah untuk kendaraan yang menunggu.

7. *Input* Sinyal Lalu Lintas

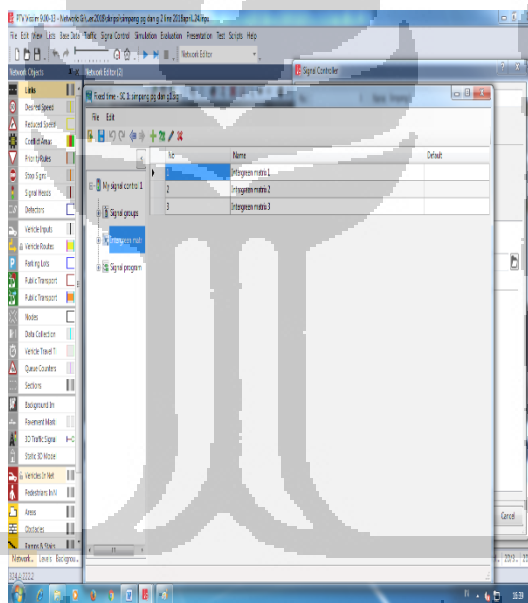
Untuk mengatur *Traffic Light* pada jaringan jalan sinyal lalu lintas dapat dimodelkan perangkat lunak *VISSIM* melalui menu *Signal Control*. Sebelum membuat *Signal Control* kita harus menyimpan data terlebih dahulu. Caranya dengan mengklik *Signal Groups* – Klik Add – Lalu klik simbol pensil (*Edit*). Proses pemodelan sinyal lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 5.28 - Gambar 5.30 sebagai berikut.



Gambar 5. 28 *Input* Fase Sinyal Lalu Lintas

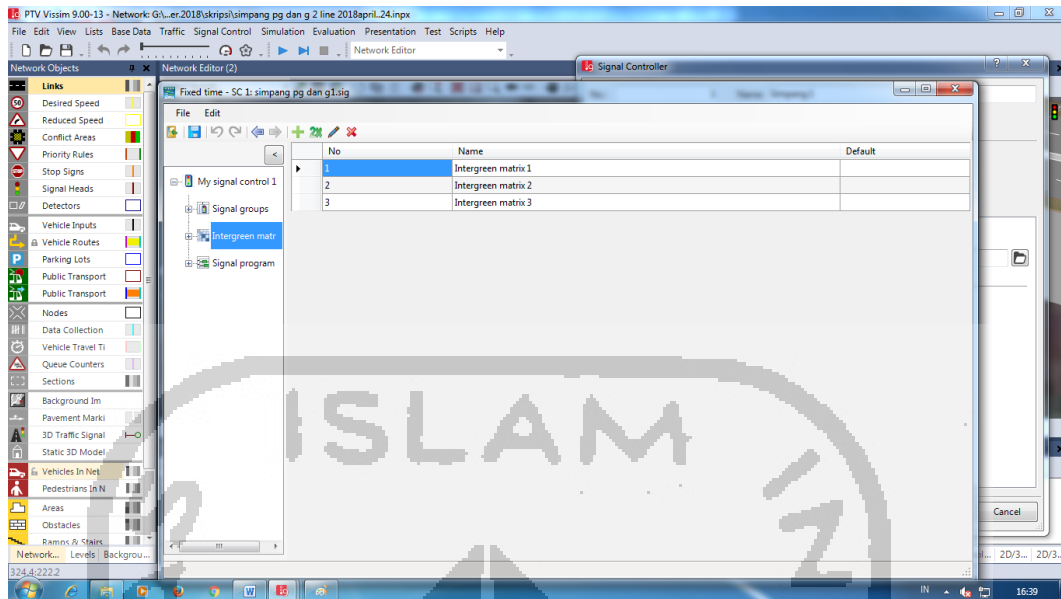


Gambar 5. 29 Edit Signal Controll

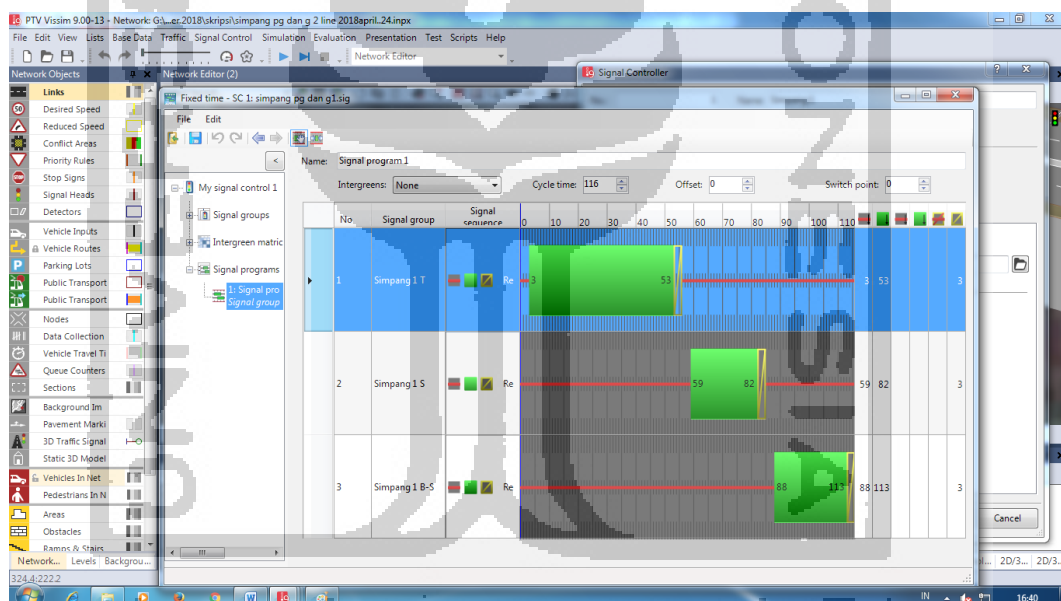


Gambar 5. 30 Penamaan Signal Controll

Setelah memberi penamaan *signal* yang telah sesuai dengan fase sinyal yang di lapangan, selanjutnya adalah memasukkan *intergreen matrix* pada setiap lengan serta memberi waktu durasi minimum untuk lampu merah, *all red*, hijau, serta kuning. Waktu siklus dapat dimodelkan secara terus menerus oleh perangkat lunak *VISSIM* yang dapat dilihat prosesnya pada Gambar 5.31 - Gambar 5.32 sebagai berikut.

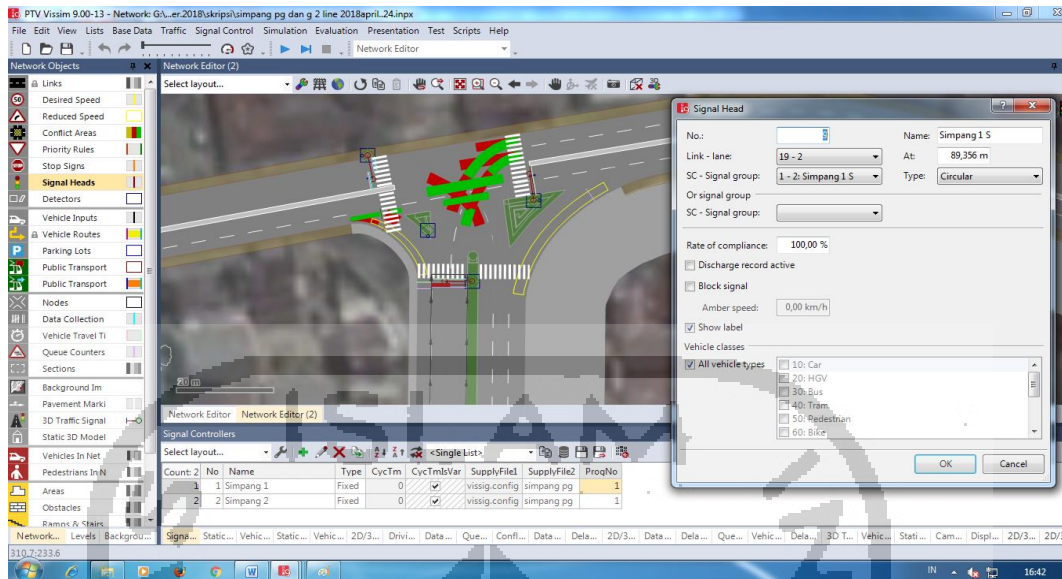


Gambar 5. 31 Penyesuaian *Intergreen Matrix*



Gambar 5. 32 *Input Waktu Siklus*

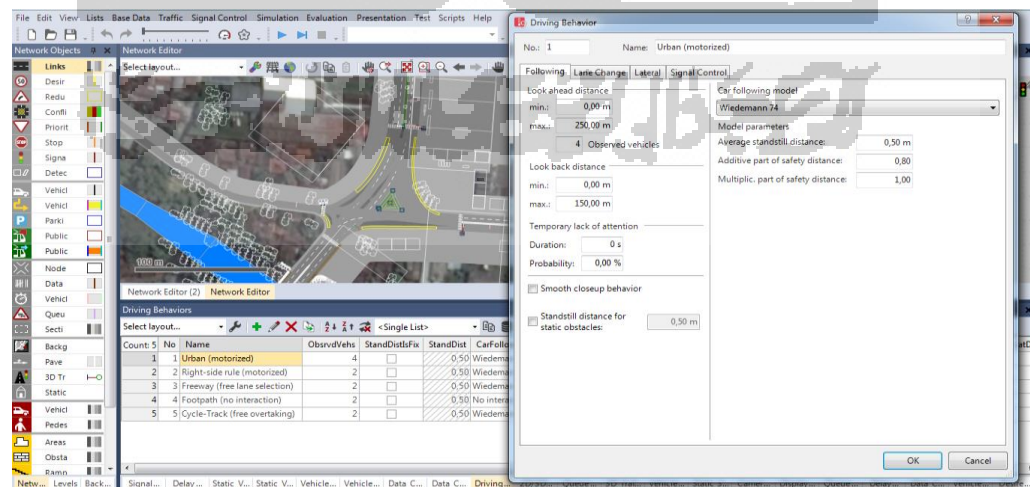
Fase sinyal dimodelkan dan disesuaikan berdasarkan kondisi eksisting lapangan. Langkah terakhir pada tahap ini dengan melakukan input waktu siklus. Sinyal lalu lintas yang sudah dibuat, diaplikasikan ke pemodelan simpang dengan melakukan input *Signal Head*. Proses *input* waktu siklus dapat dilihat pada Gambar 5.33 berikut ini.



Gambar 5.33 Input Signal Head

8. Driving Behaviour

Perilaku mengemudi atau *Driving Behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan agar hasil simulasi dapat mewakili kondisi di lapangan. Untuk melihat apakah *Driving Behaviour* harus dikalibrasi atau tidak maka pengaturan *Driving Behaviour* dibuat default terlebih dahulu. Parameter yang digunakan validasi pemodelan dengan kondisi lapangan adalah volume lalu lintas model sama dengan volume lalu lintas lapangan. Apabila hasilnya tidak mewakili kondisi di lapangan, maka diperlukan pengaturan ulang atau kalibrasi agar sesuai dengan lapangan. Pengaturan *Driving Behaviour* dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut ini.



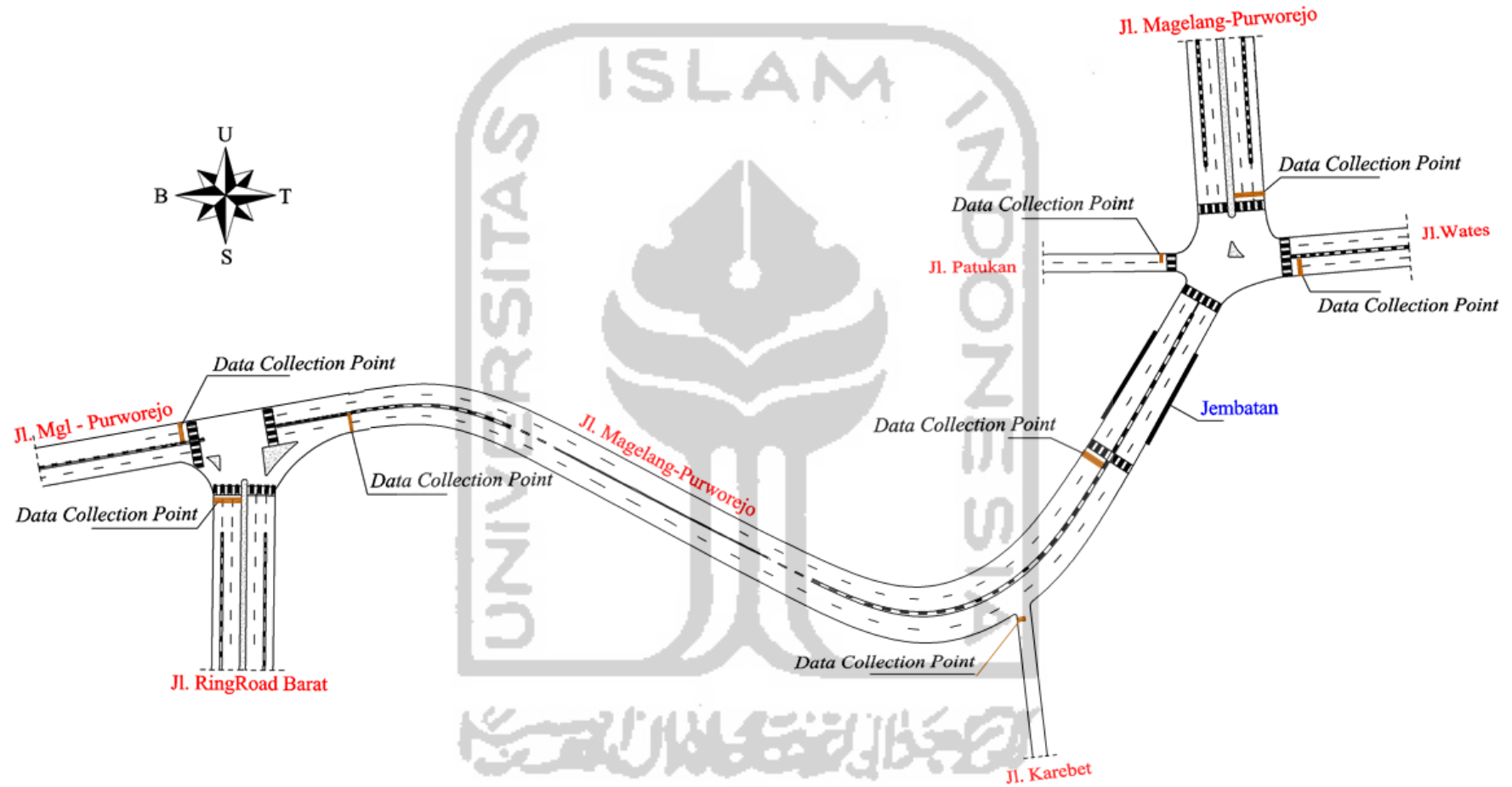
Gambar 5.34 Pengaturan Driving Behaviour

9. Evaluation

Evaluasi merupakan hasil akhir dari pemodelan *VISSIM* ini. Pada tahap ini ditempatkan *tools* seperti *Delay*, *Queue Counter* serta *Data Collection Point* pada *link* yang diinginkan, sehingga akan memunculkan nilai akhir seperti tundaan (*delay*), panjang antrian, kecepatan dan volume lalu lintas.

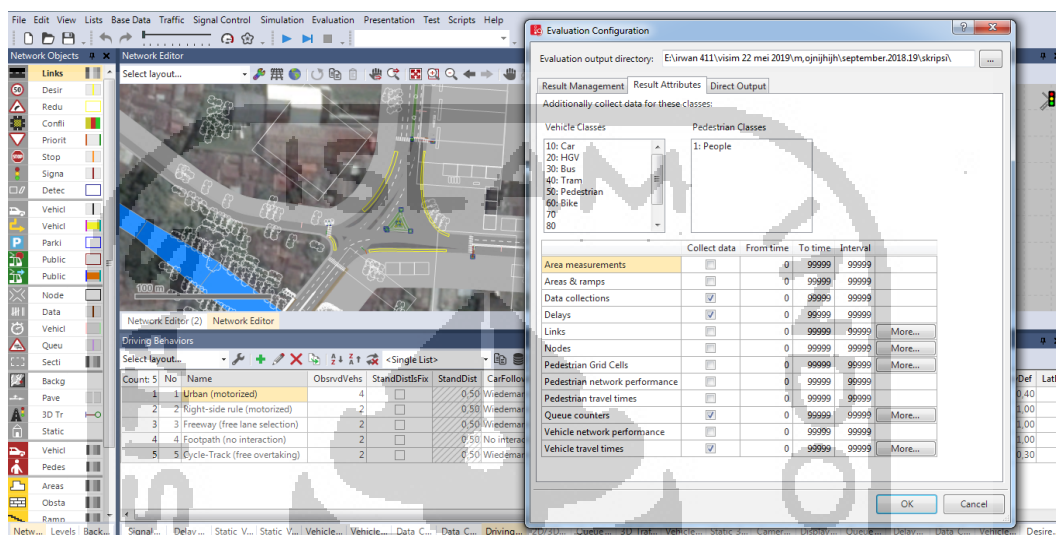
Pengaturan *data collection point* dilakukan dengan cara memilih menu *data collection point* pada *network objects*, kemudian menempatkan pada bagian tiap-tiap mulut simpang. Penempatan *data collection point* pada *VISSIM* dapat di lihat pada Gambar 5.35 sebagai berikut ini.





Gambar 5. 35 Peletakan *Data Collection Point*

Pengaturan *evaluation* dilakukan dengan cara memilih menu *evaluation*, memilih *evaluation configuration*. Pada tampilan *evaluation configuration* centang *data collection result*, *delays* dan *Queue Counter*. Pengaturan hasil evaluasi dapat dilihat pada Gambar 5.36 berikut ini.



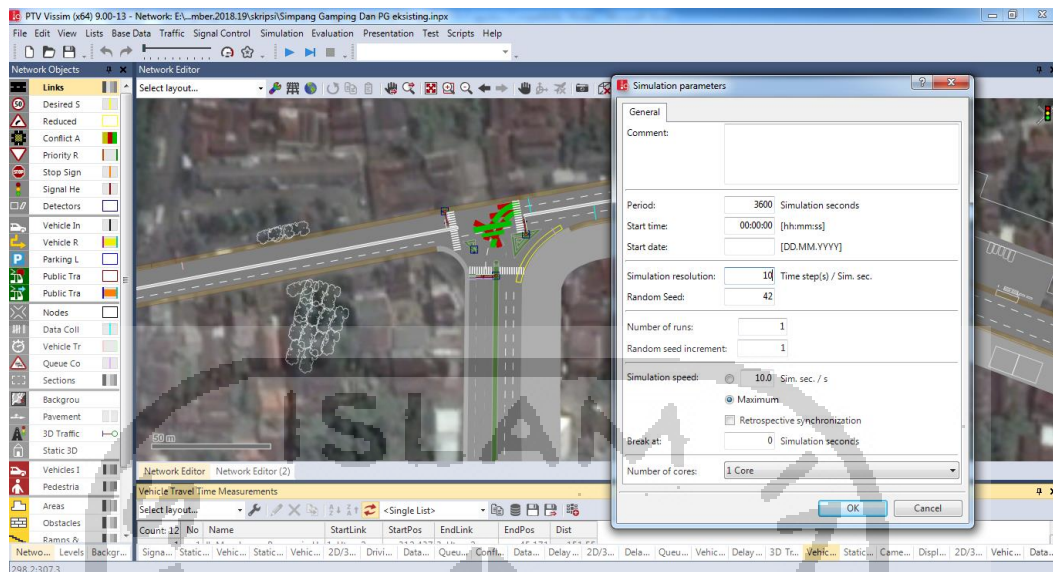
Gambar 5. 36 Pengaturan Evaluation

Hasil evaluasi yang dibutuhkan dari VISSIM adalah tundaan, panjang antrian, kecepatan dan volume kendaraan. Evaluasi ini dilakukan pada Simpang 1 dan Simpang 2.

10. Validasi

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 5.37 sebagai berikut ini.

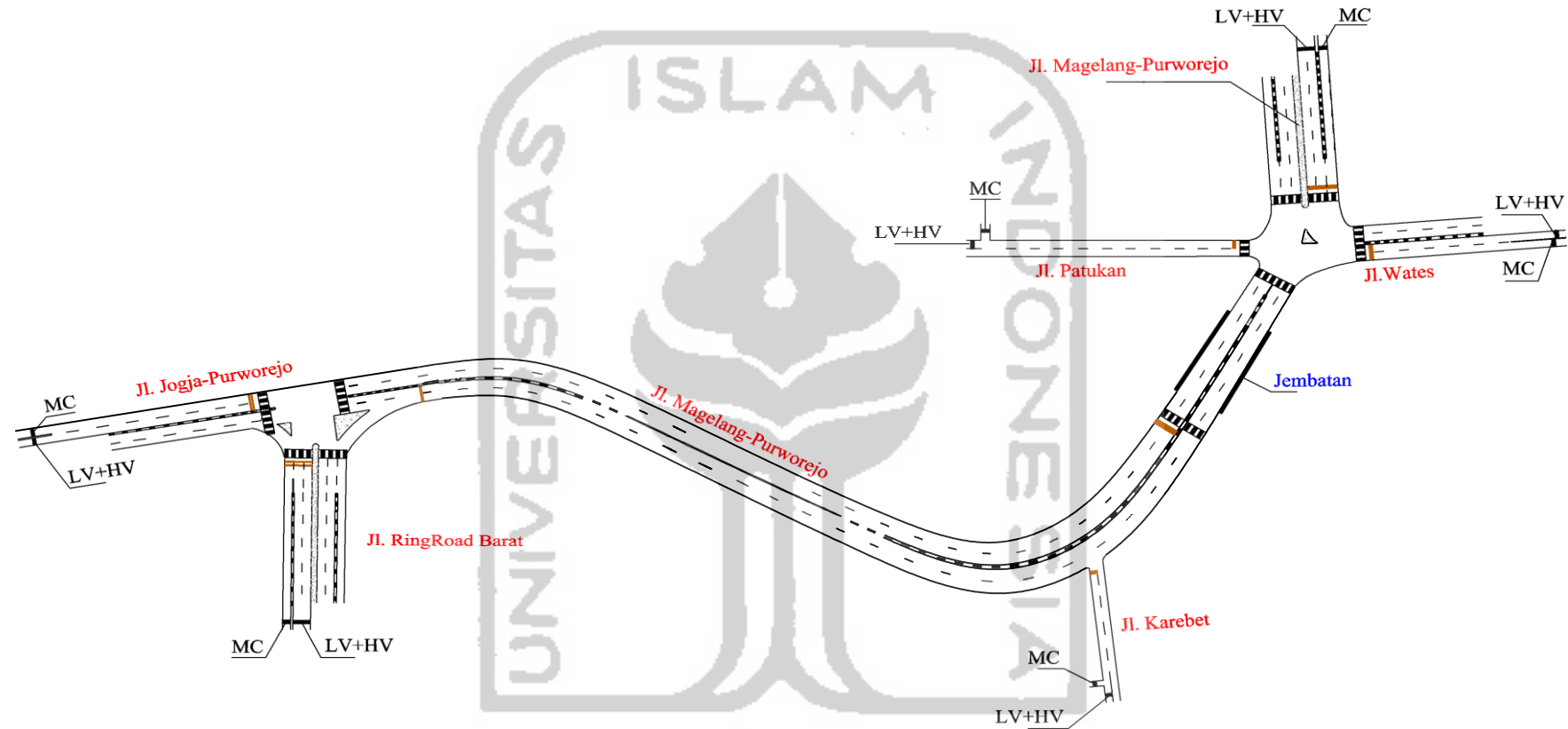


Gambar 5. 37 Pengaturan Validasi

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

a. Memisah Volume pada *Vehicle Input* Disetiap Lengan

Pada saat *Input* volume di setiap lengan, penginputan kendaraan dipisah antara kendaraan MC dengan LV+HV dikarenakan posisi yang berada di Jl. *Ring Road* Barat yang posisi kendaraan MC dengan LV + HV terpisahkan dengan median, supaya perilaku kendaraan sesuai dengan kondisi di lapangan. Pengaturan *Vehicle Input* dapat dilihat pada Gambar 5.38 sebagai berikut ini.



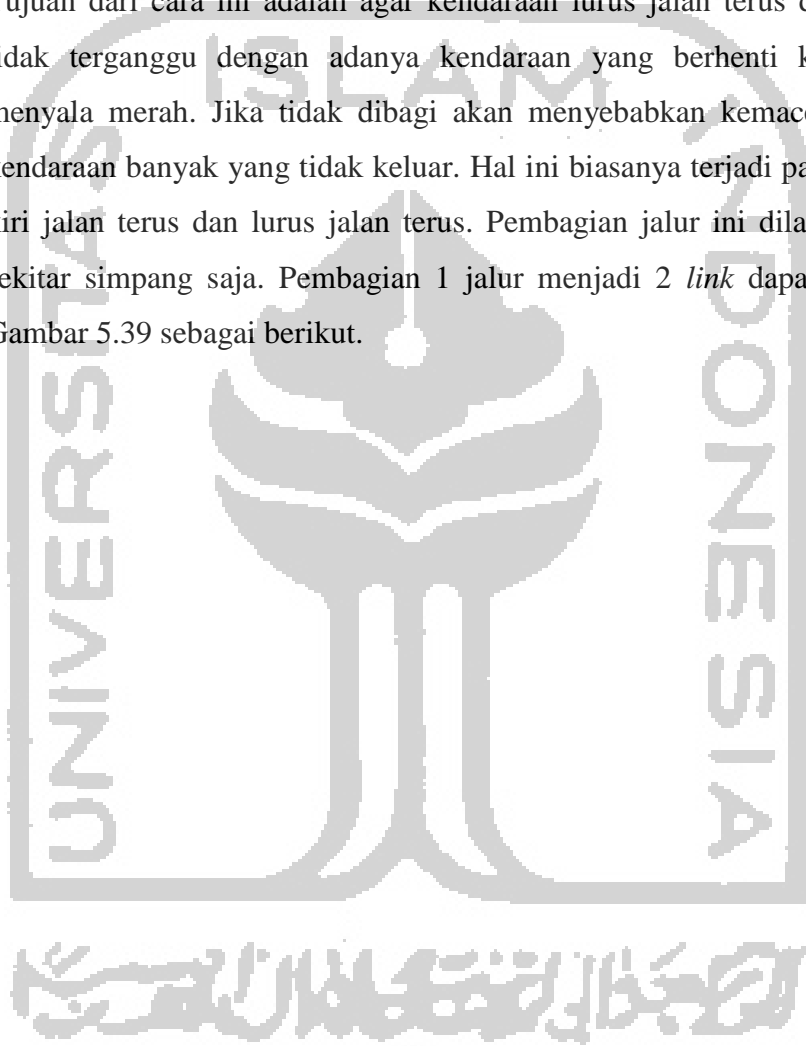
Gambar 5. 38 Peletakan Vehicle Input

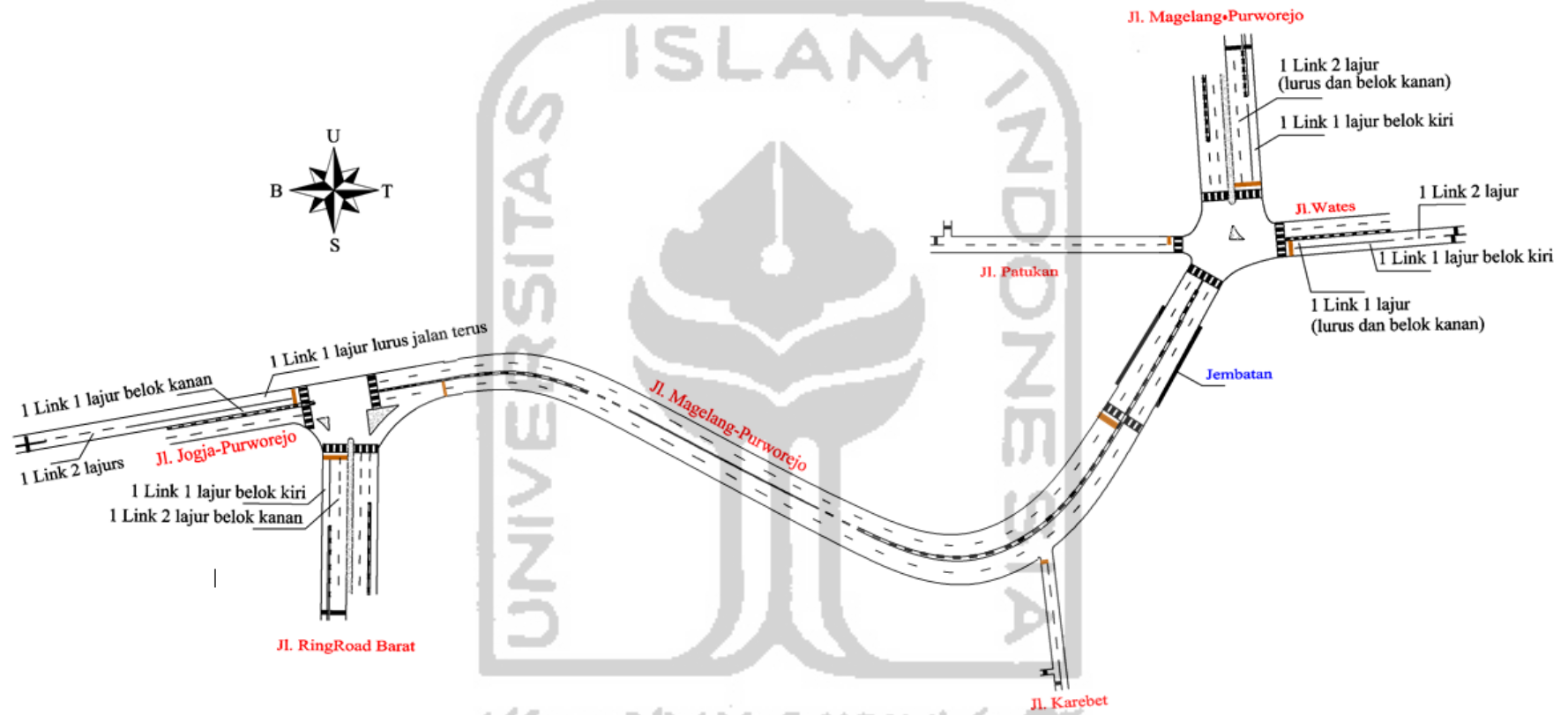
b. Penyesuaian *Link*

Pembuatan *Link* menyesuaikan disetiap lengannya, panjang *link* kurang lebih 500 m dari mulut simpang. Jika *link* terlalu panjang, maka ketika awal perhitungan *running* berjalan diawal waktu *DCP* akan menganggur karena menunggu kendaraan yang terlalu lama melewati *DCP* tersebut.

c. Membagi 1 Jalur Menjadi 2 *Link*

Tujuan dari cara ini adalah agar kendaraan lurus jalan terus dan ambil kiri tidak terganggu dengan adanya kendaraan yang 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 dan lurus jalan terus. Pembagian jalur ini dilakukan di titik sekitar simpang saja. Pembagian 1 jalur menjadi 2 *link* dapat dilihat pada Gambar 5.39 sebagai berikut.





Gambar 5. 39 Pembagian 1 Jalur Menjadi 2 Link

5.2.2 Hasil Evaluasi Menggunakan Software VISSIM

Untuk membuat pemodelan VISSIM yang dapat mewakili kondisi di lapangan maka diperlukan kalibrasi, yang dilakukan pada *Menu Driving Behaviour* yang masih di *setting* secara *default* oleh VISSIM. Komponen-komponen *Driving Behaviour* secara *default* memang 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 *Driving Behaviour* yang pertama di *setting* adalah perilaku *Car Following* atau jarak antar kendaraan. Apabila perilaku *Car Following* yang telah dikalibrasi masih terdapat perbedaan besar dengan lapangan, maka dilanjutkan ke komponen *Lateral* dengan mengganti *Desired Position at Free Flow* dari semula *Middle of Lane* menjadi *Any* untuk membuat perilaku mengemudi mempunyai agresivitas yang lebih tinggi. Komponen *Driving Behaviour* yang dirubah pada kalibrasi dalam dilihat pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Tabel *Driving Behaviour* untuk kalibrasi

Kalibrasi ke-	Parameter yang Diubah	Komponen yang diubah	Nilai	
			Default Vissim	Sesudah Kalibrasi
1.	<i>Car Following</i>	<i>Average Standstill Distance</i>	2 m	0,5 m
2.		<i>Additive Part of Safety Distance</i>	2 m	0,8 m
3.		<i>Multiplicative Part of Safety Distance</i>	3 m	1 m
4.	<i>Lateral</i>	<i>Desired Position at Free Flow</i>	<i>Middle of Lane</i>	<i>Any</i>
5.		<i>Minimum Distance Standing</i>	1 m	0,5 m
6.		<i>Minimum Distance Driving</i>	1 m	0,8 m

Langkah kalibrasi yang pertama adalah dengan mengubah nilai *Average Standstill Distance* pada komponen *Car Following* atau jarak henti rata-rata antar kendaraan dari setting default 2 meter menjadi 0,5 meter, hal ini dikarenakan

mayoritas kendaraan yang ada di lokasi penelitian adalah sepeda motor yang memiliki jarak henti rapat.

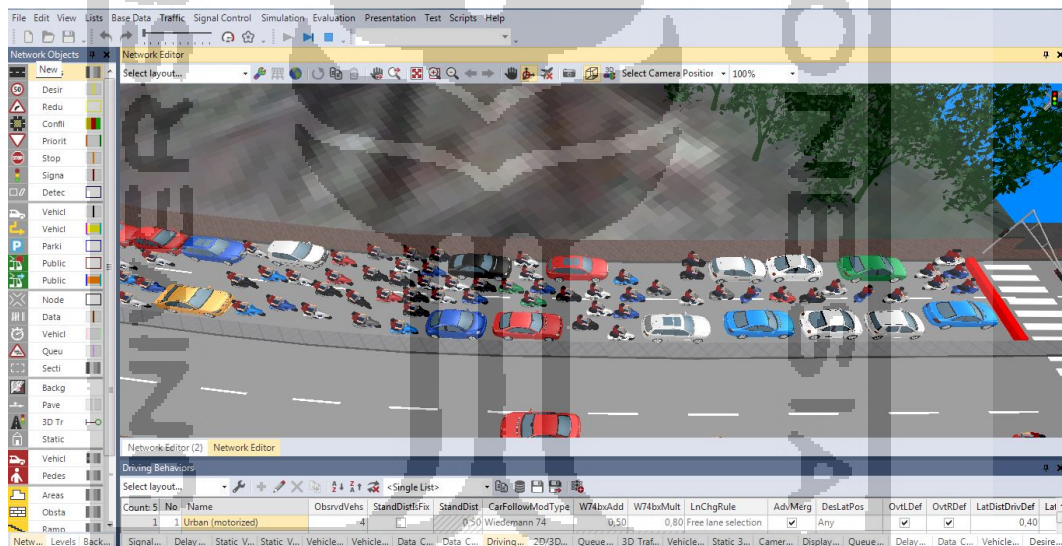
Kalibrasi yang kedua adalah dengan mengubah komponen *Additive Part of Safety Distance* yaitu nilai yang digunakan pada jarak aman antar kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 0,8 m. Kalibrasi yang ketiga dengan mengubah komponen *Multiplicative Part of Safety Distance* yaitu nilai kelipatan jarak aman dari pembuntutan kendaraan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nilai jarak aman yang sering muncul adalah 1-2 m, yang mana pada kalibrasi ketiga digunakan nilai 1 m. Pengubahan nilai pada komponen *Car Following* tidak dapat dilakukan lagi, karena apabila dirubah pada nilai yang rendah lagi pemodelan *VISSIM* tidak akan mewakili kondisi lapangan.

Kalibrasi selanjutnya dilakukan pada komponen *Lateral* dengan mengubah *Desired Position at Free Flow* menjadi *Any* dari yang semula *Middle of Lane* untuk meningkatkan agresivitas pengendara agar posisi kendaraan pada lajur menjadi bervariasi. Kalibrasi yang kelima dengan mengubah *Minimum Distance Standing*, yaitu jarak antar pengemudi secara berdampingan saat berhenti menjadi 0,5 m. Kalibrasi yang keenam dengan mengubah *Minimum Distance Driving*, yaitu jarak antar pengemudi secara berdampingan pada saat bergerak menjadi 0,8 m. Pengaturan komponen *Lateral* bertujuan agar diperoleh jarak yang lebih rapat antara kendaraan yang berdampingan.

Secara visualisasi, hasil pemodelan simulasi sebelum dikalibrasi dan setelah dikalibrasi ditampilkan pada Gambar 5.40 dan Gambar 5.41. Proses kalibrasi mempengaruhi jumlah kendaraan yang keluar dan juga mempengaruhi panjangnya antrian seperti pada gambar-gambar tersebut.



Gambar 5.40 Sebelum Proses Pengaturan Kalibrasi



Gambar 5.41 Setelah Proses Pengaturan Kalibrasi

Setelah proses kalibrasi berakhir, validasi dilakukan untuk menguji kebenaran kalibrasi yang telah dilakukan berdasarkan volume yang keluar dan volume yang di *input* ke dalam program VISSIM. Hasil validasi ditunjukkan dalam Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5. 50 Hasil Evaluasi Volume VISSIM Sesudah Kalibrasi

Lokasi	Lengan	Volume Lapangan (Kend /Jam)	Volume Vissim (Kend/Jam)	GEH (%)	Keterangan
Simpang 1	Timur	3150	3135	0,275	OK
	Selatan	2571	2172	8,202	OK
	Barat	5721	5186	7,247	OK
Gang	Gang	442	440	0,095	OK
Simpang 2	Utara	2831	2647	3,508	OK
	Timur	3226	2817	7,437	OK
	Barat	2655	2318	6,758	OK
	Selatan	4884	4276	8,981	OK

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan jumlah kendaraan antara data yang diinput dengan data yang keluar namun tidak signifikan dan masih dapat ditoleransi dengan nilai selisih di bawah 10 %. Validasi yang kedua dilakukan dengan membandingkan data travel time lapangan dengan data travel time hasil evaluasi VISSIM. Hasil validasi kedua dengan parameter travel time ditunjukkan dalam Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.61 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Eksisting

Lokasi	Lengan	Veh Delay (all) (s)	Qlen (m)	Level of Services (LoS)
Simpang 1	Timur	42,724	28,146	B
	Selatan	53,664	164,816	E
	Barat	21,825	297,730	C
Simpang 2	Utara	42,294	116,326	E
	Timur	33,688	254,794	D
	Barat	63,383	397,208	F
	Selatan	374,333	402,834	C

Tabel 5.72 Nilai Tundaan, Kecepatan dan Panjang Antrian Untuk Antar Simpang Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Eksisting

Rute	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Qlen (m)</i>	<i>Level of Services (LoS)</i>
Simpang 1 ke Simpang 2	374,333	25,169	402,834	F
Simpang 2 ke Simpang 1	42,724	43,354	28,146	E

Pada simpang 1 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Timur panjang antrian sebesar 28,146 m, Selatan 164,816 m dan Barat 297,730 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 1 yaitu lengan Timur 42,168 detik (simpang 2 ke simpang 1) , Selatan 53,664 detik, dan Barat 21,825 detik.

Pada simpang 2 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada arah Utara sebesar 116,326 m, Timur 254,794 m, Barat 397,208 m dan Selatan 402,834 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 2 yaitu arah Utara 42,294 detik, Selatan 374,333 detik (simpang 1 ke simpang 2), Timur 33,688 detik, dan Barat 63,383 m.

Berdasarkan Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, tingkat Simpang 1 yaitu Simpang Gamping pada arah Timur yaitu B, Selatan yaitu F, dan Barat yaitu B. Untuk Simpang 2 yaitu Simpang Pelem Gurih pelayanannya pada masing-masing adalah Utara yaitu E, Timur yaitu D, Selatan yaitu C, Barat F.

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 eksisting. Setelah itu, dilakukan *trial* waktu siklus pada perancangan koordinasi sinyal antar simpang serta alternatif lainnya.

5.3.1 Alternatif Pemecahan 1

Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang pertama dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi. Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata-rata eksisting yang didapat dari *VISSIM* pada arah

simpang 1 ke simpang 2 sebesar 25,169 km/jam dan sebaliknya dari arah simpang 2 ke simpang 1 sebesar 43,354 km/jam, dengan kecepatan ini maka akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan terakhir dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau, jadi tidak perlu menunggu dalam sinyal merah selama satu siklus lagi. Waktu tempuh dari Simpang 1 ke Simpang 2 dan dari Simpang 2 ke Simpang 1 adalah.

$$t = \text{Jarak} : \text{Kecepatan}$$

$$t_1 = (0,55 \text{ km} : 25,169 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 78,668 \text{ detik}$$

$$t_2 = (0,55 \text{ km} : 43,354 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 45,671 \text{ detik}$$

dengan :

$$t_1 = \text{Waktu tempuh Simpang 1 ke Simpang 2}$$

$$t_2 = \text{Waktu tempuh Simpang 2 ke Simpang 1}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu tempuh untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Skenario selanjutnya yaitu dilakukan menggunakan *trial* waktu siklus.

Pengaturan fase Simpang 1 dengan tiga fase berbeda dengan kondisi eksisting, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Selatan, waktu hijau 39 detik
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 65 detik dan
- c. fase 3 : lengan Barat ke Selatan, waktu hijau 42 detik.

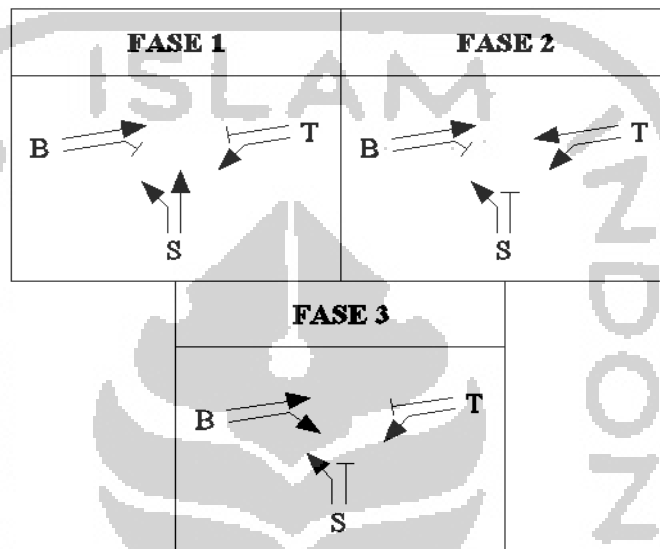
Pengaturan fase Simpang 2 sama dengan kondisi eksisting dengan 4 fase, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Utara, waktu hijau 27 detik,
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 27 detik,
- c. fase 3 : lengan Barat, waktu hijau 30 detik dan
- d. fase 4 : lengan Selatan, waktu hijau 56 detik.

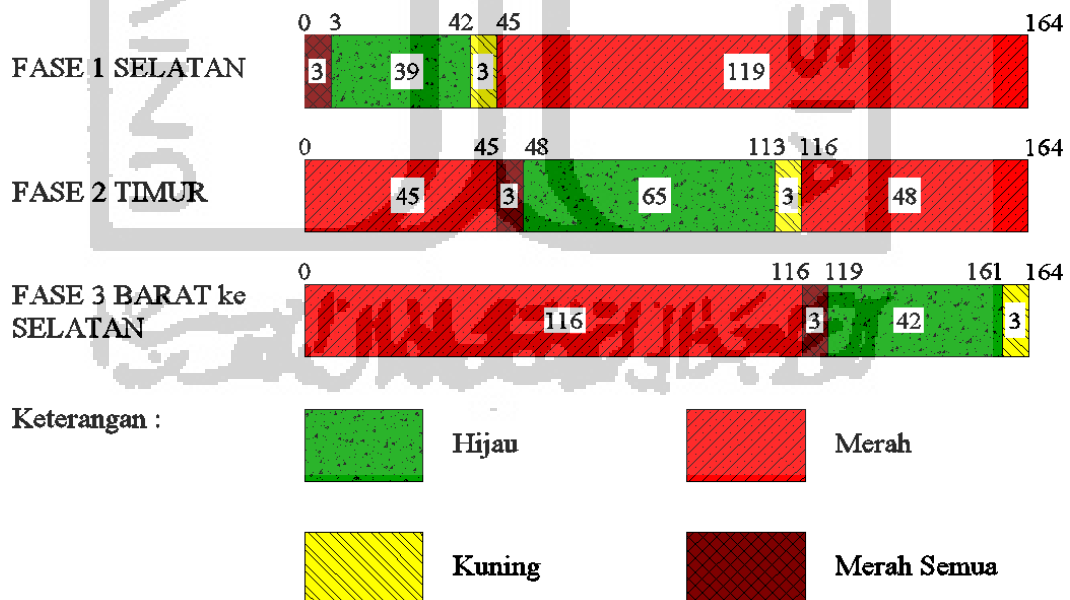
Berikut ini adalah data waktu siklus serta gambar fase dapat dilihat pada Tabel 5.13- Tabel 5.14 dan Gambar 5.42 – Gambar 5.45 sebagai berikut.

Tabel 5. 83 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
S	39	3	119	3	164
T	65	3	93	3	164
B ke S	42	3	116	3	164



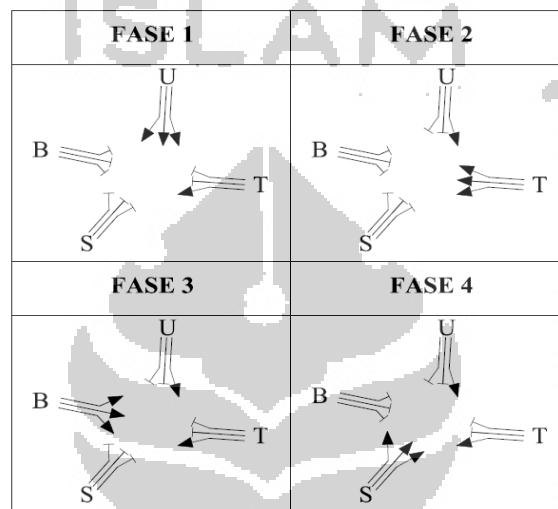
Gambar 5.42 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Simpang 1



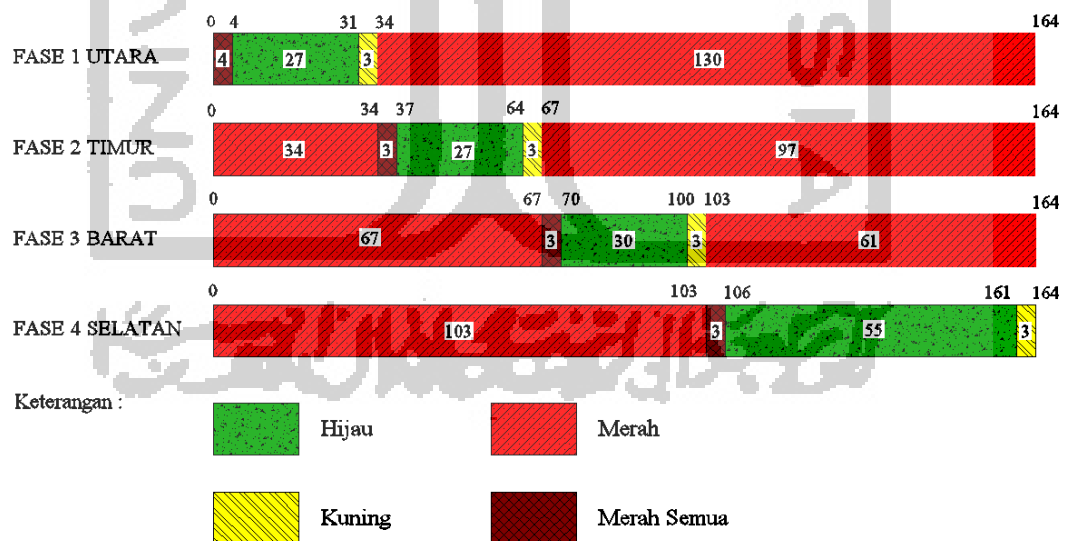
Gambar 5.43 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1

Tabel 5. 94 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 1 Periode Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara	27	3	113	3	164
Timur	27	3	113	3	
Barat	30	3	110	3	
Selatan	55	3	84	4	



Gambar 5. 354 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 1 Simpang 2

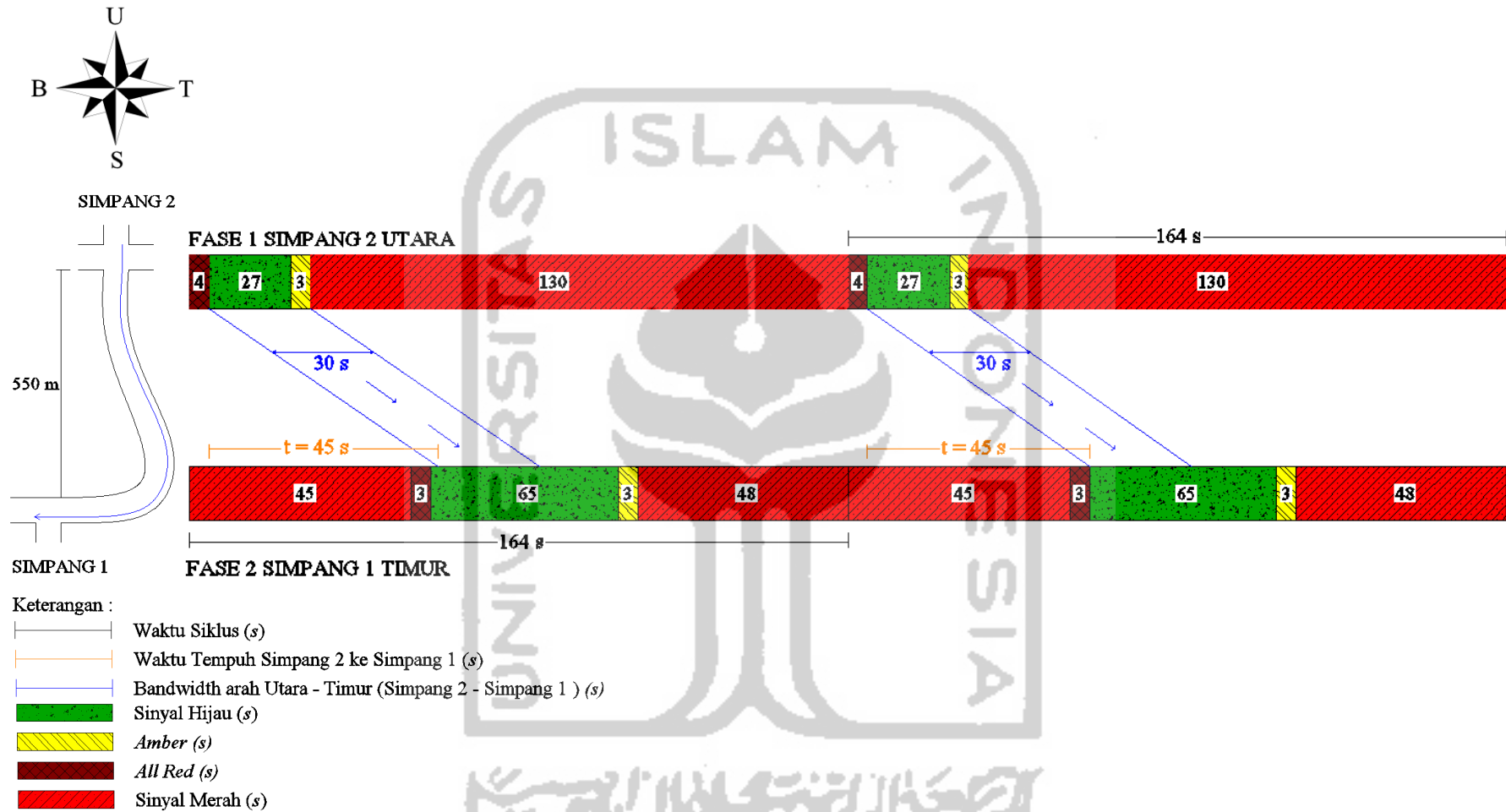


Gambar 5.45 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam pembuatan diagram koordinasi sama dengan besarnya *bandwidth* kondisi eksisting yaitu sebesar 30 detik untuk

arah Utara 2 ke Timur 1 dan untuk Barat 1 ke Selatan 2 (rute Simpang 1–Simpang 2) di karenakan jalan terus tidak terkena waktu signal tidak perlu di koordinasikan. Waktu siklus yang digunakan pada simpang 1 adalah sebesar 164 detik dan simpang 2 sebesar 164 detik yang merupakan waktu siklus *trial*. Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.46 sebagai berikut.





Gambar 5. 366 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 1 Simpang 2 – Simpang 1

Dari alternatif pertama didapatkan hasil evaluasi tundaan, panjang antrian dan Kecepatan pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 sebagai berikut.

Tabel 5. 15 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Panjang Antrian dan Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Alternatif 1

Lokasi	Lengan	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Qlen (m)</i>	<i>Level of Services (LoS)</i>
Simpang 1	Timur	49,790	44,910	E
	Selatan	56,440	142,700	E
	Barat	18,360	121,760	C
Simpang 2	Utara	39,550	132,100	D
	Timur	41,240	262,270	E
	Barat	61,180	390,950	F
	Selatan	346,580	401,320	F

Tabel 5. 106 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Kecepatan Dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1

Rute	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Qlen (m)</i>	<i>Level of Services (LoS)</i>
Simpang 1 ke Simpang 2	346,580	24,180	401,320	F
Simpang 2 ke Simpang 1	49,790	42,340	44,910	E

Pada simpang 1 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Timur sebesar 44,910 m, Selatan 142,700 m dan Barat ke selatan 121,760 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 1 yaitu arah Timur 49,79 detik, Selatan 56,440 detik, dan 18,360 detik.

Pada simpang 2 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada arah Utara sebesar 132,100 m, Timur 262,270 m, Barat 390,950 m dan Selatan 401,320 m. Sedangkan nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 2 yaitu arah Utara 39,550 detik, Timur 41,240 detik, Barat 61,18 detik, dan Selatan 346,580 m.

Berdasarkan Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, tingkat Simpang 1 yaitu Simpang Gamping pada arah Timur yaitu E, Selatan yaitu E, dan Barat yaitu C.

Untuk Simpang 2 yaitu Simpang Pelem Gurih pelayanannya pada masing-masing adalah Utara yaitu D, Timur yaitu E, Barat yaitu F, Selatan yaitu F.

Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam puncak dari lengan Barat Simpang 1 menuju ke lengan Selatan Simpang 2 sebesar 24,180 km/jam dengan tingkat pelayanan F, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Utara Simpang 2 menuju ke lengan Timur Simpang 1 sebesar 42,340 km/jam dengan tingkat pelayanan E.

5.3.2 Alternatif Pemecahan 2

Alternatif perancangan koordinasi sinyal antar simpang yang kedua dilakukan dengan pembuatan diagram koordinasi dan larangan belok kanan dari lengan Utara ke Barat pada simpang 2. Dalam perencanaan ini, digunakan kecepatan rata-rata eksisting yang didapat dari *VISSIM* pada arah simpang 1 ke simpang 2 sebesar 25,169 km/jam dan sebaliknya dari arah simpang 2 ke simpang 1 sebesar 43,354 km/jam, dengan kecepatan ini maka akan didapat waktu *offset* yang cukup panjang, sehingga kendaraan terakhir dalam *platoon* masih memiliki kesempatan untuk mendapat sinyal hijau, jadi tidak perlu menunggu dalam sinyal merah selama satu siklus lagi. Waktu tempuh dari Simpang 1 ke Simpang 2 dan dari Simpang 2 ke Simpang 1 adalah.

$$t = \text{Jarak} : \text{Kecepatan}$$

$$t_1 = (0,55 \text{ km} : 25,169 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 78,668 \text{ detik}$$

$$t_2 = (0,55 \text{ km} : 43,354 \text{ km/jam}) \times 3600 \text{ detik}$$

$$= 45,671 \text{ detik}$$

dengan :

$$t_1 = \text{Waktu tempuh Simpang 1 ke Simpang 2}$$

$$t_2 = \text{Waktu tempuh Simpang 2 ke Simpang 1}$$

Waktu tempuh di atas digunakan sebagai waktu tempuh untuk menggambarkan lintasan pergerakan *platoon* pada diagram koordinasi. Skenario selanjutnya yaitu dilakukan menggunakan *trial* waktu siklus.

Pengaturan fase Simpang 1 dengan tiga fase berbeda dengan kondisi eksisting, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Selatan, waktu hijau 37 detik
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 63 detik dan
- c. fase 3 : lengan Barat ke Selatan, waktu hijau 40 detik.

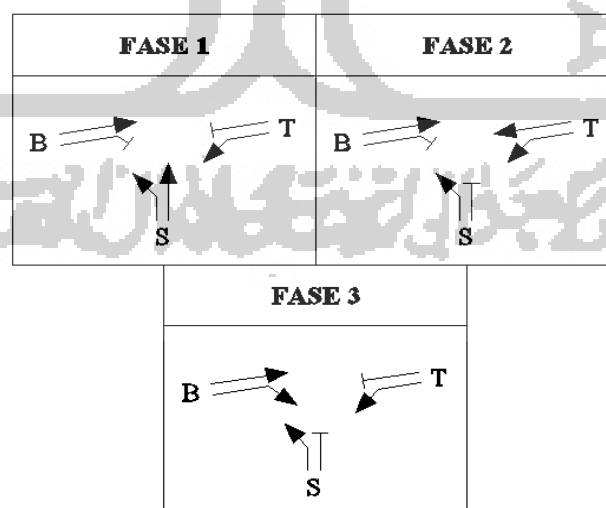
Pengaturan fase Simpang 2 sama dengan kondisi eksisting dengan 4 fase, meliputi :

- a. fase 1 : lengan Utara bergerak bersamaan dengan lengan Selatan ambil kiri dan lurus, waktu hijau 28 detik,
- b. fase 2 : lengan Timur, waktu hijau 19 detik,
- c. fase 3 : lengan Barat, waktu hijau 40 detik dan
- d. fase 4 : lengan Selatan, waktu hijau 47 detik.

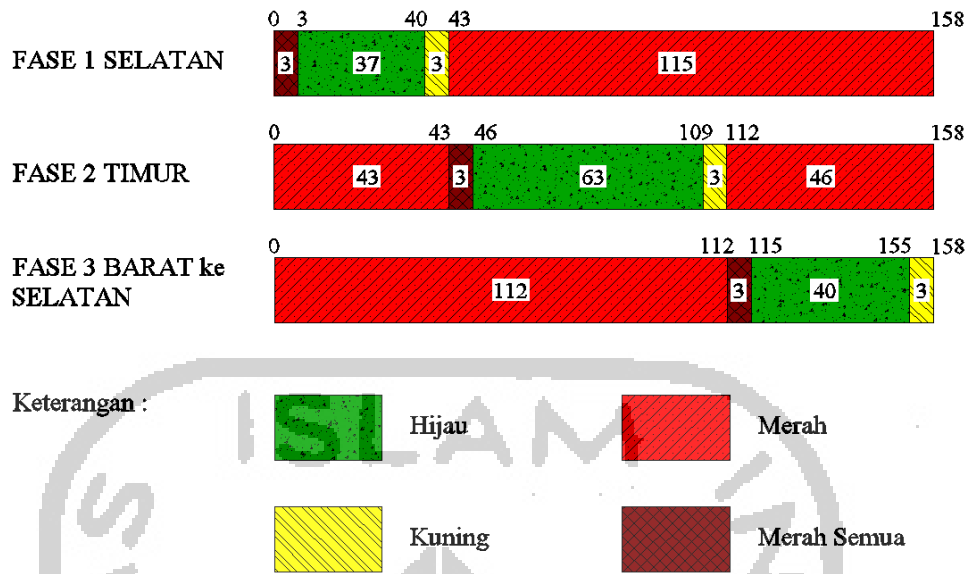
Berikut ini adalah data waktu siklus serta gambar fase dapat dilihat pada Tabel 5.17- Tabel 5.18 dan Gambar 5.47 – Gambar 5.50 sebagai berikut.

Tabel 5. 117 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
S	37	3	115	3	158
T	63	3	89	3	158
B ke S	40	3	116	3	158



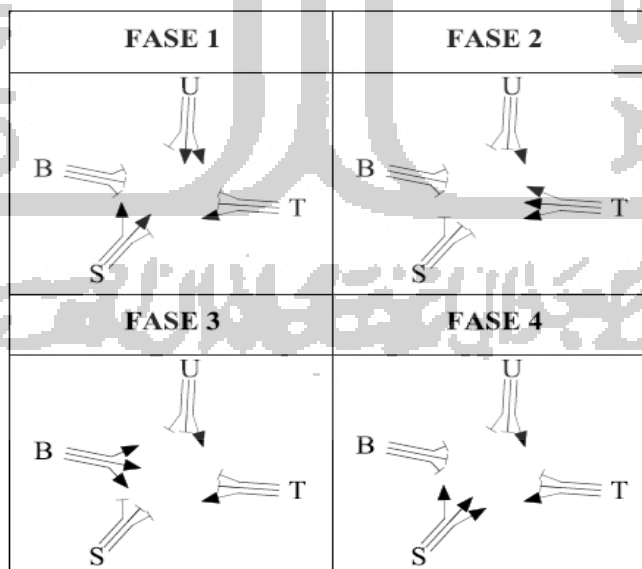
Gambar 5. 377 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Simpang 1



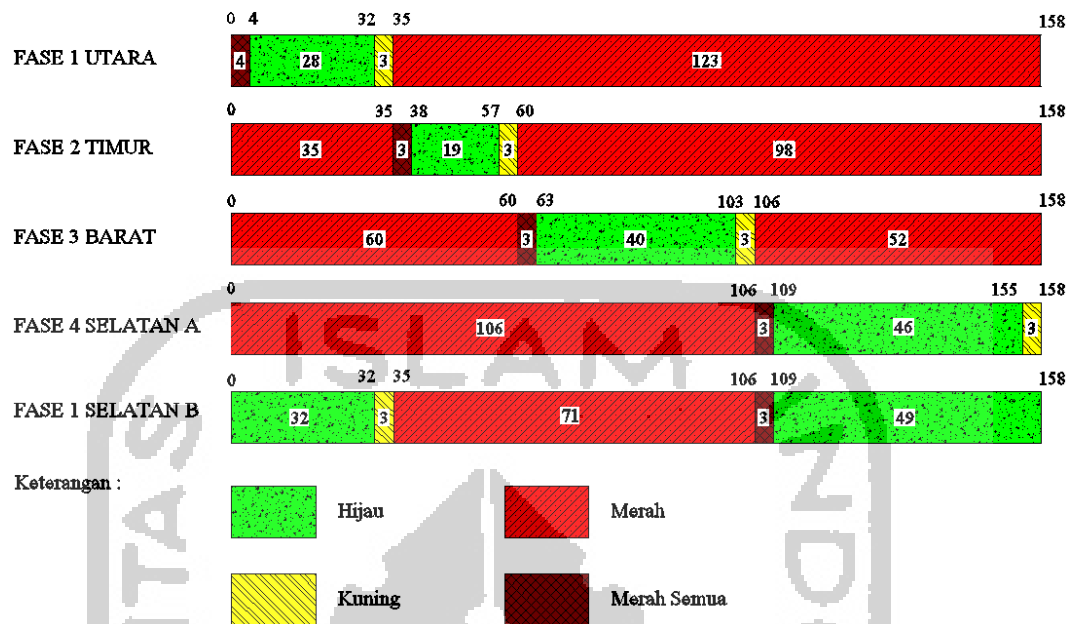
Gambar 5. 48 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 1

Tabel 5. 128 Data Sinyal Lalu Lintas Alternatif 2 Periode Simpang 1

Kode Pendekat	Waktu Nyala (detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
Utara	28	3	124	3	158
Timur	19	3	133	3	
Barat	40	3	112	3	
Selatan	46	3	105	4	

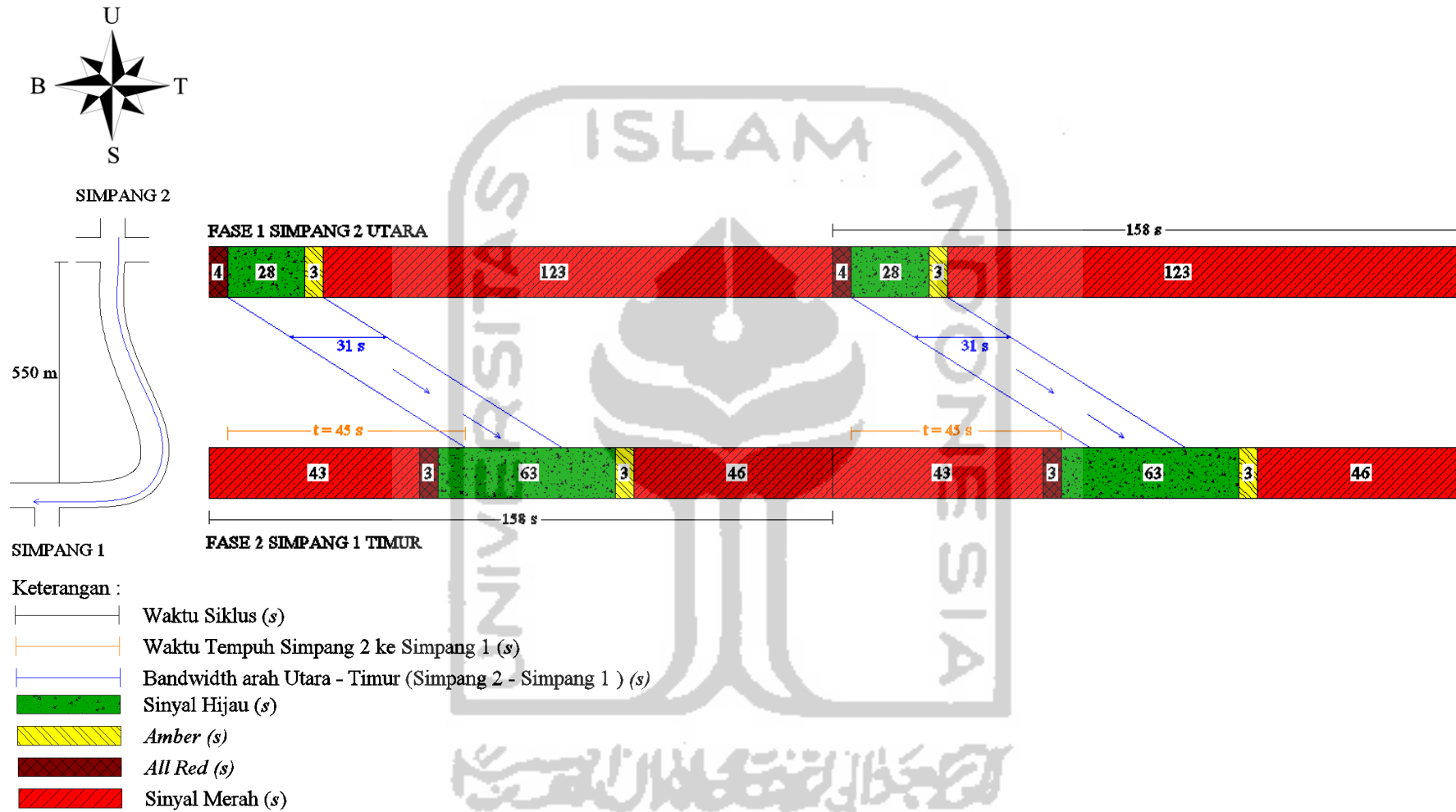


Gambar 5. 389 Pengaturan Fase Lalu Lintas Alternatif 2 Simpang 2



Gambar 5. 50 Diagram Sinyal Lalu Lintas Simpang 2

Besarnya *bandwidth* yang digunakan dalam pembuatan diagram koordinasi sebesar 31 detik untuk arah Utara 2 ke Timur 1 dan untuk Barat 1 ke Selatan 2 (rute Simpang 1–Simpang 2) di karenakan jalan terus tidak terkena waktu signal tidak perlu di koordinasikan. Waktu siklus yang digunakan pada simpang 1 adalah sebesar 158 detik dan simpang 2 sebesar 158 detik yang merupakan waktu siklus di lapangan. Berikut ini adalah gambar diagram koordinasi Alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 5.51 sebagai berikut.



Gambar 5. 391 Diagram Sinyal Sesudah Dikoordinasi Kondisi Alternatif 2 Simpang 2 – Simpang 1

Dari alternatif pertama didapatkan hasil evaluasi tundaan, panjang antrian dan Kecepatan dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 sebagai berikut.

Tabel 5. 19 Nilai Tundaan, Panjang Antrian dan Hasil Evaluasi VISSIM Kondisi Alternatif 2

Lokasi	Lengan	<i>Veh Delay</i> (<i>all</i>) (s)	<i>Qlen</i> (m)	<i>Level of Services</i> (<i>LoS</i>)
Simpang 1	Timur	26,003	20,168	D
	Selatan	45,096	135,958	E
	Barat	15,603	148,796	C
Simpang 2	Utara	40,293	125,624	E
	Timur	46,104	266,658	E
	Barat	42,282	379,285	E
	Selatan	104,961	219,901	F

Tabel 5.20 Nilai Tundaan, Waktu Tempuh, Kecepatan Dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2

Rute	<i>Veh Delay</i> (<i>all</i>) (s)	<i>Speed</i> <i>Avg. Arith</i> (<i>All</i>)	<i>Qlen</i> (m)	<i>Level of Services</i> (<i>LoS</i>)
Simpang 1 ke Simpang 2	104,961	33,777	219,901	E
Simpang 2 ke Simpang 1	26,003	43,194	20,168	E

Pada simpang 1 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada lengan Selatan sebesar 135,958 m, timur 20,168 m dan Barat ke selatan 148,796 m. Sedangkan untuk nilai tundaan pada periode jam puncak dari pada Simpang 1 yaitu arah Timur 26,003 detik, Selatan 45,096 detik, dan 15,603 detik.

Pada simpang 2 memiliki nilai panjang antrian yaitu pada arah Utara sebesar 125,624 m, Timur 266,658 m, Barat 379,285 m dan Selatan 219,901 m. Sedangkan untuk nilai tundaan pada periode jam puncak dari Simpang 2 yaitu lengan Utara 40,293 detik, Timur 46,106 detik, Barat 42,282 detik, dan Selatan 104,961 m.

Berdasarkan Permenhub Nomor 96 Tahun 2015, tingkat Simpang 1 yaitu Simpang Gamping pada arah Timur yaitu D, Selatan yaitu E, dan Barat yaitu C.

Untuk Simpang 2 yaitu Simpang Pelem Gurih pelayanannya pada masing-masing adalah Utara yaitu E, Timur yaitu E, Barat yaitu E, Selatan yaitu F.

Nilai kecepatan perjalanan rata-rata pada periode jam puncak dari lengan Barat Simpang 1 menuju ke lengan Selatan Simpang 2 sebesar 33,777 km/jam dengan tingkat pelayanan E, sedangkan kecepatan perjalanan rata-rata dari lengan Utara Simpang 2 menuju ke lengan Timur Simpang 1 sebesar 43,194 km/jam dengan tingkat pelayanan E.

5.4 Pembahasan Kinerja Perancangan Koordinasi

Kinerja yang direncanakan adalah kinerja kedua simpang, terlebih yang terdapat pada arus utama (jl. Magelang – Purworejo) dari Barat Simpang 1 – Selatan Simpang 2 dan dari Utara Simpang 2 – Timur Simpang 1. Berikut ini rekapitulasi nilai tundaan, panjang antrian dan kecepatan.

5.4.1 Perbandingan Panjang Antrian (*Qlen*) Hasil Koordinasi Antara Simpang

Berikut ini adalah perbandingan hasil rekapitulasi panjang antrian kondisi ekisting dengan perancangan koordinasi sinyal kedua simpang tersebut dapat di lihat pada Tabel 5.21 sebagai berikut .

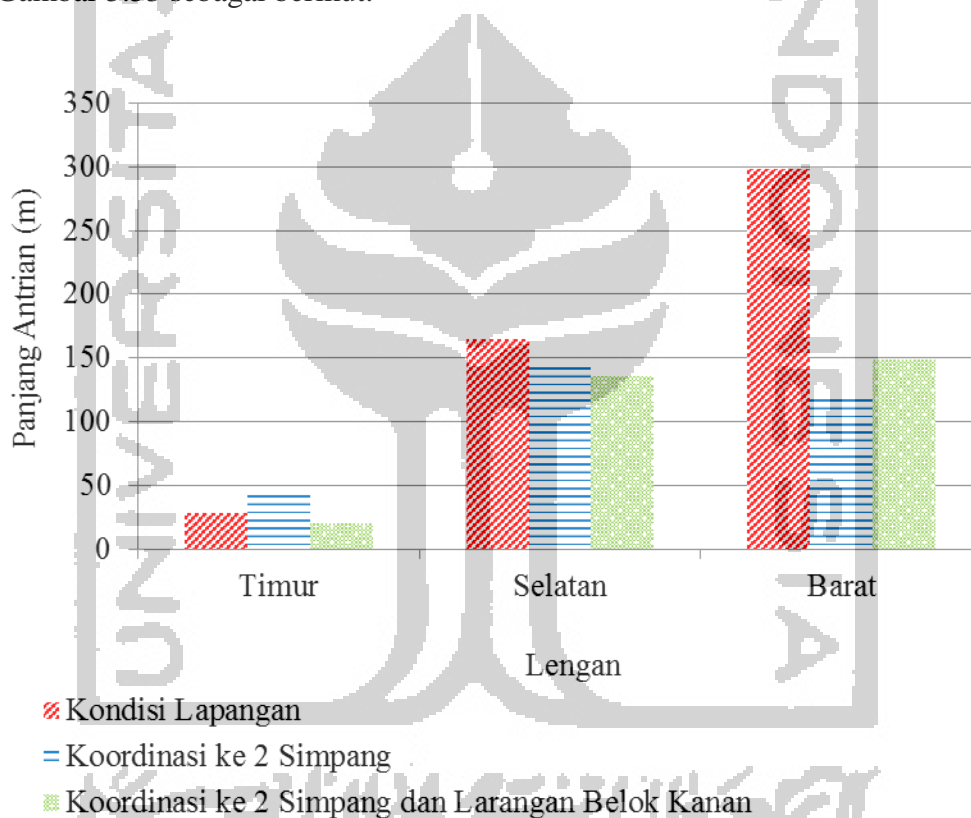
Tabel 5. 131 Rekapitulasi Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM

Lokasi	Lengan	Eksisting	Alternatif 1		Alternatif 2	
		<i>Qlen</i> (m)	<i>Qlen</i> (m)	Selisih (%)	<i>Qlen</i> (m)	Selisih (%)
Simpang 1	Timur	28,146	44,910	-60	20,168	28
	Selatan	164,816	142,700	13	135,958	18
	Barat	297,730	121,760	59	148,796	50
Simpang 2	Utara	116,326	132,100	-14	125,624	-8
	Timur	254,794	262,270	-3	266,658	-5
	Barat	397,208	390,950	2	379,285	5
	Selatan	402,834	401,320	0,4	219,901	45

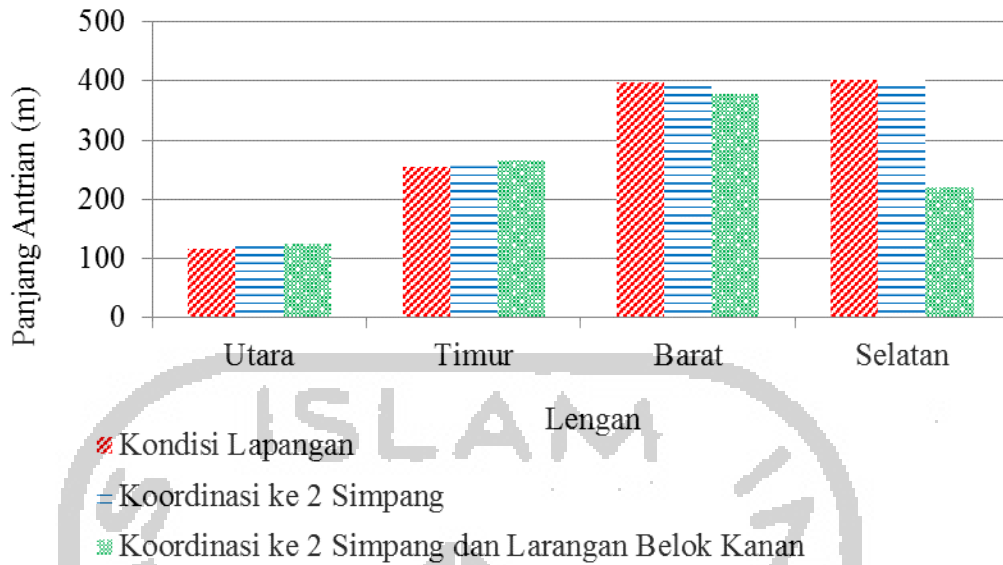
Berdasarkan hasil dari tabel 5.19 di atas, pada alternatif pertama panjang antrian mengalami peningkatan di Simpang 1 yaitu lengan Timur sebesar 60%, sedangkan pada lengan Timur dan Barat (arah Barat ke Selatan) mengalami peningkatan sebesar 13% dan 59 %. Di Simpang 2 lengan yang mengalami

peningkatan panjang antrian yaitu lengan Utara sebesar 14% dan Timur 3%, sedangkan pada lengan lain mengalami penurunan yaitu Barat hanya 2% dan Selatan 0,4% saja.

Pada alternatif kedua di Simpang 1 panjang antrian mengalami penurunan di semua lengan yaitu Timur sebesar 28%, Selatan 18% dan, Barat (arah Barat ke selatan) 50%, sedangkan di Simpang 2 lengan Utara dan Timur mengalami peningkatan sebesar 8% dan 5%, sedangkan di Simpang 2 pada lengan yang lain mengalami penurunan panjang antrian yaitu Selatan 45%, dan Barat 5%. Grafik hasil perbandingan ketiga analisis tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.52 – Gambar 5.53 sebagai berikut.



Gambar 5. 402 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrian Simpang 1



Gambar 5. 413 Diagram Perbandingan Nilai Panjang Antrian Simpang 2

5.4.2 Perbandingan Tundaan (*Veh Delay*) Hasil Koordinasi Antar Simpang

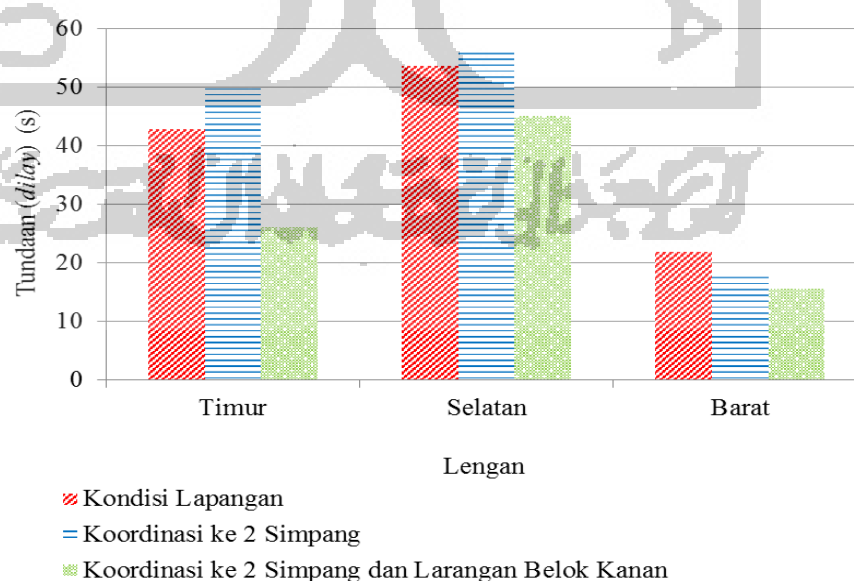
Berikut ini adalah hasil dari evaluasi nilai tundaan dari koordinasi sinyal antara simpang bersinyal hingga penilaian kinerja pelayanan (*Level of Services (LOS)*) dari lengan kedua simpang tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut.

Tabel 5. 142 Rekapitulasi Tundaan Hasil Evaluasi VISSIM

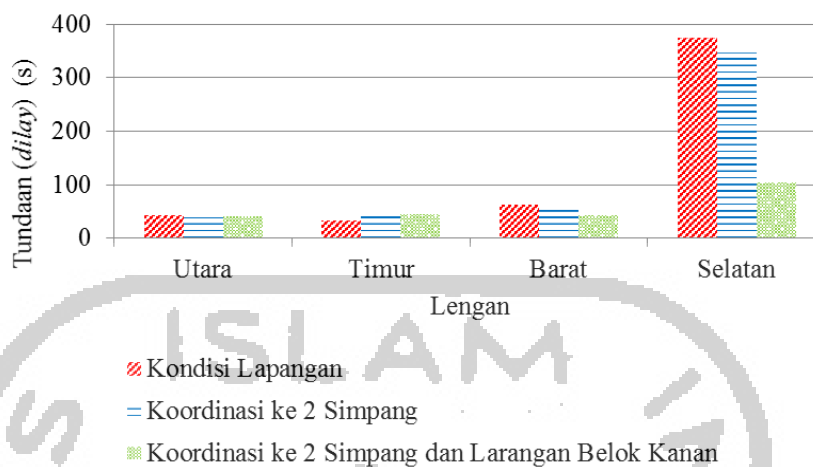
Lokasi	Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
		<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)	<i>Veh Delay (all) (s)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)
Simpang 1	Timur	42,724	E	49,790	E	-17	26,003	D	39
	Selatan	53,664	E	56,440	E	-5	45,096	E	16
	Barat	21,825	C	18,360	C	16	15,603	C	29
Simpang 2	Utara	42,294	E	39,550	D	6	40,293	E	5
	Timur	33,688	D	41,240	E	-22	46,104	E	-37
	Barat	63,383	F	61,180	F	3	42,282	E	33
	Selatan	374,333	F	346,580	F	7	104,961	F	72

Berdasarkan Tabel 5.23 di atas, untuk nilai tundaan pada Alternatif pertama mengalami peningkatan pada lengan Utara sebesar 17% untuk tingkat pelayanannya E tidak ada perubahan sama sekali begitu juga dengan lengan Selatan 5% (E), lengan Barat (arah Barat ke Selatan) mengalami penurunan sebesar 16% tetapi tidak merubah tingkat pelayanannya (C). Di Simpang 2 lengan Utara mengalami penurunan sebesar 6% tingkat pelayanannya berubah dari E menjadi D, lengan Barat mengalami penurunan sebesar 3% tetapi tidak merubah tingkat pelayanannya (F), lengan Timur mengalami peningkatan sebesar 22% tingkat pelayanannya berubah dari D menjadi E, untuk lengan Selatan mengalami penurunan 7% tetapi tingkat pelayanannya tidak ada perubahan (F).

Pada Alternatif kedua untuk Simpang 1 mengalami peningkatan semua lengan untuk Timur sebesar 39%, Selatan 16% dan Barat (arah Barat ke Selatan) 29%, untuk tingkat pelayanan untuk lengan Timur dari E menjadi D, Selatan tidak ada perubahan sama sekali (E) dan Barat (arah Barat ke Selatan) tidak ada perubahan sama sekali (C). Di Simpang 2 lengan Utara mengalami penurunan sebesar 5%, lengan Barat 33%, lengan Selatan 72%, dan Lengan timur mengalami peningkatan 37%. Untuk tingkat pelayanannya di Simpang 2 pada lengan Utara tidak ada perubahan sama sekali (E), lengan Barat dari F menjadi E, lengan Selatan tidak ada perubahan sama sekali (F), dan untuk lengan Timur berubah dari D menjadi E. Gambar grafik berikut ini adalah hasil dari analisis tundaan dapat dilihat pada Gambar 5.54 – Gambar 5.55 sebagai berikut.



Gambar 5. 424 Diagram Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 1



Gambar 5. 435 Diagram Perbandingan Nilai Tundaan Simpang 2

5.4.3 Perbandingan Kecepatan (*Speed Average Arith*) Hasil Koordinasi Antar Simpang

Berikut ini adalah hasil evaluasi nilai kecepatan dari koordinasi antara simpang bersinyal untuk untuk rute Simpang 1 ke Simpang 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1. Rekapitulasi kecepatan hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 5.23 dan Tabel 5.24 sebagai berikut.

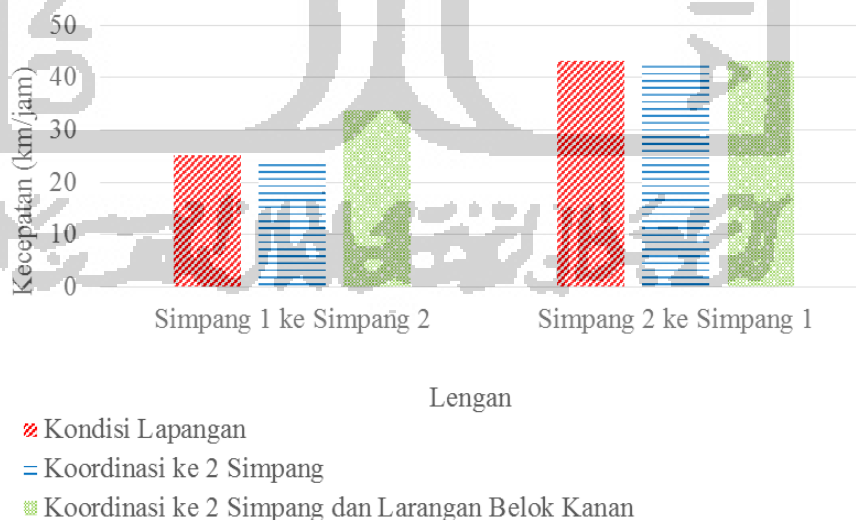
Tabel 5. 153 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 1

Rute	Eksisting		Alternatif 1		Selisih (%)
	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	
Simpang 1 ke Simpang 2	25,169	F	24,180	F	4
Simpang 2 ke Simpang 1	43,212	E	42,340	E	2

Tabel 5. 164 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Alternatif 2

Rute	Eksisting		Alternatif 2		
	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)
Simpang 1 ke Simpang 2	25,169	F	33,777	E	-34
Simpang 2 ke Simpang 1	43,212	E	43,194	E	0,04

Berdasarkan tabel di atas, untuk nilai Kecepatan alternatif pertama pada Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami penurunan kecepatan 4% tingkat pelayanan tidak berubah (F) dan untuk arah Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) mengalami penurunan kecepatan 2%, tingkat pelayanan tidak berubah (E). Hasil evaluasi nilai kecepatan alternatif 2 pada Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami peningkatan nilai kecepatan 34%, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan untuk arah Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) mengalami penurunan nilai kecepatan sebesar 0,04%, tingkat pelayanan tidak ada perubahan (E). Hasil evaluasi dari perbandingan nilai kecepatan ketiga analisis dapat dilihat pada Gambar 5.56 sebagai berikut.



Gambar 5. 446 Diagram Perbandingan Nilai Kecepatan Perjalanan Rata-Rata VISSIM

Dari perencanaan Alternatif 1 dan 2 pada jam puncak yang paling terbaik adalah alternatif kedua, dari alternatif 2 ini lebih mengutamakan perubahan lengan antar simpang yaitu Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1), hasil penurunan panjang antrian yang signifikan, serta tundaan yang mengalami penurunan sehingga kinerja pelayanan dari kedua simpang tersebut lebih bagus dari kondisi eksisting. Berdasarkan nilai tundaan tersebut didapat tingkat pelayanan pada Simpang pertama lengan Timur D, Selatan E dan Barat C dan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur E, Barat E dan Selatan sendiri tetap F hanya nilai panjang antrian, serta tundaan mengalami penurunan cukup signifikan. Jika di tinjau dari kecepatan antar simpang arah Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami kenaikan kecepatan dari yang semula 25,169 km/jam menjadi 33,777 km/jam, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan tingkat pelayanan arah Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) tidak mengalami perubahan (tingkat pelayanan E).

Rekapitulasi keseluruhan hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 5.25, Tabel 5.26 dan Tabel 5.27 sebagai berikut.



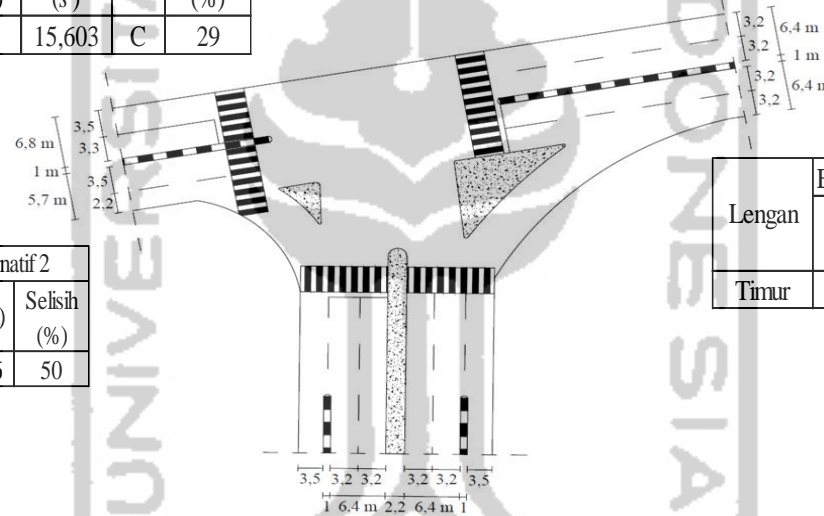
Tabel 5. 175 Rekapitulasi Tundaan dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM pada Simpang 1

Simpang 1

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Barat	21,825	C	18,360	C	16	15,603	C	29

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Timur	42,724	E	49,790	E	-17	26,003	D	39

Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	
Barat	297,730	121,760	59	148,796	50	



Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	
Timur	28,146	44,910	-60	20,168	28	

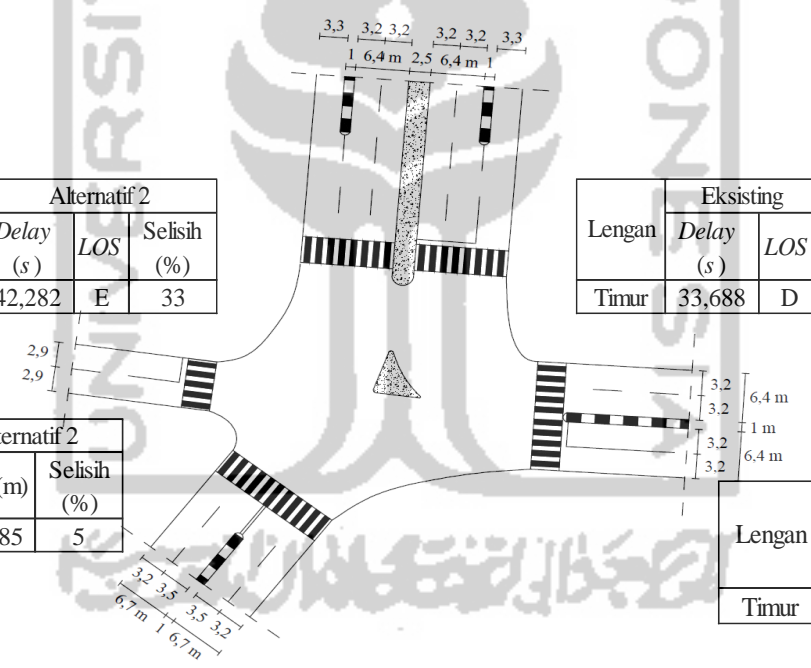
Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	
Selatan	164,816	142,700	13	135,958	18	

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Selatan	53,664	E	56,440	E	-5	45,096	E	16

Tabel 5. 186 Rekapitulasi Tundaan dan Panjang Antrian Hasil Evaluasi VISSIM pada Simpang 2

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Utara	42,294	E	39,550	D	6	40,293	E	5

Simpang 2



Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Barat	63,383	F	61,180	F	3	42,282	E	33

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Timur	33,688	D	41,240	E	-22	46,104	E	-37

Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)
Barat	397,208	2	390,950	5	379,285	5

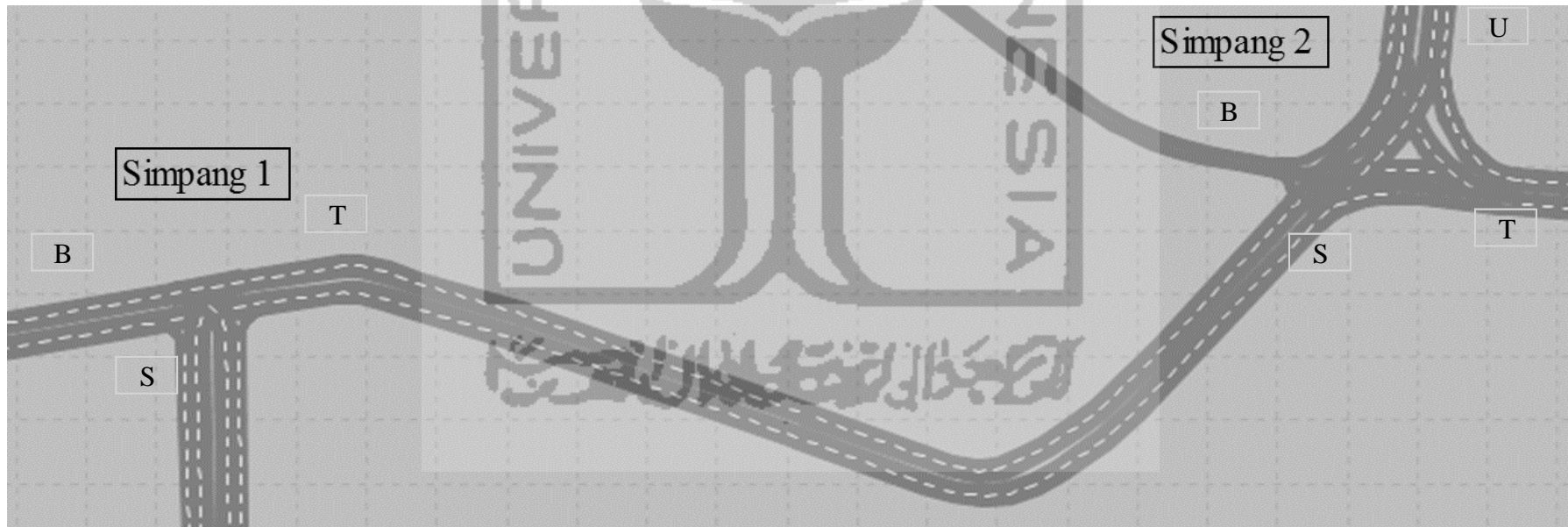
Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)
Timur	254,794	-3	262,270	-5	266,658	-5

Lengan	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	Delay (s)	LOS	Delay (s)	LOS	Selisih (%)	Delay (s)	LOS	Selisih (%)
Selatan	374,333	F	346,580	F	7	104,961	F	72

Lengan	Eksisting		Alternatif 1		Alternatif 2	
	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)	Qlen (m)	Selisih (%)
Selatan	402,834	0,4	401,320	45	219,901	45

Tabel 5. 197 Rekapitulasi Kecepatan Hasil Evaluasi VISSIM Antar Simpang

Rute	Eksisting		Alternatif 1			Alternatif 2		
	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)	<i>Speed Avg. Arith (All)</i>	<i>Level of Services (LOS)</i>	Selisih (%)
Simpang 1 ke Simpang 2	25,169	F	24,180	F	4	33,777	E	-34
Simpang 2 ke Simpang 1	43,212	E	42,340	E	2	43,194	E	0,04



BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

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

1. Pada evaluasi kedua simpang yang telah dianalisis ditemukan bahwa Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih belum terkoordinasikan. Sehingga Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih pada kondisi eksisting didapatkan nilai tingkat pelayanan menurut standar Peraturan Menteri Perhubungan No.96 Tahun 2015 yaitu tingkat pelayanannya di kedua simpang tersebut di setiap lengan pada Simpang pertama lengan Timur E, Selatan E dan Barat C, Sedangkan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur D, Barat F dan Selatan F.
2. Dari perencanaan Alternatif 1 dan 2 pada jam puncak yang paling terbaik adalah alternatif kedua, dari alternatif 2 ini lebih mengutamakan perubahan lengan antar simpang yaitu Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2 dan Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1), hasil penurunan panjang antrian yang signifikan, serta tundaan yang mengalami penurunan sehingga kinerja pelayanan dari kedua simpang tersebut lebih bagus dari kondisi eksisting. Berdasarkan nilai tundaan tersebut didapat tingkat pelayanan pada Simpang pertama lengan Timur D, Selatan E dan Barat C dan di Simpang 2 tingkat pelayanannya pada lengan Utara yaitu E, Timur E, Barat E dan Selatan (antar simpang arah Barat 1 ke Selatan 2) sendiri tetap F akan tetapi nilai panjang antrian menurun 45% dari 402,834 m menjadi 219,901 m, serta tundaan mengalami penurunan cukup signifikan sebesar 67% dari 402,116 detik menjadi 133,329 detik. Jika di tinjau dari kecepatan antar simpang arah Simpang 1 ke Simpang 2 (arah Barat 1 ke Selatan 2) mengalami kenaikan kecepatan dari yang semula 25,169 km/jam menjadi 33,777 km/jam, tingkat pelayanan mengalami perubahan dari F menjadi E, sedangkan tingkat pelayanan ruas antara Simpang 2 ke Simpang 1 (arah Utara 2 ke Timur 1) tidak mengalami perubahan (tingkat pelayanan E).

6.2 Saran

Dari kesimpulan di atas, maka dapat diajukan beberapa saran terkait dengan hasil penelitian dan pengembangan penelitian dengan menggunakan *software VISSIM* di masa depan untuk mendapatkan hasil yang lebih *valid* dan lebih baik, antara lain:

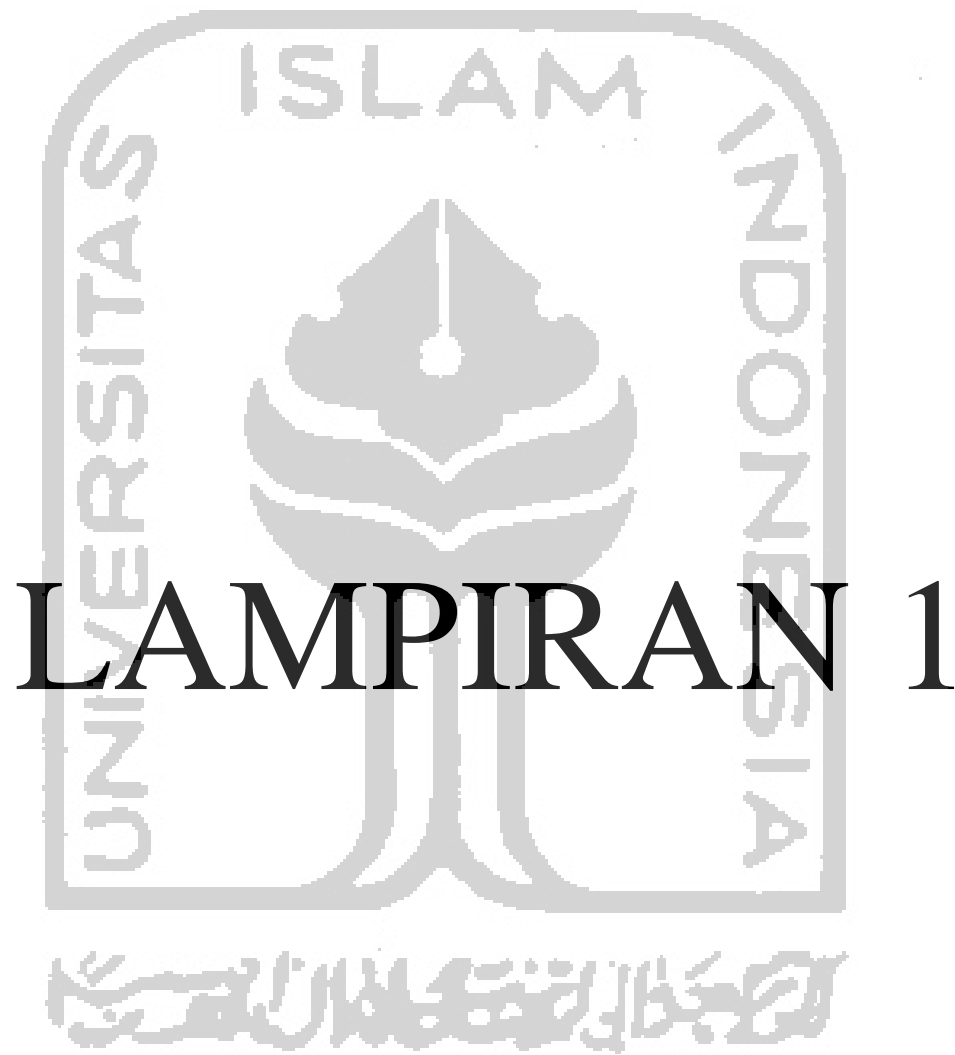
1. Penelitian dapat dilanjutkan dan dikembangkan dengan mempertimbangkan adanya pengaruh hambatan samping pada area sekitar Simpang Gamping dan Simpang Pelem Gurih, misalnya dengan memperhitungkan adanya parkir di pinggir jalan, pedagang kaki lima dan kendaraan keluar-masuk gang sehingga dapat memberi solusi atas kepadatan lalu lintas.
2. Melakukan survei kendaraan tidak bermotor (sepeda, becak, dokar dan sejenisnya) dan survei kendaraan yang putar arah di sekitaran simpang tersebut supaya hasil data survei yang diperoleh lebih akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 2001. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 4th ed. Washington D.C.
- Aryandi, R.D. 2014. Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Basayut, E. M. Z. T. 2010. Analisa Dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Diponegoro Surabaya. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Cahyaningrum, F.P. 2013. Koordinasi Simpang Bersinyal Studi Kasus: Simpang Kentungan-Simpang Monjali, Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Collins. 2009. *Paramics Microsimulation Modelling-RTA Manual*. New South Wales Government. USA.
- Dofianto, R., 2006. Evaluasi Panjang Antrian dan Tundaan pada Bundaran Bersinyal Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Hobbs, F.D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Terjemahan oleh Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Husna, B.N. 2016. Perancangan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Studi Kasus: Simpang Jalan Mentri Supeno – Jalan Perintis Kemerdekaan, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan – Jalan Pramuka, Simpang Jalan Perintis Kemerdekaan – Jalan Gambiran Di Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Irawan, W.J. 2016. Analisis Dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Studi Kasus : Simpang Jalan Kusumanegara–Jalan Cendana, Simpang Jalan Kusumanegara – Jalan Batikan, Simpang Jalan Kusumanegara –Jalan Sultan Agung Di Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Munawar, A. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Noviandhita, G.C. 2016. Analisis Dan Upaya Peningkatan Kinerja Simpang Bersinyal Studi Kasus: Simpang Upn-Ringroad Yogyakarta Dengan

- Dampak Lalu Lintas Kompleks Hartono Mall. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Papacostas, C.S dan Prevedouros, P.D. 2005. *Transportation Engineering and Planing*. Prentice Hall Inc. Singapura.
- Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.
- Planung Transport Verkehr AG. 2011. *VISSIM 5.30-05 User Manual*. Karlsruhe.
- Putri, N.H. 2015. Mikrosimulasi *Mixed Traffic* Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gajah Mada.
- Taylor dan Young. 1996. *Understanding Traffic System*. Averbury Technical. Sydney.
- Undang – Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Departemen Perhubungan.
- Yulianto, B. dan Setiono, 2013. Kalibrasi Dan Validasi Mixed Traffic Vissim MODEL. *Publikasi Jurnal*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas.
- Yulianyaha, R.W. 2016. Evaluasi Perilaku Lalu Lintas Pada Simpang Dan Koordinasi Antar Simpang Studi Kasus : Simpang Stasiun Brambanan – Simpang Taman Wisata Candi Di Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



Tabel L-1.1 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 1													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
06.30 - 06.45	T	139	467	0	606	52	98	0	150	4	5	0	9
	S	200	0	251	451	49	0	97	146	4	0	3	7
	B	0	871	468	1339	0	83	61	144	0	8	7	15
06.45 - 07.00	T	145	589	0	734	66	121	0	187	3	12	0	15
	S	190	0	239	429	54	0	121	175	3	0	1	4
	B	0	855	466	1321	0	96	44	140	0	11	22	33
07.00 - 07.15	T	183	468	0	651	65	98	0	163	10	9	0	19
	S	238	0	299	537	45	0	72	117	17	0	3	20
	B	0	860	463	1323	0	85	64	149	0	9	27	36
07.15 - 07.30	T	146	304	0	450	55	66	0	121	3	2	0	5
	S	192	0	292	484	64	0	6	70	19	0	3	22
	B	0	851	332	1183	0	98	64	162	0	14	26	40
07.30 - 07.45	T	144	474	0	618	69	97	0	166	12	9	0	21
	S	134	0	398	532	65	0	86	151	18	0	12	30
	B	0	948	218	1166	0	74	53	127	0	16	25	41
07.45 - 08.00	T	164	308	0	472	69	101	0	170	26	10	0	36
	S	101	0	420	521	72	0	98	170	16	0	5	21
	B	0	826	202	1028	0	112	41	153	0	13	29	42

Keterangan : MC : Sepeda Motor
 LV : Kendaraan Ringan (Mobil Penumpang, Angkutan Umum Penumpang, Pick Up, Bus Kecil, Truk Kecil)
 HV : Kendaraan Berat (Bus Sedang, Bus Besar, Truk 2 As, Truk 3 As)

Tabel L-1.2 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 1													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
08.00 – 08.15	T	138	343	0	481	70	85	0	155	6	12	0	18
	S	169	0	275	444	49	0	59	108	17	0	0	17
	B	0	638	206	844	0	95	55	150	0	20	15	35
08.15 – 08.30	T	144	372	0	516	79	105	0	184	6	11	0	17
	S	134	0	357	491	63	0	67	130	22	0	11	33
	B	0	692	182	874	0	105	78	183	0	21	19	40
08.30 – 08.45	T	106	378	0	484	73	117	0	190	8	20	0	28
	S	164	0	223	387	60	0	76	136	30	0	19	49
	B	0	542	143	685	0	97	52	149	0	13	20	33
08.45 – 09.00	T	133	339	0	472	71	88	0	159	11	21	0	32
	S	137	0	201	338	67	0	63	130	15	0	20	35
	B	0	535	169	704	0	105	62	167	0	21	19	40
09.00 - 09.15	T	96	255	0	351	76	90	0	166	13	19	0	32
	S	148	0	203	351	76	0	73	149	17	0	15	32
	B	0	507	143	650	0	90	55	145	0	16	16	32
09.15 - 09.30	T	100	342	0	442	80	101	0	181	19	18	0	37
	S	109	0	149	258	51	0	87	138	25	0	9	34
	B	0	486	147	633	0	108	56	164	0	16	18	34

Keterangan : MC : Sepeda Motor
 LV : Kendaraan Ringan (Mobil Penumpang, Angkutan Umum Penumpang, Pick Up, Bus Kecil, Truk Kecil)
 HV : Kendaraan Berat (Bus Sedang, Bus Besar, Truk 2 As, Truk 3 As)

Tabel L-1.3 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 1													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
09.30 - 09.45	T	107	210		317	77	75		152	18	18		36
	S	129		131	260	59		77	136	21		7	28
	B		462	145	607		97	64	161		23	15	38
09.45 - 10.00	T	138	340		478	72	121		193	15	9		24
	S	144		135	279	65		71	136	26		11	37
	B		469	186	655		85	78	163		24	31	55
10.00 - 10.15	T	141	355		496	72	117		189	20	4		24
	S	134		151	285	52		72	124	26		15	41
	B		341	156	497		126	56	182		20	15	35
10.15 - 10.30	T	144	280		424	83	120		203	27	5		32
	S	97		150	247	56		82	138	19		9	28
	B		297	191	488		106	56	162		20	29	49
10.30 - 10.45	T	184	268		452	74	118		192	15	11		26
	S	113		129	242	60		96	156	29		18	47
	B		324	164	488		111	87	198		22	26	48
10.45 - 11.00	T	160	261		421	81	102		183	17	4		21
	S	116		131	247	48		97	145	23		16	39
	B		259	122	381		111	40	151		15	18	33

Keterangan : MC : Sepeda Motor
 LV : Kendaraan Ringan (Mobil Penumpang, Angkutan Umum Penumpang, Pick Up, Bus Kecil, Truk Kecil)
 HV : Kendaraan Berat (Bus Sedang, Bus Besar, Truk 2 As, Truk 3 As)

Tabel L-1.4 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 1													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
11.00 – 11.15	T	148	264		412	75	121		196	20	1		21
	S	113		129	242	82		87	169	17		17	34
	B		320	221	541		122	78	200		29	30	59
11.15 – 11.30	T	162	222		384	61	117		178	17	6		23
	S	115		124	239	65		92	157	23		19	42
	B		307	138	445		97	64	161		13	27	40
11.30 – 11.45	T	120	287		407	76	141		217	16	4		20
	S	100		143	243	53		92	145	13		10	23
	B		268	143	411		90	50	140		18	26	44
11.45 – 12.00	T	95	313		408	72	132		204	9	4		13
	S	102		149	251	47		77	124	25		11	36
	B		320	140	460		89	66	155		17		17
12.00 - 12.15	T	116	221		337	86	96		182	13	3		16
	S	113		154	267	61		97	158	27		13	40
	B		298	131	429		94	51	145		10	24	34
12.15 - 12.30	T	146	295		441	60	109		169	10	8		18
	S	168		100	268	65		78	143	19		24	43
	B		339	170	509		110	56	166		10	17	27

Keterangan : MC : Sepeda Motor
 LV : Kendaraan Ringan (Mobil Penumpang, Angkutan Umum Penumpang, Pick Up, Bus Kecil, Truk Kecil)
 HV : Kendaraan Berat (Bus Sedang, Bus Besar, Truk 2 As, Truk 3 As)

Tabel L-1.5 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 1													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
12.30 - 12.45	T	134	285		419	83	125		208	13	11		24
	S	154		135	289	67		77	144	29		12	41
	B		350	150	500		114	64	178		20	18	38
12.45 - 13.00	T	91	393		484	79	91		170	14	15		29
	S	173		130	303	97		72	169	28		15	43
	B		386	170	556		117	73	190		13	21	34
13.00 - 13.15	T	120	437		557	87	120		207	10	22		32
	S	187		180	367	79		74	153	28		13	41
	B		353	189	542		113	74	187		9	27	36
13.15 - 13.30	T	126	464		590	66	117		183	13	20		33
	S	190		121	311	87		59	146	33		12	45
	B		416	182	598		110	69	179		12	31	43
13.30 - 13.45	T	111	380		491	86	86		172	15	14		29
	S	197		247	444	89		137	226	34		18	52
	B		342	169	511		106	90	196		10	25	35
13.45 - 14.00	T	126	498		624	80	111		191	12	15		27
	S	213		192	405	82		97	179	32		14	46
	B		326	209	535		101	66	167		16	25	41
14.00 - 14.15	T	122	480		602	77	115		192	16	8		24
	S	281		188	469	78		46	124	19		23	42
	B		316	231	547		109	64	173		13	19	32
14.15 - 14.30	T	115	596		711	82	118		200	17	14		31
	S	273		182	455	78		96	174	23		29	52
	B		382	211	593		105	55	160		9	30	39

Tabel L-1.6 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 1													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
14.30 – 14.45	T	139	666		805	86	139		225	14	18		32
	S	226		149	375	92	88	180	41		12		53
	B		324	198	522		120	76	196		12	22	34
14.45 – 15.00	T	123	715		838	82	133		215	12	13		25
	S	234		169	403	67	100	167	26		24		50
	B		328	215	543		112	81	193		14		14
15.00 - 15.15	T	134	529		663	78	107		185	6	5		11
	S	176		130	306	89	128	217	12		7		19
	B		293	196	489		109	105	214		4	9	13
15.15 - 15.30	T	141	836		977	75	109		184	17	18		35
	S	176		164	340	58	104	162	26		4		30
	B		380	235	615		113	80	193		10	8	18
15.30 - 15.45	T	155	685		840	101	128		229	14	15		29
	S	249		203	452	91	109	200	21		5		26
	B		329	277	606		105	87	192		9	4	13
15.45 - 16.00	T	158	988		1146	87	132		219	12	21		33
	S	261		237	498	61	122	183	6		2		8
	B		363	254	617		123	90	213		13	7	20
16.00 - 16.15	T	156	957		1113	84	121		205	12	14		26
	S	253		274	527	56	114	170	3		5		8
	B		367	294	661		100	105	205		9	8	17
16.15 - 16.30	T	175	997		1172	101	143		244	5	10		15
	S	272		210	482	71	94	165	5		3		8
	B		305	220	525		117	94	211		12	9	21

Tabel L-1.7 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 1													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
16.30 – 16.45	T	162	814		976	72	123		195	3	8		11
	S	281		228	509	100		104	204	8		5	13
	B		333	266	599		121	100	221		19	10	29
16.45 – 17.00	T	134	797		931	90	126		216	9	8		17
	S	242		165	407	78		89	167	13		3	16
	B		343	247	590		116	110	226		13	3	16
17.00 – 17.15	T	150	919		1069	75	139		214	6	4		10
	S	236		184	420	71		92	163	15		4	19
	B		329	290	619		119	94	213		9	7	16
17.15 – 17.30	T	138	782		920	75	140		215	9	13		22
	S	227		132	359	72		72	144	8		4	12
	B		295	233	528		92	84	176		5	3	8
17.30 – 17.45	T	137	565		702	60	129		189	7	9		16
	S	241		113	354	83		72	155	11		1	12
	B		282	152	434		102	84	186		13	8	21
17.45 – 18.00	T	125	522		647	53	86		139	7	9		16
	S	195		104	299	60		72	132	10		1	11
	B		236	171	407		74	65	139		7	5	12
18.00 – 18.15	T	110	552		662	58	99		157	4	13		17
	S	162		122	284	50		54	104	19		1	20
	B		296	182	478		86	51	137		7	1	8
18.15 – 18.30	T	105	513		618	66	119		185	5	7		12
	S	149		111	260	57		63	120	8		5	13
	B		275	191	466		113	84	197		5	7	12

Tabel L-1.8 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
06.30 – 06.45	U	27	616	8	651	6	39	0	45	1	0	0	1
	T	267	165	45	477	32	53	3	88	0	13	0	13
	S	289	167	93	549	38	9	30	77	4	0	0	4
	B	7	289	500	796	1	82	96	179	0	16	3	19
06.45 – 07.00	U	52	705	5	762	7	37	2	46	0	0	0	0
	T	339	195	68	602	39	81	4	124	2	15	0	17
	S	369	257	143	769	53	20	36	109	5	0	2	7
	B	2	274	736	1012	0	88	51	139	0	11	2	13
07.00 – 07.15	U	30	557	6	593	14	30	2	46	0	0	0	0
	T	293	210	49	552	34	96	7	137	2	20	0	22
	S	382	222	137	741	58	26	30	114	7	0	0	7
	B	0	338	568	906	0	118	60	178	0	5	2	7
07.15 – 07.30	U	61	479	3	543	9	28	1	38	0	1	0	1
	T	273	225	33	531	38	93	6	137	0	12	0	12
	S	369	165	109	643	54	23	39	116	4	1	5	10
	B	7	385	679	1071	0	102	71	173	0	9	1	10
07.30 – 07.45	U	38	528	5	571	11	42	1	54	0	1	0	1
	T	280	230	29	539	32	101	1	134	2	21	1	24
	S	295	154	159	608	51	11	33	95	5	1	1	7
	B	2	387	796	1185	0	97	78	175	0	10	5	15
07.45 – 08.00	U	69	792	2	863	19	33	1	53	0	0	0	0
	T	282	193	25	500	26	79	3	108	0	48	0	48
	S	291	163	232	686	50	14	43	107	5	1	0	6
	B	4	417	771	1192	0	139	50	189	0	7	3	10

Tabel L-1.9 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
08.00 – 08.15	U	54	450	4	508	2	25	1	28	0	0	0	0
	T	211	198	32	441	44	99	2	145	5	24	0	29
	S	268	150	136	554	54	15	30	99	4	0	1	5
	B	4	249	690	943	0	112	79	191	0	10	4	14
08.15 – 08.30	U	58	377	5	440	12	27	1	40	0	1	0	1
	T	183	213	36	432	39	99	5	143	0	21	0	21
	S	205	142	114	461	41	18	37	96	5	2	0	7
	B	3	239	632	874	0	105	67	172	0	19	3	22
08.30 – 08.45	U	45	290	2	337	6	31	3	40	0	0	0	0
	T	140	189	29	358	35	114	9	158	0	21	0	21
	S	250	102	92	444	61	24	16	101	4	0	6	10
	B	3	235	478	716	1	112	65	178	0	22	9	31
08.45 – 09.00	U	37	294	7	338	6	26	0	32	0	2	0	2
	T	138	172	34	344	49	92	4	145	0	28	0	28
	S	253	161	166	580	65	21	27	113	5	1	6	12
	B	5	213	461	679	1	100	71	172	0	31	6	37
09.00 - 09.15	U	30	241	4	275	10	28	0	38	0	0	0	0
	T	146	137	20	303	54	82	6	142	0	24	0	24
	S	288	120	82	490	70	11	38	119	8	0	2	10
	B	5	196	390	591	1	99	78	178	0	34	5	39
09.15 - 09.30	U	47	193	8	248	16	28	1	45	0	1	0	1
	T	141	150	19	310	39	111	4	154	1	45	0	46
	S	235	156	75	466	62	21	34	117	9	1	6	16
	B	7	185	408	600	1	93	83	177	2	27	3	32

Tabel L-1.10 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
09.30 - 09.45	U	41	226	0	267	10	30	1	41	0	1	0	1
	T	125	151	29	305	38	105	7	150	1	19	0	20
	S	277	153	84	514	65	16	35	116	5	0	3	8
	B	5	175	401	581	0	107	98	205	0	26	7	33
09.45 - 10.00	U	37	190	3	230	5	30	1	36	0	0	0	0
	T	118	144	27	289	47	93	5	145	3	9	0	12
	S	252	157	130	539	59	16	23	98	5	0	4	9
	B	6	151	350	507	0	104	88	192	0	22	3	25
10.00 - 10.15	U	26	167	4	197	9	25	2	36	0	2	0	2
	T	116	152	25	293	37	96	7	140	5	7	0	12
	S	273	142	108	523	61	26	38	125	5	1	2	8
	B	3	101	328	432	0	60	79	139	1	13	9	23
10.15 - 10.30	U	31	179	5	215	9	31	5	45	1	3	0	4
	T	114	163	24	301	40	101	7	148	1	10	1	12
	S	312	160	84	556	63	22	45	130	5	0	2	7
	B	6	158	324	488	3	105	79	187	0	21	4	25
10.30 - 10.45	U	28	166	3	197	14	30	1	45	0	0	1	1
	T	110	150	23	283	55	116	4	175	2	25	0	27
	S	263	166	73	502	71	22	41	134	6	0	3	9
	B	7	136	271	414	0	117	72	189	0	21	4	25
10.45 - 11.00	U	21	156	5	182	4	28	0	32	0	2	0	2
	T	99	163	19	281	40	120	7	167	3	19	0	22
	S	278	163	75	516	65	18	37	120	3	0	1	4
	B	9	130	346	485	0	120	86	206	0	16	10	26

Tabel L-1.11 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
11.00 – 11.15	U	21	151	9	181	6	25	1	32	0	1	0	1
	T	113	172	27	312	37	125	11	173	4	20	0	24
	S	304	147	80	531	60	23	34	117	9	0	2	11
	B	2	139	282	423	1	117	73	191	0	13	6	19
11.15 – 11.30	U	25	150	4	179	6	25	1	32	0	1	0	1
	T	91	195	25	311	52	138	3	193	0	10	0	10
	S	266	144	77	487	63	25	35	123	7	0	1	8
	B	4	133	299	436	1	121	80	202	0	14	9	23
11.30 – 11.45	U	36	148	5	189	7	29	1	37	0	0	0	0
	T	85	204	30	319	45	156	6	207	0	5	0	5
	S	258	139	78	475	68	26	41	135	5	0	1	6
	B	8	135	358	501	0	125	98	223	2	11	8	21
11.45 – 12.00	U	16	179	1	196	6	16	7	29	0	0	0	0
	T	123	170	46	339	38	126	9	173	1	7	1	9
	S	306	159	62	527	87	17	26	130	8	0	3	11
	B	6	116	337	459	4	128	74	206	0	7	5	12
12.00 - 12.15	U	14	162	6	182	6	23	3	32	0	0	0	0
	T	110	142	24	276	38	104	5	147	1	4	0	5
	S	297	126	58	481	75	25	31	131	7	0	1	8
	B	5	126	289	420	3	107	66	176	1	9	3	13
12.15 - 12.30	U	23	173	5	201	4	22	0	26	0	0	0	0
	T	89	122	17	228	44	106	6	156	1	4	0	5
	S	267	133	77	477	69	16	41	126	4	0	3	7
	B	6	125	341	472	2	110	84	196	0	5	2	7

Tabel L-1.12 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
12.30 - 12.45	U	24	181	4	209	15	30	2	47	1	0	0	1
	T	120	158	35	313	39	107	3	149	0	4	0	4
	S	327	155	90	572	61	22	35	118	3	0	2	5
	B	2	168	357	527	5	117	94	216	0	9	3	12
12.45 - 13.00	U	27	159	7	193	7	23	1	31	0	0	1	1
	T	116	173	25	314	36	114	8	158	1	8	0	9
	S	299	123	74	496	86	22	32	140	6	1	0	7
	B	12	142	314	468	1	118	72	191	0	9	3	12
13.00 - 13.15	U	26	196	3	225	4	26	2	32	0	0	0	0
	T	100	133	21	254	37	101	6	144	1	10	0	11
	S	316	132	73	521	68	25	36	129	4	0	0	4
	B	6	153	369	528	2	110	85	197	0	8	6	14
13.15 - 13.30	U	27	185	6	218	6	26	2	34	1	0	0	1
	T	123	196	29	348	34	131	3	168	3	7	0	10
	S	352	160	85	597	83	21	39	143	6	0	0	6
	B	8	183	429	620	4	110	101	215	0	5	8	13
13.30 - 13.45	U	33	220	4	257	6	32	0	38	0	0	1	1
	T	155	177	30	362	53	129	8	190	0	10	0	10
	S	350	157	100	607	67	22	38	127	3	0	0	3
	B	4	179	401	584	1	118	83	202	0	10	1	11
13.45 - 14.00	U	30	228	3	261	11	28	0	39	0	0	0	0
	T	128	205	27	360	48	22	6	76	2	13	0	15
	S	376	191	77	644	86	35	38	159	12	0	0	12
	B	5	136	355	496	1	128	93	222	0	11	6	17

Tabel L-1.13 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
14.00 – 14.15	U	29	172	5	206	9	23	3	35	0	0	0	0
	T	120	198	40	358	41	201	4	246	8	10	0	18
	S	313	168	126	607	48	17	50	115	9	0	4	13
	B	4	143	327	474	1	123	78	202	0	11	6	17
14.15 – 14.30	U	30	177	1	208	10	19	1	30	0	0	0	0
	T	125	353	41	519	36	118	8	162	7	9	0	16
	S	353	207	135	695	63	28	43	134	7	0	4	11
	B	6	141	318	465	4	113	84	201	0	10	8	18
14.30 – 14.45	U	29	235	3	267	8	28	2	38	1	0	0	1
	T	117	276	36	429	45	116	10	171	3	11	0	14
	S	342	214	104	660	65	31	40	136	5	0	2	7
	B	4	149	278	431	0	87	60	147	0	10	5	15
14.45 – 15.00	U	19	196	1	216	10	30	1	41	0	0	0	0
	T	127	228	27	382	57	111	13	181	6	9	0	15
	S	336	216	124	676	62	29	27	118	7	0	3	10
	B	3	142	291	436	3	154	94	251	0	7	8	15
15.00 - 15.15	U	14	121	3	138	5	17	3	25	0	0	0	0
	T	135	362	29	526	56	219	6	281	6	7	0	13
	S	368	28	113	509	73	26	34	133	6	0	3	9
	B	2	134	310	446	0	148	92	240	0	8	7	15
15.15 - 15.30	U	23	214	10	247	12	23	3	38	2	0	0	2
	T	125	132	47	304	42	194	1	237	2	9	0	11
	S	428	233	122	783	66	28	40	134	5	0	3	8
	B	5	139	305	449	0	146	86	232	0	11	6	17

Tabel L-1.14 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
15.30 - 15.45	U	35	218	4	257	11	15	1	27	0	0	0	0
	T	157	250	45	452	30	105	7	142	4	21	0	25
	S	444	226	115	785	19	26	34	79	5	0	6	11
	B	1	155	337	493	2	139	75	216	0	12	7	19
15.45 - 16.00	U	31	217	3	251	12	24	1	37	0	1	0	1
	T	178	284	36	498	60	154	6	220	10	10	0	20
	S	426	296	172	894	59	42	33	134	8	0	5	13
	B	6	147	369	522	1	122	67	190	0	9	7	16
16.00 - 16.15	U	35	155	3	193	3	23	1	27	0	0	0	0
	T	189	236	38	463	53	88	6	147	3	12	0	15
	S	374	237	141	752	33	27	36	96	2	0	3	5
	B	3	115	169	287	2	65	2	69	0	7	3	10
16.15 - 16.30	U	39	171	2	212	9	14	1	24	0	0	0	0
	T	221	351	50	622	55	107	9	171	7	8	0	15
	S	510	265	185	960	65	28	33	126	8	1	6	15
	B	9	154	281	444	2	108	67	177	0	11	7	18
16.30 - 16.45	U	19	197	5	221	3	30	2	35	0	1	0	1
	T	238	318	60	616	48	131	10	189	4	19	0	23
	S	768	628	181	1577	84	37	47	168	4	0	4	8
	B	5	225	362	592	5	130	71	206	0	20	4	24
16.45 - 17.00	U	30	234	2	266	9	31	1	41	0	1	0	1
	T	181	306	31	518	34	133	5	172	0	11	0	11
	S	478	610	187	1275	62	35	42	139	7	0	2	9
	B	6	177	323	506	1	120	80	201	0	24	3	27

Tabel L-1.15 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode 12 Jam Di Hari Pertama

Volume Lalu Lintas Simpang 2													
Waktu	Lengan	MC				LV				HV			
		TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL	TL	ST	TR	TOTAL
17.00 – 17.15	U	32	147	3	182	12	20	0	32	0	0	0	0
	T	135	280	42	457	54	92	12	158	2	19	0	21
	S	511	565	132	1208	57	42	45	144	2	0	0	2
	B	4	224	230	458	3	145	67	215	0	20	1	21
17.15 – 17.30	U	28	197	5	230	10	24	1	35	0	0	0	0
	T	182	356	32	570	50	115	7	172	2	13	0	15
	S	515	405	161	1081	73	26	32	131	2	0	1	3
	B	4	154	297	455	1	109	93	203	2	15	1	18
17.30 – 17.45	U	34	141	3	178	15	16	1	32	0	0	0	0
	T	133	261	36	430	49	96	15	160	1	21	0	22
	S	439	364	115	918	90	28	25	143	4	0	1	5
	B	4	166	254	424	0	112	73	185	0	19	0	19
17.45 – 18.00	U	25	178	3	206	7	15	1	23	0	0	0	0
	T	110	294	29	433	43	113	11	167	4	17	0	21
	S	402	379	95	876	70	32	25	127	3	0	2	5
	B	5	110	303	418	3	102	74	179	0	15	0	15
18.00 – 18.15	U	20	135	3	158	10	20	1	31	0	0	0	0
	T	104	164	21	289	33	57	12	102	1	11	0	12
	S	408	332	87	827	61	34	27	122	3	0	0	3
	B	5	132	192	329	1	81	52	134	0	11	0	11
18.15 – 18.30	U	19	180	7	206	14	18	3	35	0	0	0	0
	T	111	166	36	313	21	86	9	116	1	13	0	14
	S	361	282	88	731	75	32	22	129	6	0	0	6
	B	6	132	296	434	1	67	68	136	0	6	0	6

Tabel L-1.16 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak Weekday

Lokasi		Simpang Gamping						
Lengan		Timur						
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	117	55	13	185	605	85	8	698
06.45-07.00	260	59	9	328	633	100	5	738
07.00-07.15	275	91	10	376	521	78	10	609
07.15-07.30	227	81	5	313	375	71	8	454
07.30-07.45	168	74	5	247	500	110	9	619
07.45-08.00	170	71	11	252	380	66	9	455
08.00-08.15	162	84	13	259	388	87	18	493
08.15-08.30	120	62	10	192	320	90	12	422
15.00-15.15	163	87	6	256	556	110	19	685
15.15-15.30	170	84	4	258	801	117	23	941
15.30-15.45	189	79	5	273	711	114	11	836
15.45-16.00	153	89	6	248	714	108	14	836
16.00-16.15	173	81	3	257	758	106	10	874
16.15-16.30	178	80	1	259	811	107	9	927
16.30-16.45	165	101	5	271	996	110	16	1122
16.45-17.00	191	83	9	283	741	101	15	857
17.00-17.15	185	71	7	263	792	115	10	917
17.15-17.30	164	68	8	240	601	120	13	734
17.30-17.45	151	55	6	212	535	110	8	653
17.45-18.00	130	57	7	194	551	95	11	657

Tabel L-1.17 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekday*

Lokasi		Simpang Gamping						
Lengan		Selatan						
Waktu	LT (kiri)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	190	49	15	254	244	51	8	303
06.45-07.00	237	52	8	297	289	61	8	358
07.00-07.15	256	54	16	326	277	76	7	360
07.15-07.30	229	55	14	298	290	89	7	386
07.30-07.45	274	77	24	375	296	83	8	387
07.45-08.00	243	61	13	317	312	92	5	409
08.00-08.15	241	62	14	317	196	60	8	264
08.15-08.30	159	60	9	228	156	75	10	241
15.00-15.15	179	78	15	272	141	110	9	260
15.15-15.30	185	68	20	273	172	119	15	306
15.30-15.45	201	71	21	293	201	108	12	321
15.45-16.00	145	68	19	232	213	87	12	312
16.00-16.15	318	40	18	376	282	107	10	399
16.15-16.30	324	70	14	408	256	111	14	381
16.30-16.45	376	71	14	461	251	93	15	359
16.45-17.00	277	62	13	352	372	93	10	475
17.00-17.15	259	76	10	345	250	80	9	339
17.15-17.30	235	63	12	310	197	81	5	283
17.30-17.45	251	66	8	325	142	78	2	222
17.45-18.00	187	53	9	249	121	67	2	190

Tabel L-1.18 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekday*

Lokasi		Simpang Gamping Barat						
Waktu	ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	829	68	19	916	388	37	12	437
06.45-07.00	741	69	14	824	556	47	18	621
07.00-07.15	833	95	8	936	492	67	12	571
07.15-07.30	693	67	6	766	505	46	14	565
07.30-07.45	713	57	18	788	447	53	26	526
07.45-08.00	570	70	12	652	492	59	16	567
08.00-08.15	540	74	21	635	381	90	17	488
08.15-08.30	610	109	22	741	297	95	18	410
15.00-15.15	311	101	10	422	198	97	15	310
15.15-15.30	355	112	9	476	234	84	21	339
15.30-15.45	370	106	13	489	257	75	20	352
15.45-16.00	344	116	16	476	312	68	22	402
16.00-16.15	313	80	11	404	282	69	20	371
16.15-16.30	328	120	20	468	271	81	11	363
16.30-16.45	254	93	14	361	267	66	21	354
16.45-17.00	242	96	17	355	217	62	19	298
17.00-17.15	264	98	10	372	255	72	15	342
17.15-17.30	191	86	7	284	271	61	10	342
17.30-17.45	167	79	8	254	164	57	7	228
17.45-18.00	153	85	5	243	182	68	3	253

Tabel L-1.19 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekday*

Lokasi		Simpang Pelem Gurih										
Lengan		Utara										
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	383	37	0	420	385	90	15	490	39	0	0	39
06.45-07.00	361	33	0	394	418	90	10	518	58	5	0	63
07.00-07.15	353	42	1	396	308	79	7	394	28	5	0	33
07.15-07.30	304	35	1	340	307	96	8	411	28	7	0	35
07.30-07.45	291	33	1	325	312	121	12	445	25	3	0	28
07.45-08.00	307	36	2	345	295	104	11	410	32	6	1	39
08.00-08.15	231	26	1	258	244	106	20	370	27	4	0	31
08.15-08.30	225	40	2	267	245	111	19	375	26	4	0	30
15.00-15.15	143	61	4	208	211	131	11	353	33	10	0	43
15.15-15.30	165	53	3	221	327	109	17	453	56	11	0	67
15.30-15.45	168	45	3	216	284	137	35	456	58	6	0	64
15.45-16.00	183	48	2	233	347	162	27	536	60	8	0	68
16.00-16.15	197	51	4	252	407	200	32	639	52	7	0	59
16.15-16.30	200	35	1	236	329	136	14	479	62	3	0	65
16.30-16.45	191	48	3	242	326	192	27	545	78	9	0	87
16.45-17.00	210	40	1	251	440	137	26	603	51	7	0	58
17.00-17.15	145	61	0	206	305	91	16	412	43	8	0	51
17.15-17.30	177	48	2	227	345	111	11	467	35	6	0	41
17.30-17.45	135	51	1	187	271	95	13	379	31	11	0	42
17.45-18.00	120	40	3	163	288	107	10	405	28	10	0	38

Tabel L-1.20 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekday*

Lokasi		Simpang Pelem Gurih										
Lengan		Timur										
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	448	53	3	504	202	12	0	214	87	20	2	109
06.45-07.00	497	61	2	560	262	28	0	290	126	35	1	162
07.00-07.15	427	62	1	490	255	18	0	273	164	29	2	195
07.15-07.30	389	63	4	456	206	16	0	222	196	29	1	226
07.30-07.45	348	51	5	404	140	12	0	152	182	23	4	209
07.45-08.00	418	48	12	478	169	11	1	181	227	29	2	258
08.00-08.15	297	52	6	355	149	17	0	166	147	35	1	183
08.15-08.30	290	59	8	357	144	13	0	157	122	30	1	153
15.00-15.15	435	59	7	501	235	27	0	262	121	37	3	161
15.15-15.30	505	67	12	584	274	21	1	296	142	35	2	179
15.30-15.45	557	51	5	613	352	39	0	391	172	38	3	213
15.45-16.00	622	82	3	707	354	32	0	386	213	54	0	267
16.00-16.15	716	72	6	794	343	33	0	376	189	45	4	238
16.15-16.30	777	66	2	845	420	24	1	445	208	44	5	257
16.30-16.45	760	71	6	837	501	36	0	537	191	40	2	233
16.45-17.00	700	90	5	795	543	34	0	577	179	35	3	217
17.00-17.15	551	63	7	621	501	41	0	542	144	41	1	186
17.15-17.30	512	70	3	585	410	29	0	439	163	32	2	197
17.30-17.45	464	86	4	554	379	24	0	403	120	26	2	148
17.45-18.00	435	69	3	507	369	31	0	400	87	24	0	111

Tabel L-1.21 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekday*

Lokasi Lengan		Simpang Pelem Gurih Selatan										
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	4	0	0	4	323	89	17	429	1057	68	3	1128
06.45-07.00	11	1	0	12	349	90	21	460	742	57	1	800
07.00-07.15	2	0	0	2	304	103	12	419	830	66	0	896
07.15-07.30	1	0	0	1	343	96	21	460	782	75	0	857
07.30-07.45	3	1	0	4	579	133	29	741	807	67	0	874
07.45-08.00	1	2	0	3	427	131	18	576	727	67	0	794
08.00-08.15	0	2	0	2	378	121	31	530	496	61	0	557
08.15-08.30	6	3	0	9	328	128	40	496	543	84	0	627
15.00-15.15	3	1	0	4	353	89	20	462	395	68	4	467
15.15-15.30	6	2	0	8	336	123	18	477	381	87	3	471
15.30-15.45	9	1	0	10	433	188	32	653	396	87	1	484
15.45-16.00	5	3	0	8	317	127	28	472	403	64	1	468
16.00-16.15	5	4	0	9	291	136	26	453	295	58	1	354
16.15-16.30	5	3	0	8	222	118	21	361	347	85	1	433
16.30-16.45	4	2	0	6	344	148	22	514	357	92	1	450
16.45-17.00	7	1	0	8	263	115	18	396	331	79	2	412
17.00-17.15	5	2	0	7	220	129	19	368	245	68	3	316
17.15-17.30	6	3	0	9	161	112	20	293	289	87	1	377
17.30-17.45	4	1	0	5	157	115	17	289	261	75	1	337
17.45-18.00	3	0	0	3	115	99	16	230	297	70	0	367

Tabel L-1.22 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekday*

Lokasi Lengan		Simpang Pelem Gurih Barat										
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	39	8	0	47	658	34	0	692	16	1	0	17
06.45-07.00	35	10	0	45	827	31	1	859	8	3	0	11
07.00-07.15	43	14	0	57	691	32	0	723	20	2	0	22
07.15-07.30	78	10	1	89	657	32	0	689	8	0	0	8
07.30-07.45	43	11	0	54	624	30	1	655	6	1	0	7
07.45-08.00	60	13	0	73	701	23	0	724	10	3	1	14
08.00-08.15	79	10	0	89	423	23	1	447	6	1	0	7
08.15-08.30	64	11	0	75	397	19	0	416	5	3	0	8
15.00-15.15	28	4	0	32	125	18	0	143	4	2	0	6
15.15-15.30	32	5	0	37	216	26	1	243	9	1	0	10
15.30-15.45	37	12	0	49	242	19	0	261	5	3	0	8
15.45-16.00	29	9	0	38	219	20	1	240	2	0	0	2
16.00-16.15	29	10	1	40	240	17	1	258	4	1	0	5
16.15-16.30	19	7	0	26	224	36	0	260	6	0	0	6
16.30-16.45	31	7	1	39	234	29	0	263	4	3	0	7
16.45-17.00	30	9	0	39	211	30	1	242	3	2	0	5
17.00-17.15	33	11	1	45	177	25	0	202	4	1	0	5
17.15-17.30	27	10	1	38	198	21	0	219	5	2	0	7
17.30-17.45	31	13	0	44	151	17	0	168	3	1	0	4
17.45-18.00	24	9	0	33	169	15	0	184	4	1	0	5

Tabel L-1.23 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekend*

Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	76	32	8	116	435	85	15	535
06.45-07.00	126	45	10	181	498	66	12	576
07.00-07.15	148	54	10	212	457	77	10	544
07.15-07.30	202	67	13	282	375	69	7	451
07.30-07.45	317	408	20	745	325	75	13	413
07.45-08.00	162	85	21	268	336	77	15	428
08.00-08.15	140	56	10	206	296	84	23	403
08.15-08.30	143	50	13	206	314	97	21	432
15.00-15.15	153	86	8	247	493	113	11	617
15.15-15.30	143	91	11	245	669	132	11	812
15.30-15.45	148	92	10	250	701	117	15	833
15.45-16.00	156	96	13	265	664	113	16	793
16.00-16.15	124	105	10	239	781	120	16	917
16.15-16.30	138	91	6	235	792	105	13	910
16.30-16.45	146	100	6	252	889	124	11	1024
16.45-17.00	141	86	10	237	640	131	11	782
17.00-17.15	173	80	4	257	727	132	19	878
17.15-17.30	158	82	6	246	696	115	15	826
17.30-17.45	139	72	7	218	764	111	13	888
17.45-18.00	115	71	3	189	547	110	10	667

Tabel L-1.24 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekend*

Lokasi Lengan	Simpang Gamping Selatan							
Waktu	LT (kiri)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	193	31	15	239	148	32	9	189
06.45-07.00	179	34	10	223	179	41	6	226
07.00-07.15	143	51	15	209	170	63	11	244
07.15-07.30	194	27	20	241	242	66	13	321
07.30-07.45	267	45	14	326	258	63	12	333
07.45-08.00	231	52	18	301	267	67	12	346
08.00-08.15	199	46	10	255	130	66	12	208
08.15-08.30	203	51	12	266	144	68	10	222
15.00-15.15	180	72	12	264	166	59	6	231
15.15-15.30	229	86	15	330	311	101	13	425
15.30-15.45	213	86	19	318	280	103	9	392
15.45-16.00	231	80	21	332	195	88	11	294
16.00-16.15	236	79	12	327	297	86	11	394
16.15-16.30	255	95	23	373	237	111	7	355
16.30-16.45	250	79	17	346	221	82	12	315
16.45-17.00	275	90	18	383	234	96	16	346
17.00-17.15	277	81	17	375	291	93	13	397
17.15-17.30	238	97	20	355	223	94	11	328
17.30-17.45	192	95	13	300	215	75	7	297
17.45-18.00	172	85	15	272	144	70	11	225

Tabel L-1.25 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekend*

Waktu	ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	775	89	13	877	381	38	16	435
06.45-07.00	684	74	16	774	462	37	15	514
07.00-07.15	624	80	20	724	489	46	16	551
07.15-07.30	628	87	19	734	363	61	15	439
07.30-07.45	672	106	16	794	434	49	16	499
07.45-08.00	645	100	22	767	324	50	20	394
08.00-08.15	575	100	20	695	226	55	13	294
08.15-08.30	505	133	27	665	247	57	17	321
15.00-15.15	267	117	9	393	206	97	28	331
15.15-15.30	279	114	12	405	228	115	19	362
15.30-15.45	286	115	3	404	250	90	20	360
15.45-16.00	335	140	13	488	218	96	31	345
16.00-16.15	211	85	8	304	287	60	21	368
16.15-16.30	220	100	10	330	176	90	22	288
16.30-16.45	163	82	5	250	251	56	20	327
16.45-17.00	207	96	5	308	215	79	21	315
17.00-17.15	236	92	9	337	223	86	11	320
17.15-17.30	117	55	8	180	246	96	19	361
17.30-17.45	145	97	8	250	218	58	11	287
17.45-18.00	110	81	5	196	195	75	17	287

Tabel L-1.26 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekend*

Lokasi		Simpang Pelem Gurih										
Lengan		Utara										
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	279	21	4	304	177	64	6	247	48	3	0	51
06.45-07.00	280	21	2	303	261	78	16	355	78	1	0	79
07.00-07.15	258	19	4	281	214	94	12	320	37	6	0	43
07.15-07.30	245	30	5	280	177	57	9	243	26	2	0	28
07.30-07.45	271	31	3	305	271	90	16	377	16	9	0	25
07.45-08.00	245	42	2	289	204	66	20	290	28	1	0	29
08.00-08.15	210	26	3	239	230	105	40	375	32	6	0	38
08.15-08.30	194	38	3	235	190	106	24	320	24	4	0	28
15.00-15.15	104	49	4	157	251	115	14	380	34	7	0	41
15.15-15.30	120	44	4	168	334	145	17	496	31	7	0	38
15.30-15.45	160	45	0	205	285	109	16	410	33	7	1	41
15.45-16.00	153	47	3	203	334	164	30	528	45	5	0	50
16.00-16.15	173	40	1	214	653	152	17	822	39	7	0	46
16.15-16.30	154	50	3	207	331	155	14	500	45	11	0	56
16.30-16.45	164	49	1	214	344	123	12	479	52	11	0	63
16.45-17.00	141	39	2	182	334	136	19	489	42	7	0	49
17.00-17.15	147	46	3	196	369	142	21	532	38	3	0	41
17.15-17.30	115	39	2	156	281	115	13	409	37	4	0	41
17.30-17.45	122	45	4	171	286	225	25	536	38	7	0	45
17.45-18.00	103	40	2	145	251	322	33	606	25	7	0	32

Tabel L-1.27 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekend*

Lokasi		Simpang Pelem Gurih										
Lengan		Timur										
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	283	51	1	335	180	7	1	188	86	21	1	108
06.45-07.00	348	50	0	398	214	15	0	229	109	12	2	123
07.00-07.15	252	47	1	300	162	23	0	185	105	25	0	130
07.15-07.30	263	47	1	311	261	5	0	266	159	27	1	187
07.30-07.45	245	52	0	297	489	16	0	505	179	16	5	200
07.45-08.00	296	66	1	363	314	82	1	397	207	34	2	243
08.00-08.15	281	59	1	341	267	102	0	369	146	33	2	181
08.15-08.30	295	69	4	368	229	100	0	329	124	27	2	153
15.00-15.15	487	81	4	572	223	25	0	248	138	38	3	179
15.15-15.30	546	58	3	607	294	28	0	322	129	34	5	168
15.30-15.45	557	60	2	619	335	22	0	357	163	37	2	202
15.45-16.00	551	52	2	605	329	27	0	356	125	42	2	169
16.00-16.15	522	75	4	601	398	26	1	425	163	46	2	211
16.15-16.30	564	56	7	627	444	31	0	475	172	44	1	217
16.30-16.45	608	62	3	673	625	29	0	654	120	29	0	149
16.45-17.00	525	92	6	623	591	40	0	631	134	46	1	181
17.00-17.15	571	67	6	644	631	45	0	676	157	33	1	191
17.15-17.30	520	75	5	600	577	35	0	612	141	35	0	176
17.30-17.45	477	70	3	550	510	37	0	547	130	38	5	173
17.45-18.00	411	55	3	469	450	20	0	470	107	32	3	142

Tabel L-1.28 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekend*

Lokasi		Simpang Pelem Gurih Selatan										
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)			
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total
06.30-06.45	4	0	0	4	249	78	12	339	245	76	13	334
06.45-07.00	6	0	0	6	305	67	12	384	321	68	12	401
07.00-07.15	4	0	0	4	250	69	17	336	257	69	16	342
07.15-07.30	1	1	0	2	335	92	23	450	343	92	24	459
07.30-07.45	2	1	0	3	431	126	12	569	436	127	12	575
07.45-08.00	2	0	0	2	398	98	22	518	405	88	21	514
08.00-08.15	5	0	0	5	254	97	27	378	272	88	27	387
08.15-08.30	3	3	0	6	209	86	27	322	266	96	30	392
15.00-15.15	5	2	0	7	156	120	18	294	339	74	7	420
15.15-15.30	6	3	0	9	185	123	20	328	349	98	7	454
15.30-15.45	5	1	1	7	195	95	17	307	334	84	2	420
15.45-16.00	6	1	0	7	167	110	21	298	311	68	5	384
16.00-16.15	10	2	0	12	191	112	22	325	305	56	1	362
16.15-16.30	4	3	0	7	196	138	18	352	316	72	3	391
16.30-16.45	10	1	0	11	164	106	15	285	313	62	7	382
16.45-17.00	8	3	0	11	206	131	21	358	365	69	5	439
17.00-17.15	6	0	0	6	228	143	19	390	366	82	5	453
17.15-17.30	9	4	0	13	182	98	16	296	262	64	2	328
17.30-17.45	8	0	0	8	190	121	81	392	294	2	5	301
17.45-18.00	2	1	0	3	133	117	18	268	318	97	4	419

Tabel L-1.29 Volume Lalu Lintas Per 15 Menit Periode jam Puncak *Weekend*

Lokasi Lengan		Simpang Pelem Gurih Barat											
Waktu	LT (kiri)				ST (lurus)				RT (kanan)				
	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	MC	LV	HV	Total	
06.30-06.45	38	3	0	41	474	17	0	491	13	1	1	15	
06.45-07.00	45	4	0	49	482	20	0	502	10	2	0	12	
07.00-07.15	24	7	0	31	366	23	0	389	10	1	1	12	
07.15-07.30	41	6	0	47	427	16	0	443	9	1	1	11	
07.30-07.45	35	4	0	39	564	36	0	600	6	1	0	7	
07.45-08.00	64	9	0	73	480	19	1	500	5	2	0	7	
08.00-08.15	72	9	4	85	401	20	2	423	5	1	0	6	
08.15-08.30	53	9	0	62	330	24	0	354	6	5	0	11	
15.00-15.15	32	4	0	36	160	19	0	179	0	1	0	1	
15.15-15.30	26	7	0	33	175	27	0	202	9	3	0	12	
15.30-15.45	27	9	0	36	208	27	0	235	8	0	0	8	
15.45-16.00	48	4	0	52	209	25	2	236	3	3	0	6	
16.00-16.15	29	12	0	41	194	18	0	212	4	1	0	5	
16.15-16.30	22	15	0	37	161	25	0	186	9	2	0	11	
16.30-16.45	22	10	0	32	220	30	0	250	4	0	0	4	
16.45-17.00	32	10	0	42	227	23	1	251	3	2	0	5	
17.00-17.15	26	6	0	32	217	26	0	243	10	1	0	11	
17.15-17.30	26	11	0	37	166	20	0	186	13	3	0	16	
17.30-17.45	40	9	0	49	215	28	0	243	13	2	0	15	
17.45-18.00	15	9	0	24	142	26	1	169	3	0	0	3	



Tabel L-2.1 Kecepatan Kendaraan Simpang Gamping Lengan Timur

Lokasi Lengan	Simpang Gamping Timur		
	Kecepatan Kendaraan (km/jam)		
Sampel	MC	LV	HV
1	23	22	28
2	25	18	19
3	25	22	28
4	30	22	30
5	31	34	31
6	39	31	30
7	38	29	32
8	30	25	30
9	30	28	24
10	32	29	21
11	33	33	
12	30	28	
13	29	24	
14	21	25	
15	28	23	
16	22	20	
17	25	30	
18	45	25	
19	30	24	
20	30	30	
21	28		
22	21		
23	30		
24	23		
25	22		
26	25		
27	24		
28	27		
29	26		
30	28		

Tabel L-2.2 Kecepatan Kendaraan Simpang Gamping Lengan Barat

Lokasi Lengan	Simpang Gamping Barat		
	Kecepatan Kendaraan (km/jam)		
Sampel	MC	LV	HV
1	25	35	18
2	22	23	20
3	33	30	15
4	30	44	21
5	49	24	16
6	51	26	20
7	55	23	23
8	38	27	25
9	65	50	18
10	52	25	21
11	61	36	
12	40	40	
13	43	33	
14	27	29	
15	37	34	
16	57	44	
17	58	37	
18	66	45	
19	24	43	
20	33	45	
21	58		
22	57		
23	60		
24	51		
25	34		
26	29		
27	57		
28	41		
29	45		
30	59		

Tabel L-2.3 Kecepatan Kendaraan Simpang Gamping Lengan Selatan

Lokasi Lengan	Simpang Gamping Selatan			
	Sampel	Kecepatan Kendaraan (km/jam)		
		MC	LV	HV
1	50	41	40	
2	29	27	25	
3	44	50	38	
4	40	36	50	
5	50	61	45	
6	49	44	60	
7	65	33	41	
8	51	55	40	
9	40	47	33	
10	37	61	56	
11	45	45		
12	55	65		
13	51	70		
14	25	39		
15	33	41		
16	22	50		
17	45	51		
18	40	38		
19	35	48		
20	63	60		
21	69			
22	50			
23	45			
24	34			
25	41			
26	37			
27	48			
28	40			
29	38			
30	37			

Tabel L-2.4 Kecepatan Kendaraan Simpang Pelem Gurih Lengan Utara

Lokasi Lengan	Simpang Pelem Gurih Utara		
	Kecepatan Kendaraan (km/jam)		
Sampel	MC	LV	HV
1	63,2	60,0	48,0
2	48,0	42,4	48,0
3	37,9	60,0	42,4
4	51,4	65,5	48,0
5	55,4	55,4	48,0
6	42,4	60,0	55,4
7	60,0	45,0	55,4
8	60,0	45,0	55,4
9	55,4	80,0	65,5
10	60,0	65,5	48,0
11	45,0	55,4	
12	42,4	60,0	
13	51,4	65,5	
14	55,4	72,0	
15	55,4	60,0	
16	72,0	72,0	
17	65,5	37,9	
18	55,4	60,0	
19	42,4	60,0	
20	60,0	65,5	
21	51,4		
22	51,4		
23	45,0		
24	60,0		
25	55,4		
26	60,0		
27	63,7		
28	36,9		
29	59,0		
30	40,0		

Tabel L-2.5 Kecepatan Kendaraan Simpang Pelem Gurih Lengan Utara

Lokasi Lengan	Simpang Pelem Gurih Timur		
	Kecepatan Kendaraan (km/jam)		
Sampel	MC	LV	HV
1	41	40	28
2	40	35	34
3	54	22	40
4	30	41	30
5	45	32	31
6	39	44	25
7	29	41	41
8	33	46	38
9	42	39	31
10	55	40	35
11	39	33	
12	41	28	
13	35	41	
14	41	25	
15	51	31	
16	42	30	
17	40	39	
18	45	42	
19	34	44	
20	55	43	
21	45		
22	41		
23	44		
24	36		
25	30		
26	47		
27	50		
28	48		
29	45		
30	43		

Tabel L-2.6 Kecepatan Kendaraan Simpang Pelem Gurih Lengan Barat

Lokasi Lengan	Simpang Pelem Gurih Barat		
	Kecepatan Kendaraan (km/jam)		
Sampel	MC	LV	HV
1	33	23	25
2	25	19	20
3	36	22	21
4	30	33	27
5	31	34	22
6	39	24	30
7	38	18	32
8	40	28	30
9	30	26	35
10	32	24	
11	33	25	
12	30	28	
13	29	24	
14	42	25	
15	28	30	
16	22	20	
17	25	30	
18	36	25	
19	30	24	
20	30	19	
21	28		
22	35		
23	30		
24	25		
25	22		
26	25		
27	27		
28	26		
29	26		
30	28		

Tabel L-2.7 Kecepatan Kendaraan Simpang Pelem Gurih Lengan Selatan

Lokasi Lengan	Simpang Pelem Gurih Selatan		
	Kecepatan Kendaraan (km/jam)		
Sampel	MC	LV	HV
1	28	23	22
2	30	25	19
3	22	22	29
4	30	21	30
5	31	34	31
6	39	31	19
7	38	29	32
8	40	42	27
9	30	22	25
10	38	29	23
11	33	33	
12	30	30	
13	29	24	
14	44	25	
15	28	33	
16	22	20	
17	25	30	
18	41	25	
19	22	42	
20	43	30	
21	40		
22	24		
23	30		
24	23		
25	33		
26	25		
27	41		
28	30		
29	33		
30	37		

LAMPIRAN 3

