

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK
PENINGKATAN PELAYANAN LALU LINTAS :
Studi Kasus Simpang Patangpuluhan, Yogyakarta
(*PERFORMANCE EVALUATION OF A
SIGNALIZED INTERSECTION TO IMPROVE
TRAFFIC LEVEL OF SERVICE
Case Study of Patangpuluhan Intersection, Yogyakarta*)**

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



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

**AKMAL ISMANTO
14 511 083**

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

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK PENINGKATAN PELAYANAN LALU LINTAS : Studi Kasus Simpang Patangpuluhan, Yogyakarta (*PERFORMANCE EVALUATION OF A SIGNALIZED INTERSECTION TO IMPROVE TRAFFIC LEVEL OF SERVICE Case Study of Patangpuluhan Intersection, Yogyakarta*)


Disusun oleh

Akmal Ismanto
14511083

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

Diuji pada tanggal 22 Desember 2021
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



Berlian Kushari, S.T., M.Eng.
NIP: 0530067801

Penguji I



Rizki Budi Utomo, S.T., M.T.
NIP: 045110406

Penguji II



Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T.
NIP: 185111304

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIP: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Proposal Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Proposal 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 Proposal Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 22 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,



Akmal Ismanto
(14 511 083)

KATA PENGANTAR


Segala Puji bagi Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-Nya, baik berupa sehat fisik dan sehat akal pikiran. Sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Peningkatan Pelayanan Lalu Lintas : Studi Kasus Simpang Patangpuluhan, Yogyakarta. Proposal tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis dan masih banyak terdapat kesalahan serta kekurangan di dalamnya. Berkat dorongan semangat, kritik dan saran dari berbagai pihak, alhamdulillah naskah tugas akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Berlian Kushari, S.T, M.Eng. selaku dosen Pembimbing
2. Bapak Rizki Budi Utomo, S.T., M.T. dan Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang berkenan meluangkan waktu untuk menguji saya
3. Keluarga yang telah banyak berkorban baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman yang sudah membantu saya sampai pada saat ini terutama Fahmy Destian Dewantoro dan Laily Qodriatun

Akhirnya Penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 22 Desember 2021
Yang membuat pernyataan,



Akmal Ismanto
(14 511083)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada orang-orang yang sangat berarti dalam hidup saya yakni ibu dan kakak yang selalu mendukung dan menyemangati saya, yaitu Hj. Euis Yuningsih selaku ibu tercinta dan Ani Hanifa serta Nurul Hamidah selaku kakak saya. Terimakasih atas segala doa dan motivasi serta dukungan yang tak pernah putus sehingga saya bisa sampai pada tahap terselesaikannya tugas akhir ini. Segala perhatian dan dukungan yang diberikan kepada saya tidak akan cukup dibalas dengan selembar kertas yang bertuliskan kata-kata ini. Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini menjadi langkah awal untuk membuat ibu dan kakak bangga. Semoga selalu diberi kesehatan, rejeki, dan umur yang panjang agar kelak saya dapat lebih membanggakan di masa yang akan datang.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	8
BAB III	14
3.1 Simpang Bersinyal	14
3.1.1 Arus Lalu Lintas (Q)	14
3.1.2 Kapasitas Simpang	15
3.1.3 Arus Jenuh	15
3.1.4 Derajat Kejenuhan (DS)	24
3.1.5 Panjang Antrean	24
3.1.6 Tundaan	26

3.1.7	Angka Henti	27
3.2	Tingkat Pelayanan Simpang	27
3.3	Penggunaan <i>PTV VISSIM</i> untuk Simulasi Lalu-Lintas	28
3.3.1	Kalibrasi dan Validasi Data	29
BAB IV	31	
4.1	Jenis Penelitian	31
4.2	Lokasi Penelitian	31
4.3	Data Penelitian	32
4.4	Metode Pengumpulan Data	33
4.4.1	Peralatan Yang Digunakan	35
4.4.2	Waktu Pelaksanaan Survei	35
4.4.3	Teknik Pengambilan Data	36
4.5	Metode Analisis Data	38
4.6	Tahapan Penelitian	38
BAB V	40	
5.1.	Data Hasil Penelitian	40
5.1.1	Geometri Simpang	40
5.1.2	Sinyal Lalu Lintas	45
5.1.3	<i>Driving Behavior</i>	47
5.2	Analisis Perhitungan Menggunakan Metode MKJI	49
5.2.1	Analisis Perhitungan Kondisi <i>Eksisting</i>	49
5.2.2	Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1	56
5.2.3	Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2	56
5.2.4	Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3	57
5.2.5	Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 4	58
5.3	Pemodelan Simpang Patangpuluhan pada <i>Software VISSIM</i>	59
5.3.1	Pemodelan Jaringan	59
5.3.2	Input Data Kendaraan	62
5.3.3	Run and Evaluation	68
5.4	Pembagian Arus Pada <i>VISSIM</i>	70

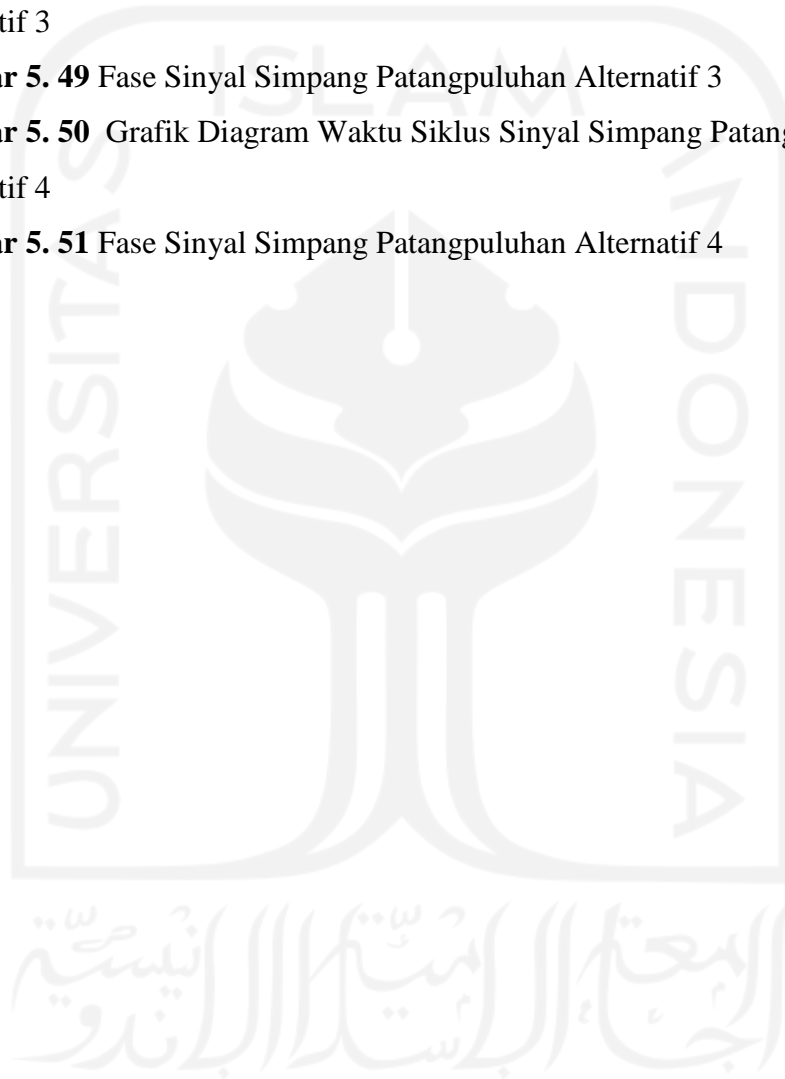
5.4.1 Lengan Utara	70
5.4.2 Lengan Timur	75
5.4.3 Lengan Selatan	80
5.4.4 Lengan Barat	83
5.5 Analisis Data	87
5.5.1 Validasi Data	87
5.5.2 Kinerja Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Yogyakarta Kondisi <i>Eksisting</i>	88
5.5.3 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 1	90
5.5.4 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 2	95
5.5.5 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 3	99
5.5.6 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 4	103
5.6 Pembahasan	107
5.6.1 Waktu Tundaan (<i>Delay Result</i>)	108
5.6.2 Panjang Antrean (<i>Queue Result</i>)	109
5.6.3 Perbandingan Kinerja Lalu Lintas	109
BAB VI	112
Simpulan	112
Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN 1	117
LAMPIRAN 2	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian	2
Gambar 2. 1 gambar titik konflik pada persimpangan	5
Gambar 3. 1 Faktor Penyesuaian Kelandaian	18
Gambar 3. 2 Faktor Penyesuaian Parkir	19
Gambar 3. 3 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})	20
Gambar 3. 4 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})	21
Gambar 3. 5 Penetapan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian	22
Gambar 3. 6 Grafik Perhitungan Jumlah Antrean (NQ_{max}) dalam smp	26
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian	31
Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian	32
Gambar 4. 3 Peta Lokasi Penempatan Surveyor	34
Gambar 4. 4 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (berhenti)	37
Gambar 4. 5 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (Melaju)	38
Gambar 4. 6 Bagan Alir Kerangka Proses Penelitian	39
Gambar 5. 1 Geometri Simpang Empat Patangpuluhan	41
Gambar 5. 2 Data Volume Lalu Lintas Pagi	43
Gambar 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Siang	44
Gambar 5. 4 Data Volume Lalu Lintas Sore	44
Gambar 5. 5 Distribusi Arus Pada Jam Puncak (smp/jam)	45
Gambar 5. 6 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Kondisi Eksisting	46
Gambar 5. 7 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Kondisi Eksisting	47
Gambar 5. 8 Tampilan Pengaturan Lajur Kendaraan	59
Gambar 5. 9 Tampilan Pengaturan Satuan	60
Gambar 5. 10 Tampilan Input Background Image	60
Gambar 5. 11 Tampilan pengaturan skala	61
Gambar 5. 12 Tampilan Pembuatan Links	62
Gambar 5. 13 Tampilan Pembuatan Connector	62
Gambar 5. 14 Pengaturan Vehicle Composition	63

Gambar 5. 15	Tampilan Pengaturan Input Kecepatan	63
Gambar 5. 16	Tampilan Pengaturan Vehicle Input	64
Gambar 5. 17	Tampilan Pengaturan Vehicle Route	65
Gambar 5. 18	Tampilan Pengaturan Signal Controller	66
Gambar 5. 19	Tampilan Pengaturan Driving Behavior untuk Car Following	67
Gambar 5. 20	Tampilan Pengaturan Driving Behavior Lateral	67
Gambar 5. 21	Tampilan Pengaturan Evaluation Configuration	68
Gambar 5. 22	Tampilan Penempatan Data Collection Point dan Queue Counter	69
Gambar 5. 23	Tampilan Pengaturan Simulation Parameter	69
Gambar 5. 24	Pembagian Arus pada VISSIM	70
Gambar 5. 25	Link lengan Utara 2 pada VISSIM	71
Gambar 5. 26	<i>Vehicle Route</i> Link Lengan Utara 2	72
Gambar 5. 27	Link Utara 2 MC	73
Gambar 5. 28	<i>Vehicle Route</i> Link Utara 2 MC	73
Gambar 5. 29	Link Utara 1	74
Gambar 5. 30	<i>Vehicle Route</i> Link Utara 1	75
Gambar 5. 31	Link Timur 2 pada VISSIM	76
Gambar 5. 32	<i>Vehicle Route</i> Link Timur 2	77
Gambar 5. 33	Link Timur 2 MC	77
Gambar 5. 34	<i>Vehicle Route</i> Timur 2 MC	78
Gambar 5. 35	Link Timur 1	79
Gambar 5. 36	<i>Vehicle Route</i> Link Timur 1	80
Gambar 5. 37	Link Utama Selatan 2 pada VISSIM	80
Gambar 5. 38	<i>Vehicle Route</i> Link Selatan 2	82
Gambar 5. 39	<i>Vehicle Route</i> Link Selatan 1	82
Gambar 5. 40	<i>Vehicle Route</i> Link Selatan 1	83
Gambar 5. 41	Link Utama Barat 2 pada VISSIM	84
Gambar 5. 42	<i>Vehicle Route</i> Link Barat 2	85
Gambar 5. 43	<i>Vehicle Route</i> Link Barat 1	86
Gambar 5. 44	Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 1	92

Gambar 5. 45 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 1	93
Gambar 5. 46 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 2	96
Gambar 5. 47 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 2	97
Gambar 5. 48 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 3	100
Gambar 5. 49 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 3	101
Gambar 5. 50 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 4	104
Gambar 5. 51 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 4	105



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	10
Tabel 3. 1 Angka Ekuivalen Kendaraan Penumpang	14
Tabel 3. 2 Tabel Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	16
Tabel 3. 3 Tabel Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	17
Tabel 3. 4 Tingkat Pelayanan pada Simpang Bersinyal	28
Tabel 3. 5 Standar Perhitungan Persamaan GEH	30
Tabel 4. 1 Data Penelitian	33
Tabel 4. 2 Penjelasan Gambar Lokasi Penempatan Surveyor	34
Tabel 5. 1 Data Geometri Geometri Simpang Empat Patangpuluhan	40
Tabel 5. 2 Data Volume Lalu Lintas	41
Tabel 5. 3 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Kondisi <i>Eksisting</i>	46
Tabel 5. 4 Data <i>Driving Behavior</i>	48
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Kondisi <i>Eksisting</i>	54
Tabel 5.6 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Alternatif 1	
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Alternatif 256	
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Alternatif 357	
Tabel 5. 9 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Alternatif 458	
Tabel 5. 10 Hasil Running Simulasi VISSIM	70
Tabel 5. 11 Pembagian Arus Link Utara 2	72
Tabel 5. 12 Pembagian Arus Link Utara 2 MC	73
Tabel 5. 13 Pembagian Arus <i>Link</i> Utara 1	74
Tabel 5. 14 Pembagian Arus Link Timur 2	76
Tabel 5. 15 Pembagian Arus <i>Link</i> Timur 2 MC	78
Tabel 5. 16 Pembagian Arus <i>Link</i> Timur 1	79
Tabel 5. 17 Pembagian Arus <i>Link</i> Selatan 2	81
Tabel 5. 18 Pembagian Arus <i>Link</i> Selatan 1	83

Tabel 5. 19 Pembagian Arus Link Barat 2	84
Tabel 5. 20 Pembagian Arus Link Barat 1	86
Tabel 5. 21 Kriteria Hasil Perhitungan <i>GEH</i>	87
Tabel 5. 22 Hasil Validasi Uji Statistik <i>GEH</i>	87
Tabel 5. 23 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Kondisi <i>Eksisting</i>	88
Tabel 5. 24 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Kondisi <i>Eksisting</i>	89
Tabel 5. 25 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Kondisi <i>Eksisting</i>	90
Tabel 5. 26 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 1	91
Tabel 5. 27 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 1	93
Tabel 5. 28 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 1	94
Tabel 5. 29 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 1	95
Tabel 5. 30 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 2	96
Tabel 5. 31 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 2	97
Tabel 5. 32 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 2	98
Tabel 5. 33 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 2	99
Tabel 5. 34 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 3	99
Tabel 5. 35 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 3	101
Tabel 5. 36 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 3	102
Tabel 5. 37 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 3	103
Tabel 5. 38 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 4	104
Tabel 5. 39 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 4	106
Tabel 5. 40 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 4	106
Tabel 5. 41 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 4	107
Tabel 5. 42 Rekapitulasi Perbandingan Waktu Tundaan	108
Tabel 5. 43 Rekapitulasi Perbandingan Panjang Antrean	109
Tabel 5. 44 Rekapitulasi Perbandingan Kinerja Lalu Lintas Pada Simpang Patangpuluhan	110

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel L1. 1 Volume Lalu Lintas Lengan Utara Minggu 20 Juni 2021	118
Tabel L1. 2 Volume Lalu Lintas Lengan Utara Senin 21 Juni 2021	119
Tabel L1. 3 Volume Lalu Lintas Lengan Timur, Minggu 20 Juni 2021	120
Tabel L1. 4 Volume Lalu Lintas Lengan Timur Senin 21 Juni 2021	121
Tabel L1. 5 Volume Lalu Lintas Lengan Selatan, Minggu 20 Juni 2021	122
Tabel L1. 6 Volume Lalu Lintas Lengan Selatan, Senin 21 Juni 2021	123
Tabel L1. 7 Volume Lalu Lintas Lengan Barat, Minggu 20 Juni 2021	124
Tabel L1. 8 Volume Lalu Lintas Lengan Barat, Senin 21 Juni 2021	125
Gambar L2. 1 perhitungan waktu siklus	128
Gambar L2. 2 Peralatan Survei	128
Gambar L2. 3 Perhitungan Volume Lalu Lintas 1	129
Gambar L2. 4 Perhitungan Volume Lalu Lintas 2	129
Gambar L2. 5 Perhitungan Volume Lalu Lintas 3	130
Gambar L2. 6 Perhitungan Volume Lalu Lintas 4	130
Gambar L2. 7 Keadaan simpang 1	131

ABSTRAK

Simpang Patangpuluhan merupakan simpang yang padat dan banyak dilalui oleh kendaraan, karena merupakan area yang dikelilingi beberapa sektor, seperti sektor pendidikan dan pusat perbelanjaan yang menjadi tempat berkumpul favorit banyak kalangan, terutama mahasiswa. Hal ini menyebabkan terjadinya kemacetan dan penumpukan kendaraan, sehingga membutuhkan suatu solusi yang efisien. Solusi yang dapat dilakukan yakni dengan melakukan penelitian tentang Evaluasi Kinerja Simpang Patangpuluhan pada kondisi eksisting, mencari penanggulangan alternatif penanganan simpang, dan kemudian membandingkan kondisi eksisting dengan penanggulangan alternatif penanganan simpang.

Pada penelitian ini, pengambilan data dilakukan dengan metode survei ke lokasi secara langsung yang mencakup volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, sinyal lalu lintas, geometri simpang dan perilaku kendaraan. Analisis dilakukan menggunakan metode MKJI, kemudian disimulasikan menggunakan software VISSIM yang dilakukan sebanyak 4 alternatif penanganan simpang.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata tundaan adalah 33,356 detik/kendaraan, panjang antrean 114,591 meter, kapasitas simpang 422,74 smp/jam, dan derajat kejenuhan 1,122 dengan tingkat pelayanan simpang D. Solusi dilakukan dengan simulasi menggunakan software VISSIM dan merekayasa waktu siklus sinyal lalu lintas sebanyak 4 alternatif solusi penanganan yang kemudian dibandingkan dengan kondisi eksisting. Hasil Alternatif 1 didapatkan nilai tundaan turun sebesar 16,83%, panjang antrean turun sebesar 2,68%, kapasitas simpang meningkat sebesar 9,09%, dan derajat kejenuhan menurun 7,81% dengan tingkat pelayanan simpang D. Hasil Alternatif 2 didapatkan nilai tundaan turun sebesar 18,94%, panjang antrean turun 6,33%, kapasitas simpang bertambah 23,6%, dan derajat kejenuhan menurun 13,79% dengan tingkat pelayanan simpang yang sama yaitu D. Hasil alternatif 3 didapatkan nilai tundaan turun menjadi 24,35%, panjang antrean menurun 12,72%, kapasitas simpang meningkat menjadi 40,68%, dan derajat kejenuhan menurun sebesar 20,96% dengan tingkat pelayanan simpang D. Hasil alternatif yang terakhir yaitu alternatif 4 didapatkan nilai tundaan turun menjadi 10,55%, panjang antrean menurun 5,27%, kapasitas simpang meningkat menjadi 48,93%, dan derajat kejenuhan menurun sebesar 25,49% dengan tingkat pelayanan simpang D. Solusi terbaik pada penelitian ini ditunjukkan oleh Alternatif 3, yakni dengan merubah waktu siklus dan menghilangkan LTOR pada setiap lengan

Kata kunci: Kinerja Simpang Bersinyal, Tundaan, Panjang Antean, Eksisting, VISSIM

ABSTRACT

The Patangpuluhan intersection is a busy intersection and is traversed by many vehicles because it is surrounded by many sectors; such as education area and shopping center. This shopping center is a favorite place for many people -especially students- to gather and causing crowd that leads to congestion also accumulation of vehicles, thus needing an efficient solution. Some solutions that can be applied are conducting a research on Performance Evaluation of the Patangpuluhan Intersection in the existing condition, searching for alternative countermeasures in handling the intersection, and then comparing the existing conditions with alternative countermeasures in handling the intersection.

In this study, data collection was carried out using a direct site survey method that included traffic volume, vehicle speed, traffic signals, intersection geometry, and vehicle behavior. The analysis was carried out using the MKJI method and then simulated using VISSIM software which was carried out as many as 4 alternative countermeasures.

The results showed that the average delay value was 33,356 seconds/vehicle, the queue length was 114.591 meters, the intersection capacity was 422.74 pcu/hour, and the degree of saturation was 1.122 with the intersection's service level of D. The research's countermeasures were simulated using VISSIM software and arranging traffic signal cycle times as many as 4 handling alternatives, which were then compared with the existing conditions. The results of Alternative 1 showed that the delay value decreased by 16.83%, the queue length decreased by 2.68%, the capacity of the intersection increased by 9.09%, and the degree of saturation decreased by 7.81% with the intersection's service level of D. The results of Alternative 2 showed that the value of the delay decreased by 18.94%, the queue length decreased by 6.33%, the capacity of the intersection increased by 23.6%, and the degree of saturation decreased by 13.79% with the same level of intersection's service level with previous alternative, namely D. Alternative 3 results displayed the delay value decreased to 24,35%, the queue length decreased by 12.72%, the capacity of the intersection increased to 40.68%, and the degree of saturation decreased by 20.96% with the intersection's service level of D. The results of the last alternative, namely alternative 4, displayed the delay value decreased to 10,55%, the queue length decreased by 5.27%, the capacity of the intersection increased to 48.93%, and the degree of saturation decreased by 25.49% with the intersection's service level of D. In this study, Alternative 3 appears to be the best solution, namely by changing the cycle time and eliminating LTOR on each arm.

Keyword: *Signalized Intersection Performance, Delay, Queue Length, Existing, VISSIM*

الجامعة الإسلامية
الاستاذ الدكتور

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persimpangan merupakan pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun tidak sebidang. Persimpangan sebidang merupakan daerah yang potensial untuk terjadi konflik karena berbagai macam jenis pergerakan arus lalu lintas. Simpang Empat Patangpuluhan terletak di daerah Wirobrajan Kota Yogyakarta. Pengamatan awal menunjukkan bahwa di area simpang tersebut sering terjadi kemacetan terutama pada jam sibuk dikarenakan padatnya arus lalu lintas.

Kemacetan yang terjadi karena di daerah ini terdapat beberapa sekolah yaitu SMA 3 Muhammadiyah, Madrasah Muallimin Muhammadiyah dan Pondok Pesantren Muallimin. Selain itu terdapat pula pusat perbelanjaan yang padat seperti Sakola, Jolie dan Elita serta Pasar Legi Patangpuluhan. Di area ini juga terdapat tempat ibadah yakni Gereja Kristen Jawa, Gereja Katolik Brayat Minulya, dan Masjid Patangpuluhan serta area perkantoran seperti Bank Jogja dan Sekber IPPAT DIY. Banyaknya pusat kegiatan di wilayah ini, menyebabkan semakin meningkatnya mobilitas kendaraan bermotor yang membuat antrean dan kemacetan jalan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap simpang bersinyal pada Simpang Empat Patangpuluhan.

Angka pertumbuhan kendaraan dari tahun ke tahun terus meningkat di Yogyakarta. Berdasarkan data dari Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2021 menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan terhadap jumlah kendaraan bermotor. Adapun kendaraan yang terdaftar di DIY tahun 2020 berdasarkan jenisnya terdiri dari Sepeda Motor 1.352.758 unit, Mobil Penumpang 171.824 unit, Bus sejumlah 4.754 unit, dan Mobil Beban sebesar 46.817 unit (Dinas Perhubungan DIY, 2021). Bertambahnya jumlah kendaraan menjadi hal yang tidak dapat di pungkiri mengingat banyaknya masyarakat luar daerah yang menempuh pendidikan ataupun bekerja di wilayah DIY. Hal ini akan menimbulkan permasalahan apabila tidak diikuti dengan pertumbuhan sarana jalan yang

memadai. Untuk mengurangi kemungkinan kemacetan yang akan terjadi, maka dibutuhkan analisis sebagai salah satu langkah untuk mengatasi masalah tersebut.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka diperlukan analisis dan evaluasi ulang dengan tujuan untuk memaksimalkan kinerja Simpang Empat Patangpuluhan. Penelitian ini menganalisis kinerja simpang dengan menggunakan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 dan *VISSIM*. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian Simpang Empat Patangpuluhan 428371,22 m East; 9136889,93 m South

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang sebagaimana disajikan di atas, maka pokok permasalahan yang diperlukan untuk kajian adalah :

1. bagaimana kinerja Simpang Empat Patangpuluhan saat kondisi eksisting?
2. bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas pada Simpang Empat Patangpuluhan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas dapat ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut ini :

1. Menganalisis kinerja Simpang Empat Patangpuluhan, Yogyakarta
2. Memberikan solusi untuk penyelesaian permasalahan pada Simpang Empat Patangpuluhan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dan masukan serta gambaran kepada instansi terkait dalam meningkatkan pelayanan lalu lintas pada Simpang Empat Patangpuluhan, Yogyakarta.

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini perlu diberikan batasan-batasan masalah sehingga penelitian ini dapat berfokus dan terarah pada tujuan penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Simpang yang ditinjau adalah Simpang Empat Patangpuluhan, Kota Yogyakarta.
2. Survei dilakukan pada jam kerja dan jam sibuk, di pagi hari pukul 07.00-10.00, siang hari pukul 11.00-14.00, dan sore hari pukul 15.00-18.00 WIB.
3. Analisis dan evaluasi untuk peningkatan kinerja simpang dilakukan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dan studi mikrosimulasi lalu lintas.
4. Menggunakan MKJI 1997 dan *Software VISSIM*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997, persimpangan adalah dua buah ruas jalan atau lebih yang saling bertemu, saling berpotongan atau bersilangan. Persimpangan dibedakan menjadi persimpangan sebidang (*intersection*), persimpangan tidak sebidang (*interchange*) dan persilangan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

1. Persimpangan sebidang adalah pertemuan dan perpotongan dari beberapa ruas jalan pada suatu bidang yang sama
2. Persimpangan tidak sebidang adalah pertemuan dua atau lebih ruas jalan dimana satu atau lebih ruas jalan berada di atas atau di bawah ruas jalan yang lain

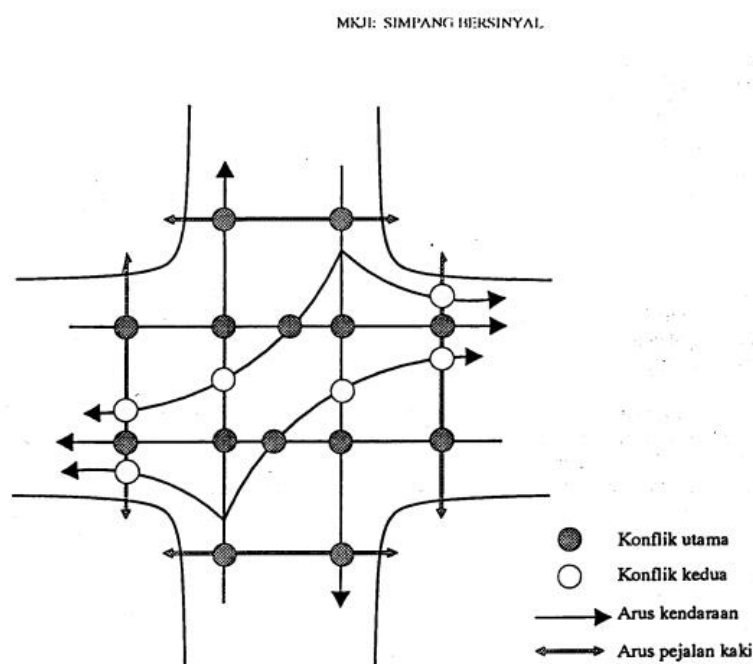
Persimpangan sebidang terbagi menjadi beberapa jenis yaitu persimpangan sederhana, persimpangan prioritas, persimpangan lalu lintas dan bundaran. Persimpangan lalu lintas adalah persimpangan yang dilengkapi dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Sebagaimana yang sudah diatur pada Pasal 26 Peraturan Pemerintah no 79 tahun 2013 tentang perlengkapan jalan antara lain harus memiliki rambu lalu lintas, marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), alat penerangan jalan, alat pengendalian pengaman pengguna jalan, alat pengawasan pengamanan jalan, fasilitas untuk sepeda, pejalan kaki, penyandang cacat, fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas yang berada di jalan dan di luar badan jalan.

Persimpangan bersinyal merupakan sebuah simpang yang memiliki alat sinyal pengatur lalu lintas. Sinyal lalu lintas biasanya berfungsi untuk (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

1. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas pada jam puncak.

2. Memberikan kesempatan pada kendaraan atau pejalan kaki dari simpang kecil untuk memotong jalan utama.
3. Mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang berlawanan.

Berikut ini gambar titik konflik pada persimpangan yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



(Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Gambar 2. 1 Gambar Titik Konflik Pada Persimpangan

2.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai evaluasi kinerja simpang pernah dilakukan menggunakan berbagai metode analisis. Adapun penelitian-penelitian tersebut digunakan sebagai acuan dan referensi dalam proses pengerjaan tugas akhir. Beberapa penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pratama (2017) melakukan penelitian dengan judul Analisa Kinerja Simpang Empat Bersinyal APMD di Jalan Timoho Yogyakarta Menggunakan Metode MKJI 1997. Dari penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa pada kondisi *eksisting* didapatkan hasil analisis kinerja simpang APMD dengan hasil

yang kurang baik. Lengan utara menjadi arus lalu lintas tertinggi sebesar 542,3 smp/jam dengan kapasitas berjumlah 552 smp/jam. Adapun derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,98 sedangkan panjang antrean menembus 232,25 m serta jumlah kendaraan henti sebesar 826 smp/jam. Untuk memperbaiki kinerja simpang tersebut dibuat 3 alternatif ialah dengan melakukan pengaturan ulang waktu siklus lampu lalu lintas, penerapan jalan satu arah, dan perubahan 4 fase menjadi 3 fase. Setelah analisis dilakukan, alternatif terbaik untuk simpang bersinyal APMD adalah dengan merubah 4 fase menjadi 3 fase dengan metode MKJI 1997. Hasil yang didapatkan dari penerapan alternatif ini, arus lalu lintas mencapai 542,3 smp/jam dengan kapasitas menjadi 1184 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) mencapai 0,46 dan panjang antrean tertinggi sebesar 138,15 m.

Berdasarkan hasil analisis untuk 5 tahun yang akan datang, derajat kejenuhan (DS) pada 3 tahun pertama simpang APMD masih memenuhi syarat, sedangkan untuk 2 tahun terakhir yaitu 2022 nilai derajat kejenuhan (DS) di lengan pendekat Utara dan Selatan melebihi persyaratan MKJI 1997. Tahun 2021 DS= 0,87 dan 0,78, adapun untuk tahun 2022 DS=0,97 dan 0,91. Pada tahun 2022 tundaan (D) melebihi batas kelayakan dengan pendekat Utara, Selatan, Barat dan Timur masing-masing 40,32 detik/smp, 35,00 detik/smp, 41,70 detik/smp dan 34,16 detik/smp.

2. Indriawan (2019) melakukan penelitian dengan judul Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jlagran. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting kurang baik. Kapasitas tertinggi terdapat pada lengan utara dengan nilai sebesar 725,45 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) terdapat pada lengan barat dengan nilai sebesar 1,44, kendaraan, dan jumlah kendaraan henti tertinggi terdapat pada lengan utara dengan nilai 155 smp/jam, serta tundaan simpang tertinggi pada lengan barat dengan nilai 891 detik/smp. Untuk memperbaiki kinerja simpang tersebut dibuat 4 alternatif dan alternatif terbaik untuk memperbaikinya adalah *design* ulang geometri jalan tersebut dengan cara melebarkan jalan, menjadikan lengan barat satu arah, perubahan fase, dan pengaturan siklus lampu lalu lintas

dengan metode MKJI 1997. Dari alternatif tersebut didapatkan derajat kejenuhan (DS) = 0,59, dan tundaan rata-rata=34 detik/smp. Berdasarkan analisis untuk 5 tahun kedepan nilai derajat kejenuhan (DS)=0,8 dan tundaan rata rata =38 detik/smp

3. Irawati dan Setyabudiningrum (2018) telah melakukan penelitian yang berjudul Analisis Panjang Antrean Berdasarkan Mikrosimulasi Pada Simpang Bersinyal. Hasil yang didapatkan selama penelitian menunjukkan bahwa simpang Tlogosari-Semarang yang memiliki 5 lengan simpang memiliki panjang antrean sebesar 177.98, 180.25, 179.34, dan 180.47 meter. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrosimulasi dengan *VISSIM*.
4. Putra dan Ramanda (2018) dengan judul penelitian yaitu Optimasi *Green Time* Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan *PTV VISSIM* Dalam Meningkatkan Kinerja Simpang (Studi Kasus: Simpang Way Halim Bandar Lampung). Pada penelitian yang dilakukan menggunakan *PTV VISSIM* dengan data primer yang bersumber dari data arus lalu lintas, data *green time* dan data geometri jalan. Data primer diolah dengan aplikasi *VISSIM* sehingga hasil dari data tersebut menunjukkan panjang antrean sebesar 916 m dengan tundaan total selama 4381 detik. Langkah selanjutnya optimasi persimpangan dengan hasil *green time* yang berbeda pada setiap lengan. Pendekar utara, selatan, timur dan barat secara berurutan selama 30 detik, 22 detik, 46 detik dan 39 detik. Berdasarkan hasil optimasi simpang tersebut perubahan kinerja simpang diperoleh panjang antrean sebesar 892 m dan tundaan total 3632 detik.
5. Meirani dan Setiawan (2020) dengan judul Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Metode MKJI 1997 dan dengan Penggunaan Software *VISSIM* (Studi Kasus: Simpang Jl. Urip Sumoharjo-Simpang Jl. Raya Solo Yogyakarta). Hasil penelitian dengan MKJI 1997 didapattkann nilai derajat kejenuhan (DS) terbesar pada ruas Jl. Urip Sumoharjo sebesar 0.920 dengan tundaan rata-rata 50,80 det/smp. Sedangkan panjang antrean mencapai 168 m. Adapun hasil analisis menggunakan software *VISSIM* terdapat panjang antrean yang terbesar pada arus Jl. Raya Solo Yogyakarta yaitu sebesar 249,79 m. Tundaan mencapai 111,46 det/smp dan DS sebesar 0,920.

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Berdasarkan beberapa tinjauan penelitian di atas, penelitian mengenai evaluasi kinerja simpang bersinyal dengan metode MKJI 1997 dan *VISSIM* studi kasus pada Simpang Patangpuluhan Yogyakarta. Perbedaan penelitian yang akan peneliti lakukan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.



Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Lokasi	Metode	Hasil
1.	Aditya Pratama (2017)	Menganalisis kinerja simpang berdasarkan kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrean, dan juga tundaannya. Menentukan alternatif yang tepat untuk memecahkan permasalahan yang terdapat pada simpang yang akan diteliti. Serta untuk mengetahui kinerja pada simpang untuk waktu 5 tahun mendatang menggunakan metode MKJI 1997.	Simpang Empat Bersinyal APMD di Jalan Timoho Yogyakarta	Metode MKJI 1997	<p>Hasil analisis kinerja simpang APMD kurang baik pada kondisi eksisting. Lengan utara menjadi arus lalu lintas tertinggi sebesar 542,3 smp/jam dengan kapasitas berjumlah 552 smp/jam. Adapun derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,98 sedangkan panjang antrean menembus 232,25 m serta jumlah kendaraan henti sebesar 826 smp/jam. Untuk memperbaiki kinerja simpang tersebut dibuat 3 alternatif ialah dengan melakukan pengaturan ulang waktu siklus lampu lalu lintas, penerapan jalan satu arah, dan perubahan 4 fase menjadi 3 fase. Setelah analisis dilakukan, alternatif terbaik untuk simpang bersinyal APMD adalah dengan merubah 4 fase menjadi 3 fase dengan metode MKJI 1997. Hasil yang didapatkan dari penerapan alternatif ini, arus lalu lintas mencapai 542,3 smp/jam dengan kapasitas menjadi 1184 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) mencapai 0,46 dan panjang antrean tertinggi sebesar 138,15 m.</p> <p>Hasil analisis untuk 5 tahun yang akan datang, derajat kejenuhan (DS) pada 3 tahun pertama simpang APMD masih memenuhi syarat, sedangkan untuk 2 tahun terakhir yaitu 2022 nilai derajat kejenuhan (DS) di lengan pendekat Utara dan Selatan melebihi persyaratan MKJI 1997. Tahun 2021 DS= 0,87 dan 0,78, adapun untuk tahun 2022 DS=0,97 dan 0,91. Pada tahun 2022 tundaan (D) melebihi batas kelayakan dengan pendekat Utara, Selatan, Barat dan Timur masing-masing 40,32 detik/smp, 35,00 detik/smp, 41,70 detik/smp dan 34,16 detik/smp.</p>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Lokasi	Metode	Hasil
2.	Nova Indriawan (2019)	Untuk menguraikan kemacetan pada jam sibuk dengan melakukan analisis tentang kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan. Kemudian menentukan alternatif yang tepat untuk memecahkan masalah yang ada pada simpang tersebut dan memprediksi kinerja simpang pada 5 tahun mendatang.	Simpang Jalan Letjen Suprpto-Jalan Jlagran-Jalan Pembela Tanah Air, Yogyakarta	Metode MKJI 1997	Hasil analisis kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting kurang baik. Kapasitas tertinggi terdapat pada lengan Utara dengan nilai sebesar 725,45 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) terdapat pada lengan Barat dengan nilai sebesar 1,44, kendaraan, dan jumlah kendaraan henti tertinggi terdapat pada lengan Utara dengan nilai 155 smp/jam, serta tundaan simpang tertinggi pada lengan Barat dengan nilai 891 detik/smp. Untuk memperbaiki kinerja simpang tersebut dibuat 4 alternatif dan alternatif terbaik untuk memperbaikinya adalah <i>design</i> ulang geometri jalan tersebut dengan cara melebarkan jalan, menjadikan lengan Barat satu arah, perubahan fase, dan pengaturan siklus lampu lalu lintas dengan metode MKJI 1997. Dari alternatif tersebut didapatkan derajat kejenuhan (DS) = 0,59, dan tundaan rata-rata=34 detik/smp. Berdasarkan analisis untuk 5 tahun ke depan nilai derajat kejenuhan (DS)=0,8 dan tundaan rata rata =38 smp/detik

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Lokasi	Metode	Hasil
3.	Iin Irawati dan Diah Setyabudi ningrum (2018)	Untuk merencanakan, mendesain, serta manajemen jalan yang ada di perkotaan.	Simpang Tlogosari – Semarang dengan 5 lengan simpang.	Simulasi VISSIM	Hasil yang didapatkan selama penelitian menunjukkan bahwa simpang Tlogosari-Semarang yang memiliki 5 lengan simpang memiliki panjang antrean sebesar 177.98, 180.25, 179.34, dan 180.47 meter
4.	Reza Asriandi Eka Putra dan Ferriyansyah Ramanda (2018)	Menentukan besar pengaruh optimasi green time pada simpang.	Simpang Way Halim Bandar Lampung	Aplikasi PTV VISSIM	Hasil dari data yang sudah diolah menunjukkan panjang antrean sebesar 916 m dengan tundaan total selama 4381 detik. Langkah selanjutnya optimasi persimpangan dengan hasil green time yang berbeda pada setiap lengan. Pendekar utara, selatan, timur dan barat secara berurutan selama 30 detik, 22 detik, 46 detik dan 39 detik. Berdasarkan hasil optimasi simpang tersebut perubahan kinerja simpang diperoleh panjang antrean sebesar 892 m dan tundaan total 3632 detik.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

No	Peneliti	Tujuan Penelitian	Lokasi	Metode	Hasil
5.	Arninda Meirani dan Danny Setiawan (2020)	Mengetahui kinerja simpang yaitu tundaan, peluang antrean dan tingkat pelayanan simpang.	Simpang Jl. Urip Sumoharjo-Simpang Jl. Raya Solo Yogyakarta	Aplikasi VISSIM dan MKJI 1997	Hasil penelitian dengan MKJI 1997 didapat nilai derajat kejenuhan (DS) terbesar pada ruas Jl. Urip Sumoharjo sebesar 0,920 dengan tundaan rata-rata 50,80 det/smp. Sedangkan panjang antrean mencapai 168 m. Adapun hasil analisis menggunakan software VISSIM terdapat panjang antrean yang terbesar pada arus Jl. Raya Solo Yogyakarta yaitu sebesar 249,79 m. Tundaan mencapai 111,46 det/smp dan DS sebesar 0,920.

Penelitian yang dilakukan memiliki persamaan dan perbedaan dengan penelitian terdahulu. Adapun persamaan penelitian yang akan peneliti lakukan yaitu pada metode penelitian yang digunakan (*VISSIM* dan MKJI 1997). Namun perbedaan yang sangat mencolok terletak pada lokasi atau objek dari penelitian yang akan dipakai. Sepengetahuan Penulis, hingga penelitian ini dibuat belum ada penelitian yang dilakukan pada Simpang Empat Patangpuluhan.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Simpang Bersinyal

3.1.1 Arus Lalu Lintas (Q)

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam (Q_{kend}), smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT (Lalu-Lintas Harian Rata-Rata Tahunan) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} , dan belok kanan Q_{RT}) arus gerakan kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor (Q_{LV} , Q_{HV} , dan Q_{MC}) diubah yang berawal dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan baik terlindung atau terlawan. Berikut ini adalah angka ekivalen kendaraan penumpang yang ditampilkan pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Angka Ekivalen Kendaraan Penumpang

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

Sumber: MKJI (1997)

Untuk menghitung arus dapat menggunakan persamaan 3.1 berikut.

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

Keterangan :

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Q_{LV} = Arus kendaraan ringan (kend/jam)

Q_{HV} = Arus kendaraan berat (kend/jam)

Q_{MC} = Arus kendaraan motor (kend/jam)

emp_{HV} = Emp kendaraan berat

emp_{MC} = Emp sepeda motor

3.1.2 Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan suatu simpang, Kapasitas simpang (C) didapatkan dari arus jenuh (S), yaitu arus berangkat rata-rata antrean dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau) dikalikan waktu hijaunya dalam satu siklus (g), per waktu siklus (c) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Kapasitas simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g/c \quad (3.2)$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam hijau)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Panjang siklus (detik)

3.1.3 Arus Jenuh

Arus jenuh (S) adalah besarnya keberangkatan antrean di dalam suatu pendekat selama kondisi hijau (smp/jam hijau). Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian arus jenuh dasar (S_o) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Persamaan arus jenuh untuk simpang bersinyal dapat dihitung dengan persamaan 3.3 berikut ini:

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{it} \times F_{rt} \quad (3.3)$$

Keterangan :

- S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)
 S_o = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)
 F_{cs} = Faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)
 F_{sf} = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping
 F_g = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan
 F_p = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan perparkiran dekat dengan lengan persimpangan
 F_{lt} = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kiri
 F_{rt} = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kanan

a. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Tabel Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

Penduduk Kota (jutaan Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

b. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{SF})

Hambatan samping dapat dinyatakan sebagai interaksi antara arus lalu lintas dengan aktifitas yang berada di pinggir jalan, baik pejalan kaki, angkutan umum, kendaraan lain yang berhenti, dan kendaraan yang berjalan lambat,

serta kendaraan yang masuk dan keluar dari lahan di samping jalan. Pada tabel 3.3 berikut dapat dilihat faktor penyesuaian hambatan samping.

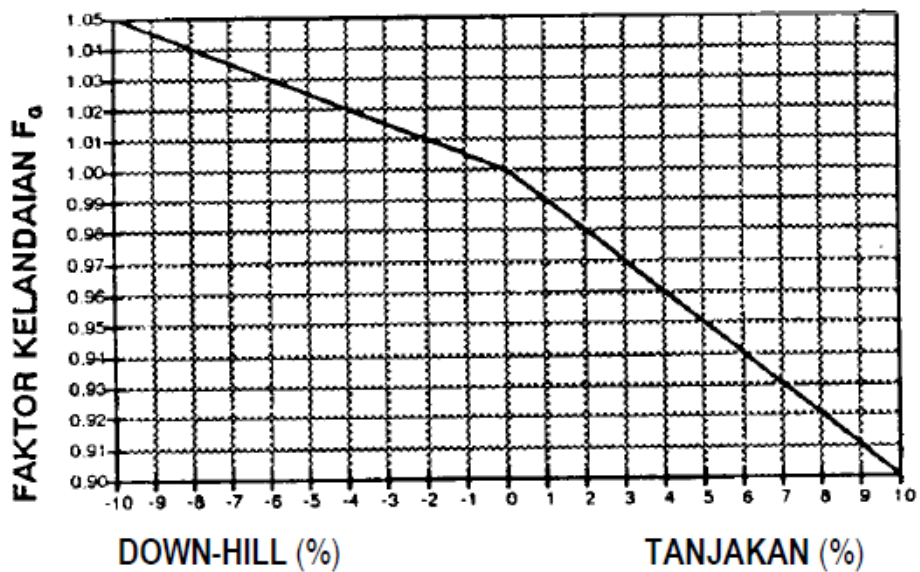
Tabel 3. 3 Tabel Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Tinggi	Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	Sedang	Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
	Rendah	Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	Tinggi	Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
	Sedang	Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
	Rendah	Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70
	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

c. Faktor penyesuaian kelandaian

Kelandaian pada suatu jalan memiliki pengaruh terhadap kendaraan yang melintas, sehingga kelandaian memegang peran penting dalam penyesuaian faktor jalan raya. Adapun faktor penyesuaian pada kelandaian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



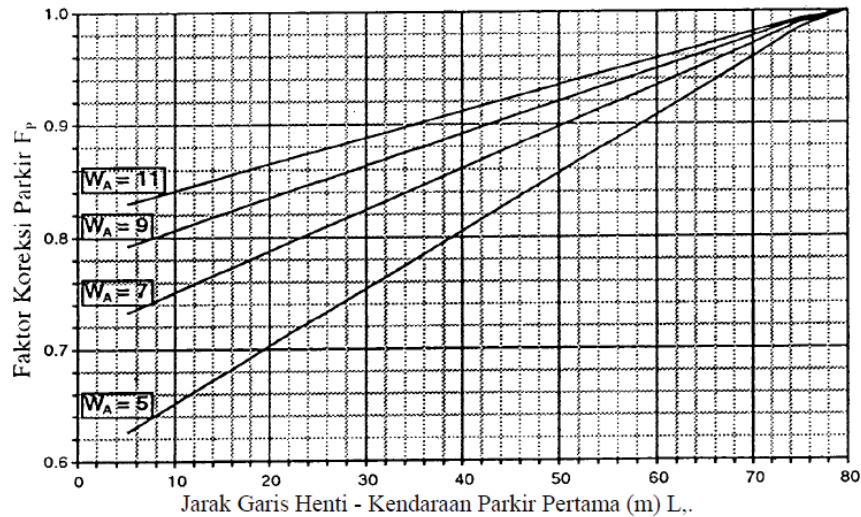
Gambar 3. 1 Faktor Penyesuaian Kelandaian

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1997)

d. Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir menjadi salah satu hal yang penting karena memiliki peran yang krusial dalam proses perencanaan penetapan sinyal APILL, pada penyesuaiannya ditetapkan sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama. Faktor penyesuaian simpang tidak perlu diterapkan apabila lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar. Pada Gambar 3.2 berikut dapat dilihat faktor penyesuaian parkir pertama.

Gambar 3. 2 Faktor Penyesuaian Parkir



(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1997)

e. Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian Belok kiri (F_{LT}) adalah fungsi dari rasio pengendara berbelok kiri (P_{LT}). Faktor ini hanya berpengaruh pada pendekatan dengan tipe P tanpa belok kiri langsung, dan lebar efektif dapat ditentukan oleh lebar masuk kendaraan. Pada pendekatan terlindung tanpa penyediaan belok kiri langsung, kendaraan yang akan belok kiri cenderung akan melambat dan mengurangi arus jenuh pendekatan dikarenakan arus berangkat dalam pendekatan-pendekatan terlawan (tipe O) pada umumnya lebih lambat, sehingga tidak dibutuhkan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri. Pada persamaan 3.3 dan 3.4 berikut dapat dilihat nilai faktor belok kiri (F_{LT}).

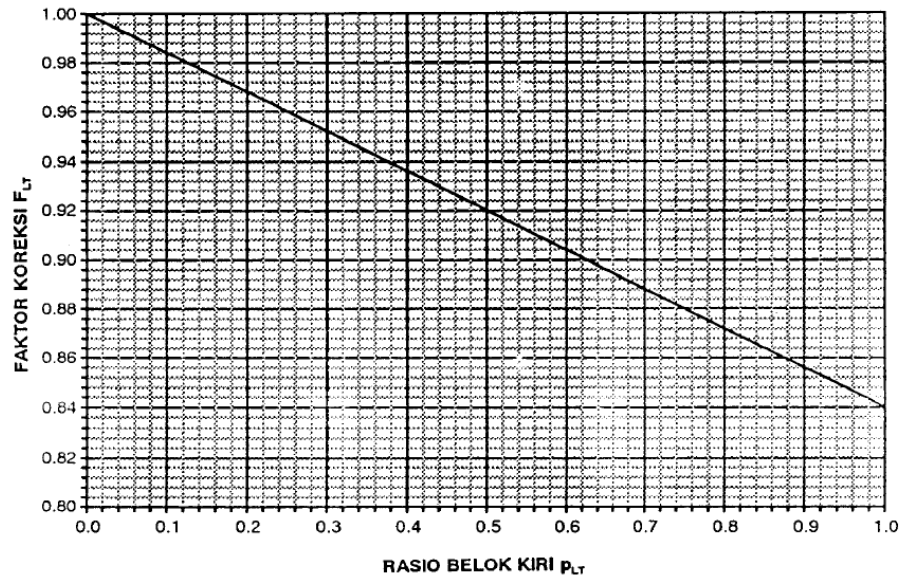
$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0.16 \quad (3.4)$$

Keterangan:

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

P_{LT} = Rasio pengendarai belok kiri

Gambar 3. 3 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})



(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1997)

f. Faktor penyesuaian belok kanan

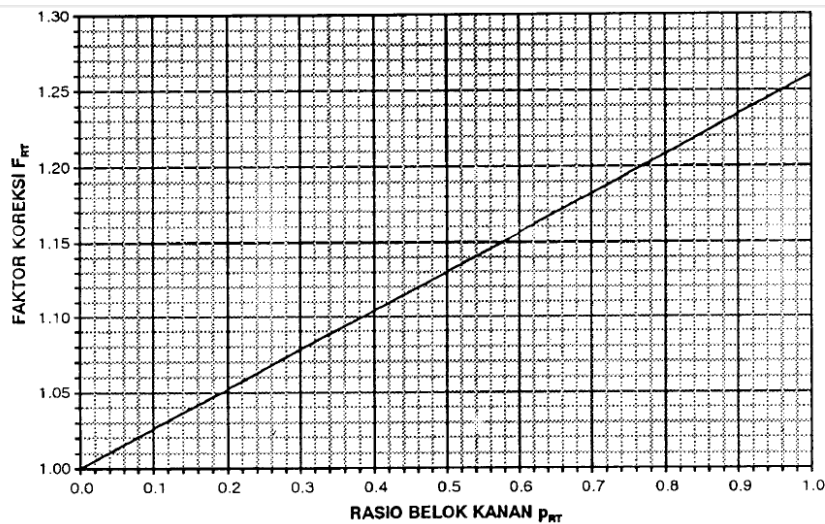
Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) adalah fungsi dari rasio belok kanan (P_{RT}). Faktor ini digunakan hanya untuk pendekatan tipe P, tanpa median, jalan dua arah, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Pada jalan dua arah tanpa median, kendaraan belok kanan dari arus berangkat terlindung (pendekatan tipe P) mempunyai kecenderungan untuk memotong garis tengah jalan sebelum melewati garis henti sehingga menyebabkan peningkatan rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh. Nilai faktor belok kanan (F_{RT}) dapat dilihat pada Persamaan 3.5 dan Gambar 3.4 berikut.

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0.26 \quad (3.5)$$

Keterangan:

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

P_{RT} = Rasio pengendarai belok kanan



Gambar 3. 4 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1997)

g. Rasio Arus Jenuh

Rasio arus jenuh merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dengan arus jenuh kendaraan. Rumus rasio arus jenuh dapat dilihat pada Persamaan 3.6 berikut.

$$FR = \frac{Q}{S} \quad (3.6)$$

Keterangan:

FR = Rasio arus jenuh

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

S = arus jenis kendaraan (smp/jam)

h. Rasio arus simpang

Rasio arus simpang yaitu jumlah total dari semua arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. Cara hitung rasio arus simpang dapat dilihat seperti Persamaan 3.7 berikut.

$$IFR = \sum(FR_{crit}) \quad (3.7)$$

Keterangan:

IFR = Rasio arus simpang

FR_{crit} = Rasio arus jenuh kritis

i. Rasio fase

Rasio fase merupakan perbandingan antara rasio arus jenuh kritis dengan rasio arus simpang. Perhitungan rasio fase (PR) dapat dilihat pada Persamaan 3.8 berikut.

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR} \quad (3.8)$$

j. Waktu siklus

Panjang waktu siklus pada pengendalian waktu tetap dipengaruhi oleh volume lalu lintas dan berpengaruh terhadap tundaan rata-rata. Perhitungan waktu siklus sebelum penyesuaian dapat dilihat pada Persamaan 3.9 atau bisa didapatkan melalui Gambar 3.5 berikut.

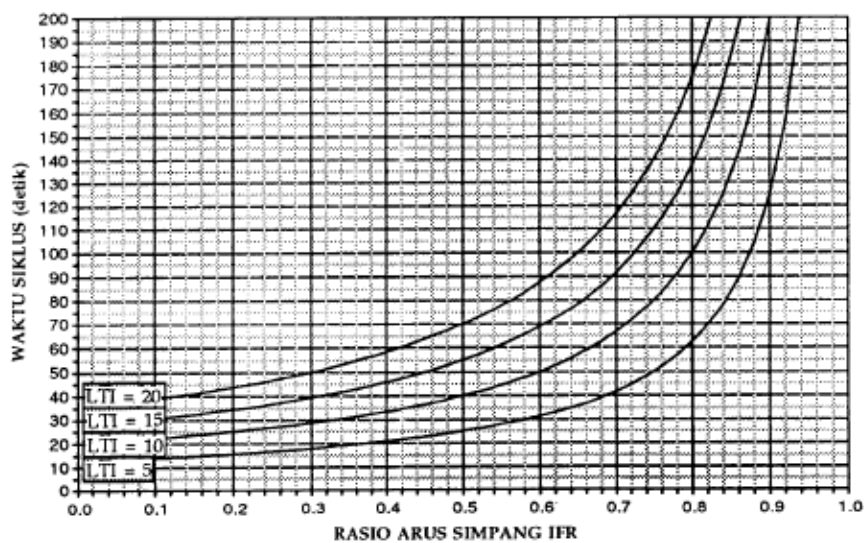
$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \quad (3.9)$$

Keterangan:

C_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = waktu hilang total persiklus (det)

IFR = rasio arus simpang (FR_{crit})



Gambar 3.5 Penetapan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1997)

k. Waktu hijau

Waktu hijau harus disesuaikan pada tiap fase, waktu hijau yang memiliki durasi lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena hal ini dapat mengakibatkan meningkatnya pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki yang akan menyebrang jalan. Waktu hijau dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.10 berikut.

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (3.10)$$

Keterangan:

- g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)
- c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)
- LTI = Waktu hilang total per siklus (det)
- PR_i = Rasio fase $FR_{crit} / \sum FR_{crit}$

l. Waktu siklus yang disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan berdasarkan pada waktu hijau dan diperoleh dijumlahkan dengan waktu hilang, kemudian hasilnya dibulatkan. Waktu siklus yang disesuaikan dapat dilihat pada Persamaan 3.11 berikut.

$$C = \sum g + LTI \quad (3.11)$$

m. Kapasitas dan derajat kejenuhan simpang

Kapasitas simpang merupakan kemampuan simpang dalam menampung arus lalu lintas maksimum persatuan waktu yang dinyatakan dengan smp/jam hijau. Derajat kejenuhan (Ds) yaitu perbandingan volume lalu lintas dengan kapasitas jalan. Nilai derajat kejenuhan apabila mendekati 1 maka arus lalu lintas pada jalan tersebut akan mendekati jenuh. Kapasitas simpang dan derajat kejenuhan simpang dapat dilihat pada Persamaan 3.12 dan 3.13 berikut.

$$C = S + \frac{g}{c} \quad (3.12)$$

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (3.13)$$

3.1.4 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan (DS) merupakan rasio arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas (C) yang biasanya dihitung per jam. Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan persamaan 3.14 berikut ini:

$$DS = Q/C = \frac{Q \times c}{S \times g} \quad (3.14)$$

Keterangan :

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam hijau)

S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

g = Waktu hijau (detik)

c = Panjang siklus (detik)

3.1.5 Panjang Antrean

Panjang antrean adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat, Jumlah rata-rata antrean smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Berikut ini merupakan persamaan 3.15 yang dapat dihitung untuk mendapatkan nilai panjang antrean:

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0.5:

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad (3.15)$$

Keterangan :

NQ₁ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Untuk DS < 0,5 ; NQ₁ = 0

Jumlah antrean selama fase merah (NQ2)

$$NQ_2 = C \cdot \frac{1-GR}{1-GR.DS} \times \frac{Q \text{ masuk}}{3600} \quad (3.16)$$

Keterangan :

NQ_2 = Jumlah smp yang datang ada fase merah

GR = Rasio hijau

C = Waktu siklus (detik)

Q masuk = Arus lalu lintas yang masuk diluar LTOR (smp/jam)

Jumlah kendaraan antri menjadi:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (3.17)$$

Panjang antrean (QL) didapatkan dari perkalian jumlah antrean maksimal (NQ_{MAX}) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) selanjutnya dibagi dengan lebar masuk (W_{masuk}). Untuk memperoleh nilai NQ_{MAX} bisa dilakukan dengan cara menyesuaikan nilai NQ menggunakan grafik pada gambar 3.1. dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%) untuk perancangan dan perencanaan yang disarankan adalah $POL \leq 5\%$, sedangkan untuk operasional disarankan menggunakan POL 5-10%. Dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan 3.18 berikut ini.

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{w \text{ masuk}} \quad (3.18)$$

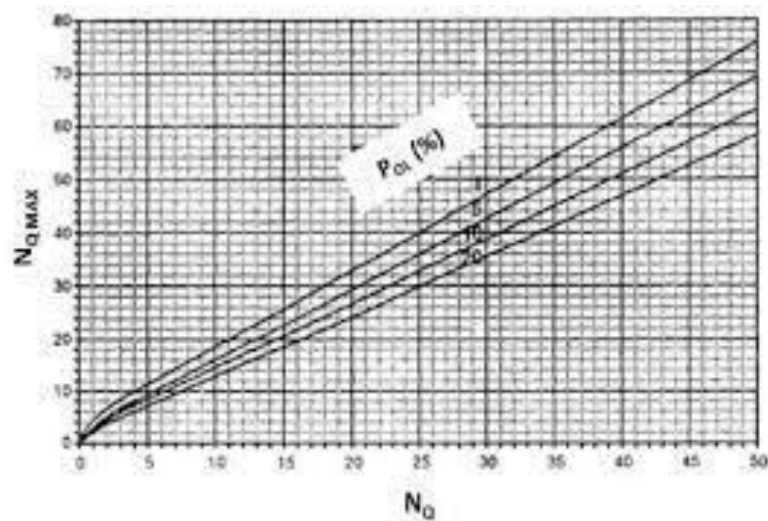
Keterangan :

QL = Panjang antrean

NQ_{MAX} = Jumlah antrean maksimum

W_{masuk} = Lebar masuk

Berikut ini adalah grafik perhitungan jumlah antrean (NQ_{max}) dalam smp dapat dilihat pada Gambar 1.1:



Gambar 3. 6 Grafik Perhitungan Jumlah Antrean (N_{Qmax}) dalam smp
(Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

3.1.6 Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan pada suatu simpang terdiri dari tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG). Nilai tundaan suatu simpang dapat dihitung dengan persamaan 3.19, 3.20, dan 3.21 berikut ini.

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (3.19)$$

$$DT_j = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad (3.20)$$

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad (3.21)$$

Keterangan :

DT_j = Tundaan lalu lintas (det/smp)

DG_j = Tundaan geometri (det/smp)

c = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

P_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

3.1.7 Angka Henti

Angka henti (NS) adalah jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrean) sebelum melewati suatu simpang. Nilai angka henti dapat diketahui melalui persamaan 3.22 berikut ini.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (3.22)$$

Keterangan :

NS : Angka henti

NQ : Jumlah antrean

Q : Arus lalu lintas (smp/jam)

c : Waktu siklus (detik)

3.2 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan simpang merupakan kemampuan persimpangan dalam menampung arus lalu lintas, biasanya digunakan sebagai alat ukur akibat dari peningkatan volume. Menurut HCM 2000 kriteria tingkat pelayanan dibagi menjadi dua yaitu persimpangan dengan tanda STOP dan tanda pemberi jalan (Praycilia Inri Badar, 2014). Tingkat pelayanan simpang digolongkan antara A sampai F berdasarkan kontrol tundaan, jika volume meningkat maka akan berbanding terbalik dengan tingkat pelayanan simpang yang menurun.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas persimpangan. Tingkat pelayanan atau *Level Of Service (LOS)* berdasarkan tundaan rata-rata simpang dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 4 Tingkat Pelayanan pada Simpang Bersinyal

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

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: 96 (2015)

3.3 Penggunaan *PTV VISSIM* untuk Simulasi Lalu-Lintas

VISSIM adalah perangkat lunak untuk mensimulasikan aliran lalu lintas multi-moda termasuk *heavy rail, tram, tram, light Rail Transit (LRT)*, angkutan barang, bus, mobil, sepeda motor, hingga pejalan kaki. Perangkat lunak *VISSIM* akan menganalisis permasalahan seperti komposisi kendaraan, konfigurasi jalur, sinyal lalu lintas, dan lain-lain, sehingga *VISSIM* berguna untuk mengevaluasi berbagai alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan keefektifan PTV-AG (2011). Input data dasar kendaraan.

Kondisi lalu lintas dalam hal ini kendaraan yang melintas pada simpang merupakan variabel yang harus disediakan dalam simulasi lalu lintas menggunakan software *VISSIM*. Data-data kendaraan yang harus diinput kedalam software *VISSIM* antara lain.

1. *Vehicle Composition*

Komposisi kendaraan pada jalan perkotaan dibagi menjadi 4 jenis sebagai berikut.

a. Sepeda Motor (*Motor Cycle = MC*)

Yaitu kendaraan bermotor dengan dua roda dan kendaraan tiga roda.

b. Kendaraan ringan (*Light Vehicles = LV*)

Kendaraan yang memiliki klasifikasi 2 as, memiliki 4 roda dengan jarak as 2 – 3 M termasuk mobil penumpang, mikro bus, pick-up, truck kecil dan yang lainnya sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.

c. Kendaraan berat (*Heavy Vehicles = HV*)

Kendaraan yang memiliki klasifikasi jarak as lebih dari 3,5 M, biasanya memiliki roda lebih dari empat seperti bus, truk, truk kombinasi dan yang lainnya sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.

d. Kendaraan tak bermotor / *un motorized* (UM)

Kendaraan yang memiliki klasifikasi menggunakan tenaga manusia atau hewan, contohnya adalah becak, sepeda, delman, dan lain sebagainya.

2. Arteri Simulasi

- a. Model jaringan jalan,
- b. Simulasi persimpangan terhadap semua mode kendaraan,
- c. Analisis karakteristik antrean, dan
- d. Desain waktu sinyal.

3. Simulasi Transportasi Publik

- a. Semua model untuk bus, *BRT*, *Tram*, *LRT*, dan *MRT*,
- b. Analisis peningkatan operasi transportasi publik tertentu, dan
- c. Menguji dan mengoptimalkan standar waktu bersinyal transportasi publik menurut prioritas perencanaan.

4. Simulasi pejalan kaki

- a. Model pejalan kaki di lingkungan multimodal, dan
- b. Perencanaan evakuasi dari bangunan dan acara khusus.

3.3.1 Kalibrasi dan Validasi Data

Kalibrasi adalah proses penyesuaian komponen model simulasi dengan data yang ada di lapangan, sehingga komponen model simulasi dapat mewakili data yang ada di lapangan secara efektif dan akurat. Validasi merupakan perbandingan data yang ada di lapangan dengan hasil simulasi dengan menggunakan *software VISSIM* dengan metode *trial and error* sampai tercapai perilaku pengemudi yang sesuai dengan karakteristik yang direncanakan. Proses perubahan pada *Driving*

Behavior dilakukan beberapa kali dan melakukan beberapa *trial dan error* sampai data pada *software VISSIM* mendekati dengan data yang ada di lapangan.

Dalam melakukan kalibrasi dan validasi metode yang akan digunakan adalah dengan menggunakan rumus statistik GEH. GEH adalah singkatan dari nama penemu rumus yaitu *Geoffrey E. Havers*. Rumus statistik GEH merupakan modifikasi rumus dari *Chi-squared* dengan memperhitungkan nilai relatif dan mutlak. Berikut adalah rumus GEH yang memiliki syarat nilai *trial and error* yang dihasilkan seperti pada tabel 3.5.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (3.23)$$

Tabel 3. 5 Standar Perhitungan Persamaan GEH

GEH < 5.0	Diterima
5.0 ≤ GEH ≤ 10.0	Peringatan : kemungkinan model eror atau data buruk
GEH > 10.0	Ditolak

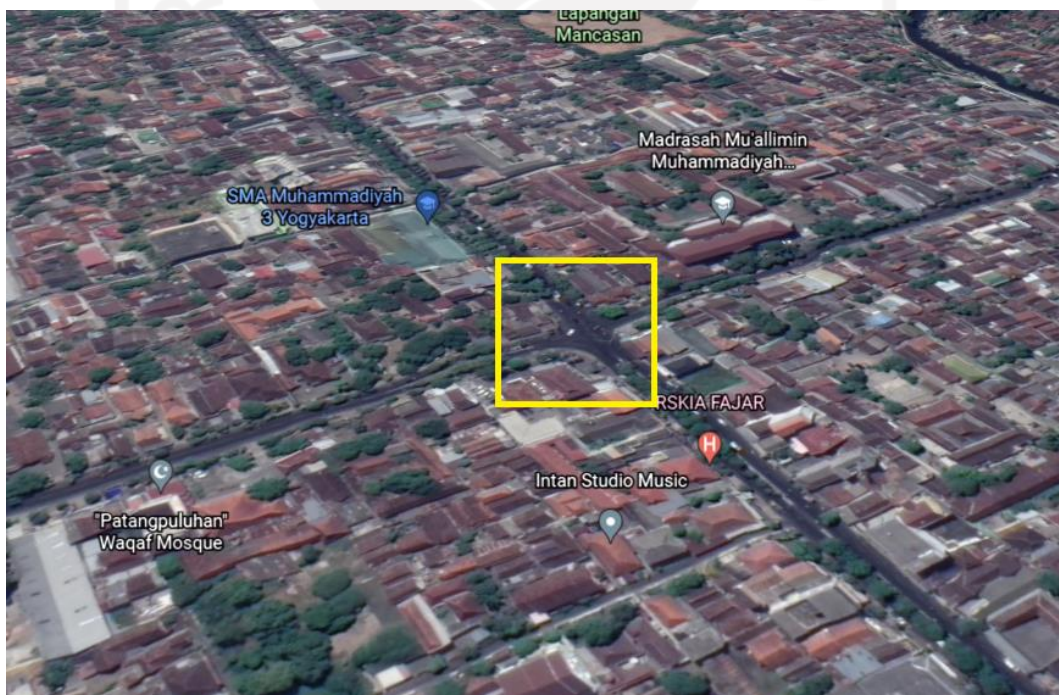
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan pada tugas akhir ini adalah studi kasus, pada pelaksanaannya yang dilakukan adalah menyelidiki, menggali, memecahkan suatu peristiwa, dan aktivitas, serta permasalahan yang ada pada proyek tersebut.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di simpang empat bersinyal Patangpuluhan yang terletak di persimpangan Jalan Letjen S.Parman dan Jalan Bugisan, Kecamatan Wirobrajan, Kota Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berikut ini adalah peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2 berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian

(Sumber : *Google Earth*, 2020)



Gambar 4. 2 Lokasi Penelitian

4.3 Data Penelitian

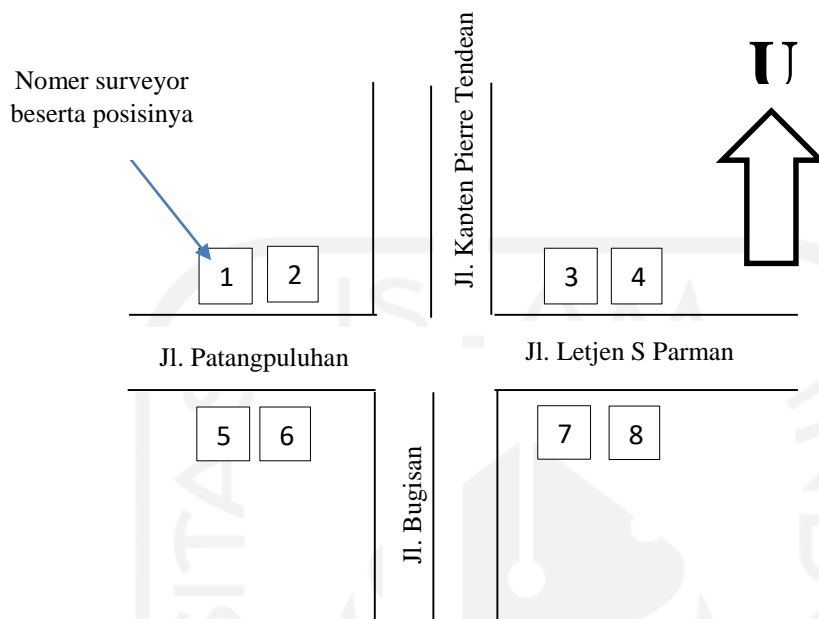
Pada penelitian tugas akhir ini terdapat 2 jenis data yang diambil yaitu data primer dan data sekunder. Menurut (Sugiyono, 2017) data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Sedangkan data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Jenis data yang didapatkan secara langsung dari sumber aslinya yang dapat berupa wawancara, jajak pendapat, hasil observasi dari suatu objek, kejadian, atau hasil pengujian (benda). Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui perantara yang dapat berupa buku, jurnal, arsip dan lain-lain. Data penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Data Penelitian

Data Primer	Data Sekunder
a. Sinyal lalu lintas b. Kecepatan kendaraan yang melintas c. Data geometri (jumlah lajur, tipe lajur) d. Data volume kendaraan di tiap ruas jalan e. Panjang antrean f. Perilaku berkendara g. Waktu siklus eksisting h. <i>Traffic behaviour</i>	a. Peta Lokasi, Simpang Empat Patangpuluhan, Kabupaten Wirobrajan, Yogyakarta

4.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dibutuhkan dalam menganalisis kondisi lalu lintas pada simpang bersinyal Simpang Empat Patangpuluhan adalah survei lapangan. Pada survei lapangan ini akan didapatkan data primer berupa sinyal lalu lintas, jenis kendaraan, kecepatan kendaraan, volume kendaraan, dan perilaku berlalu lintas. Data sekunder dapat diperoleh dari beberapa sumber yang dapat di pertanggungjawabkan seperti jurnal, *Google Maps*, *Google Earth* buku, dan lain-lain. Lokasi Penempatan *surveyor* dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4. 3 Peta Lokasi Penempatan *Surveyor*

Lokasi penempatan *surveyor* dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Penjelasan Gambar Lokasi Penempatan *Surveyor*

Nomer <i>Surveyor</i>	Keterangan
1	LV dan HV menuju arah Utara
2	MC Menuju arah Utara
3	LV dan HV menuju arah Timur
4	MC menuju arah Timur
5	LV dan HV menuju Barat
6	MC menuju arah Barat
7	LV dan HV menuju arah Selatan
8	MC menuju arah Selatan

Keterangan :

LV = Kendaraan Ringan (*Light Vehicle*)

HV = Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle*)

MC = Sepeda Motor (*Motor Cycle*)

Survei data lokasi mempertimbangkan kondisi sebagai berikut.

1. Pembagian jalur yang jelas untuk memudahkan pengamat menentukan apakah kendaraan telah masuk atau keluar persimpangan
2. Pembagian titik referensi untuk mengetahui kendaraan tersebut sudah memasuki atau keluar persimpangan, dan
3. Tempat observasi yang terbuka dan dekat dengan persimpangan sehingga pengamat dapat melihat jelas titik referensi yang ditentukan.

4.4.1 Peralatan Yang Digunakan

Tugas Akhir ini membutuhkan alat untuk menunjang pengumpulan data dengan survei lapangan. Beberapa alat yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Formulir survei,
2. *Speed Gun*,
3. Alat ukur dimensi,
4. Alat Tulis,
5. Alat penghitung manual, dan
6. Peralatan penunjang lainnya.

4.4.2 Waktu Pelaksanaan Survei

Pelaksanaan Survei dilakukan dengan cara mencatat secara manual kendaraan yang melewati simpang untuk masing-masing pergerakan (belok kiri, belok kanan, dan lurus) menurut kelompok kendaraan seperti kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC). Pencatat diberikan formulir, alat tulis, dan alat penghitung manual kemudian di tempatkan pada lokasi survei, kemudian survei

dilakukan pada hari kerja dan pada hari libur dengan beberapa waktu sebagai berikut.

1. Pagi hari antara pukul 07.00 WIB – 10.00 WIB dianggap sebagai waktu awal melakukan aktivitas.
2. Siang hari antara pukul 11.00 WIB – 14.00 WIB dianggap sebagai waktu istirahat para pekerja.
3. Sore hari antara pukul 15.00 WIB – 18.00 WIB dianggap sebagai waktu pulang beraktivitas.

Penetapan waktu pelaksanaan survei berdasarkan pertimbangan bahwa survei dapat mewakili hari puncak kesibukan di wilayah Simpang Empat Patangpuluhan dalam satu minggu.

4.4.3 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data yang akan dilaksanakan yaitu menggunakan metode survei lokasi, adapun survei yang dilakukan sebagai berikut.

1. Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas Simpang Patangpuluhan dilaksanakan untuk mencatat volume kendaraan melalui titik pengamatan untuk mendapatkan arus lalu lintas. Survei ini dilaksanakan terhadap kendaraan yang sudah ditetapkan dengan interval waktu 15 menit.

2. Geometri Ruas dan Simpang

Survei yang dilaksanakan yaitu survei lebar jalan, jumlah lajur dan jalur jalan, trotoar dan median jalan pada ruas dan simpang.

3. Kecepatan Kendaraan

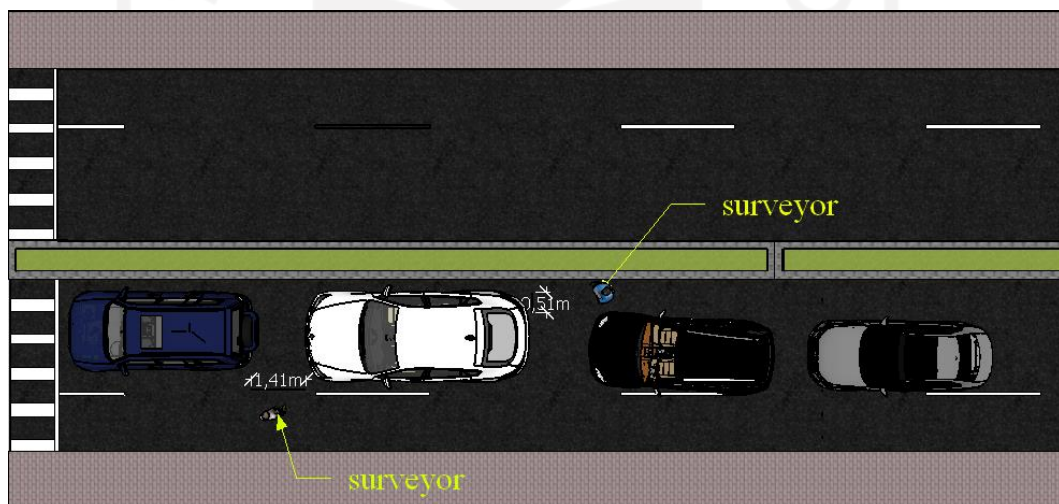
Metode pelaksanaan survei kecepatan kendaraan menggunakan *speed radar gun*. *Speed radar gun* dilakukan dengan cara *surveyor* berada di titik yang sudah ditetapkan yaitu 100 meter ke arah selatan, utara, barat dan timur simpang jalan Bugisan, kemudian *surveyor* menembak dengan *speed radar gun* yang menghasilkan data yang akan dicatat.

4. Sinyal Lalu lintas dan Fase Simpang

Survei sinyal lalu lintas dan fase simpang dilakukan menggunakan pengamatan langsung dengan menggunakan cara *stopwatch* yang dihitung langsung untuk mendapatkan waktu APILL.

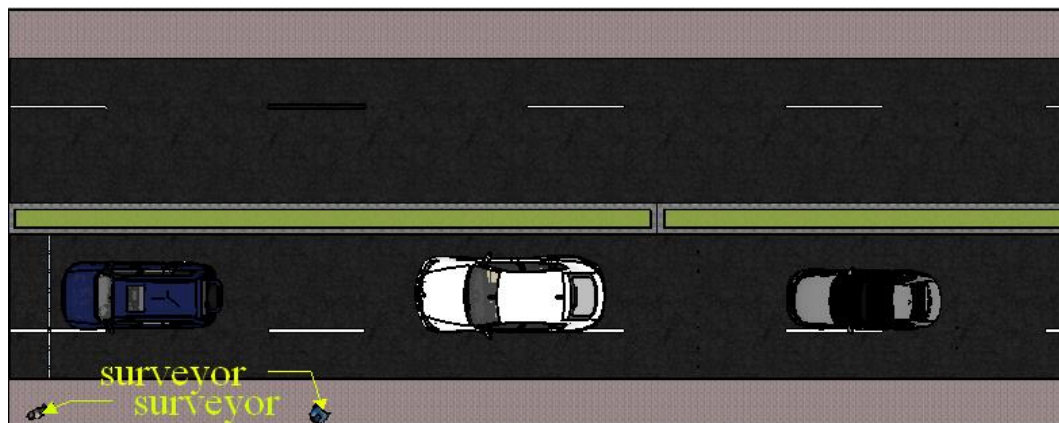
5. Perilaku Berkendara (*Driving Behavior*)

Survei perilaku berkendara dibutuhkan untuk input pada pemodelan *vissim*, survey ini dibagi menjadi 2 tipe pengukuran, yaitu ketika kendaraan berhenti dan saat kendaraan sedang melaju. Pengukuran pada kendaraan dilakukan dengan cara mengukur jarak antar kendaraan dari arah depan, belakang dan samping sebanyak 30 sampel. Sampel yang diambil akan dianalisis dan dirata-rata sehingga akan didapatkan data yang dapat diproses pada mikrosimulasi *VISSIM*. Berikut posisi pengamatan pada perilaku berkendara dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan 4.5.



Gambar 4. 4 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (berhenti)

Pengamatan perilaku berkendara saat kendaraan berhenti dilakukan oleh 2 orang *surveyor* yang berada di dekat persimpangan. *Surveyor* bertugas mengukur jarak depan, belakang, dan samping antar kendaraan berdasarkan jenisnya (SM, KR, dan KB) sebanyak 20 sampel.



Gambar 4. 5 Posisi Pengamatan Perilaku Berkendara (Melaju)

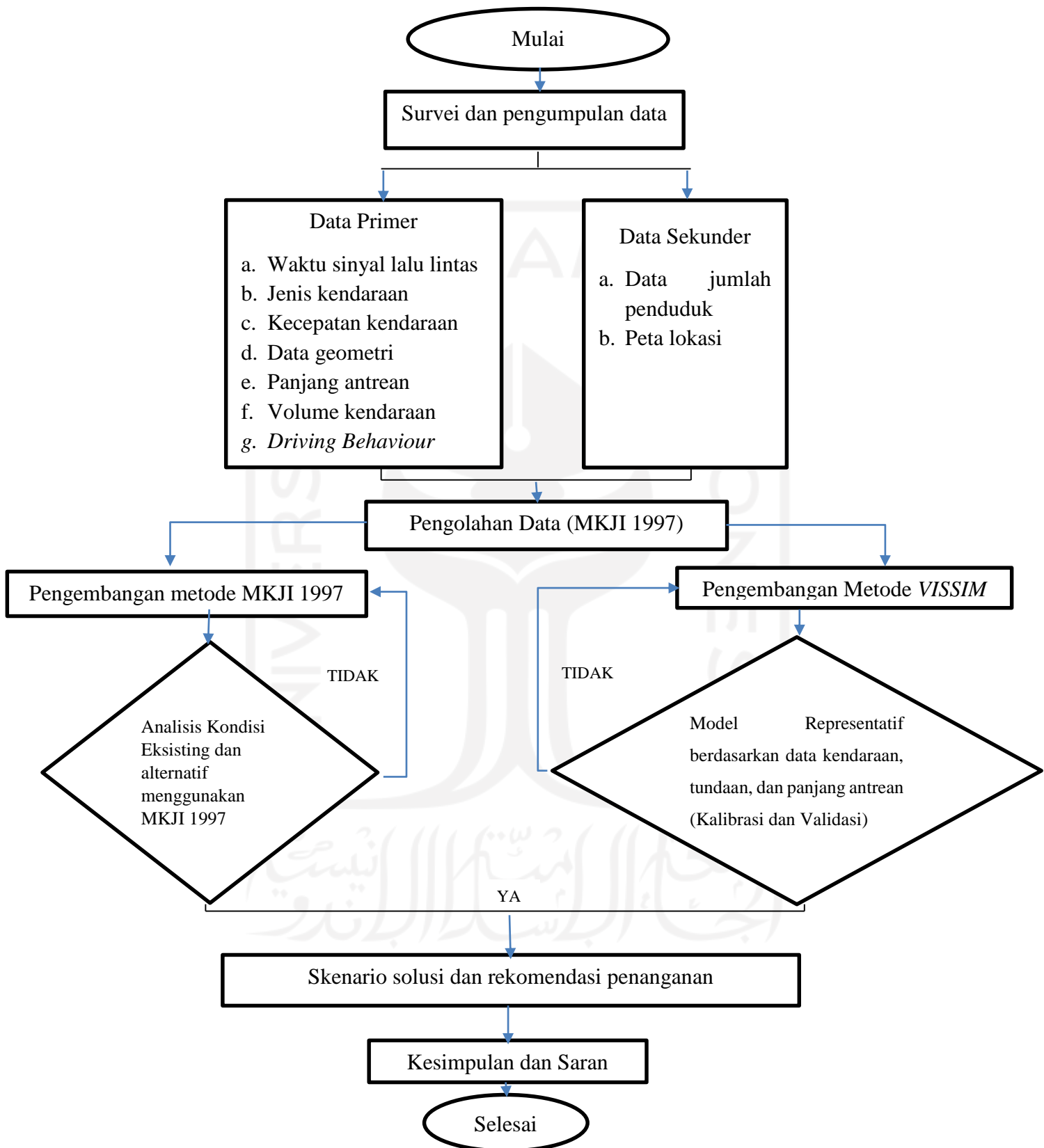
Pengamatan perilaku berkendara saat kendaraan berjalan dilakukan oleh 2 orang *surveyor* yang mensurvei dengan jarak 200 m dari simpang. Keduanya bertugas mengukur jarak depan, belakang dan samping kendaraan yang melintas. Dalam pengukurannya akan digunakan garis bantu yang dibuat setiap 50 cm kemudian *surveyor* membaca dan memperkirakan ukuran yang sudah dibuat berdasarkan garis bantu sebanyak 20 sampel setiap tipe kendaraan (SM, KR, dan KB).

4.5 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel untuk menghitung data tundaan, panjang antrean, volume, dan lain-lain. Data yang diperoleh pada Simpang Empat Patangpuluhan Yogyakarta tersebut kemudian dilakukan simulasi lalu lintas menggunakan *software* VISSIM.

4.6 Tahapan Penelitian

Penelitian tentang evaluasi kinerja simpang Simpang Empat Patangpuluhan ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Untuk lebih jelasnya tahapan penelitian ditunjukkan seperti pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Bagan Alir Kerangka Proses Penelitian

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Hasil Penelitian

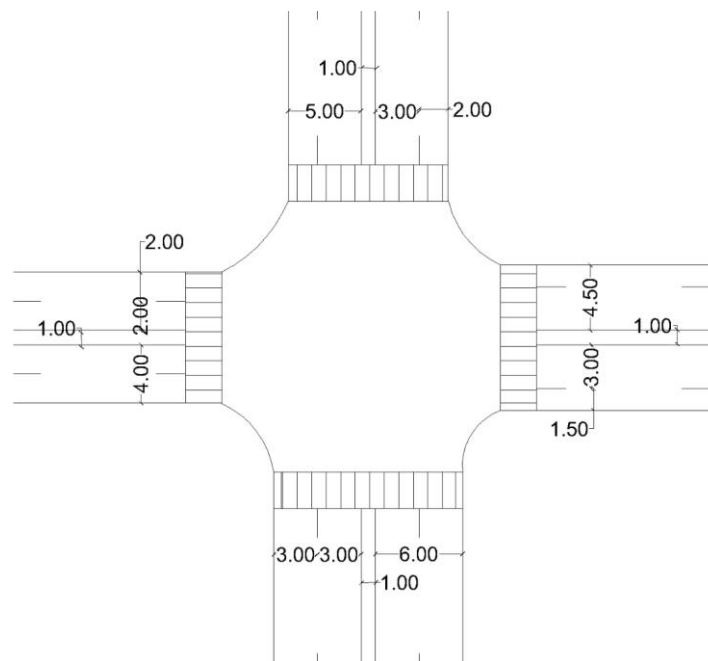
Data pada penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer yang diperoleh berupa data pengamatan langsung di lapangan yaitu data Geometri, volume lalu lintas, waktu sinyal, data kecepatan, data jenis kendaraan, dan data *driving behavior*. Data sekunder diperoleh dari *Google Maps*, dan *Google earth* yang berupa peta lokasi penelitian.

5.1.1 Geometri Simpang

Data geometri simpang berupa data dimensi pada simpang yang diamati seperti tipe lajur tiap ruas, lebar pendekat per lajur, dan lebar median jalan tiap ruas. Data geometri simpang merupakan hasil pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan. Data geometri Geometri Simpang Empat Patangpuluhan dan lebar pendekat masing-masing ruas disajikan pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 berikut.

Tabel 5. 1 Data Geometri Geometri Simpang Empat Patangpuluhan

Ruas Jalan	Tipe Lajur	Lebar Lajur Pendekat Masuk (m)	Lebar Lajur Pendekat Keluar (m)	Lebar Median (m)
Jl. Kapten Pierre Tendean (U)	4/2 D	3	6	1
Jl. Bugisan (S)	4/2 D	6	5	1
Jl. Letjen S Parman (T)	4/2 D	4,5	4	1
Jl. Patangpuluhan (B)	4/2 D	2	4,5	1



Gambar 5. 1 Geometri Simpang Empat Patangpuluhan

Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan selama dua hari yaitu pada hari Ahad (20 Juni 2021) yang mewakili data akhir pekan dan hari Senin (21 Juni 2021) yang mewakili data hari kerja. Volume lalu lintas setiap ruas dilakukan pada saat jam sibuk kemudian dihitung, dibandingkan dan diambil nilai maksimum untuk dilakukan analisis volume lalu lintas. Data volume lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Data Volume Lalu Lintas

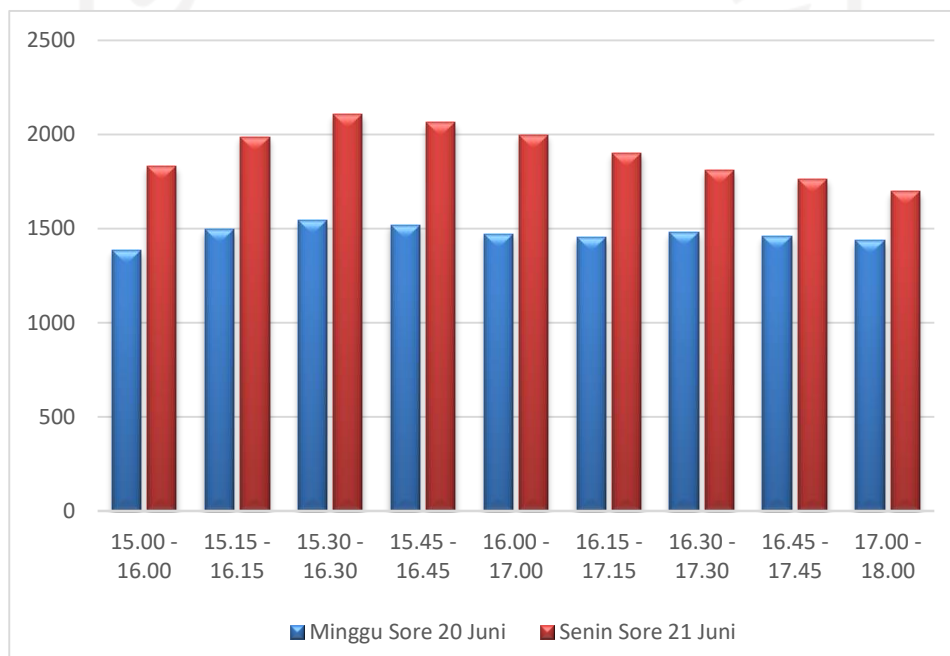
Periode Waktu	Volume Lalu Lintas (smp/jam)	
	Akhir Pekan 20 Juni 2021	Hari Kerja 21 Juni 2021
PAGI		
07.00 - 08.00	912	1604
07.15 - 08.15	994	1743
07.30 - 08.30	1071	1791
07.45 - 08.45	1128	1763

Lanjutan Tabel 5.2 Data Volume Lalu Lintas

Periode Waktu	Volume Lalu Lintas (smp/jam)	
	Akhir Pekan 20 Juni 2021	Hari Kerja 21 Juni 2021
PAGI		
08.00 – 09.00	1192	1689
08.15 – 09.15	1243	1698
08.30 – 09.30	1249	1745
08.45 – 09.45	1289	1779
09.00 – 10.00	1391	1866
SIANG		
11.00 – 12.00	1179	1626
11.15 – 12.15	1164	1655
11.30 – 12.30	1209	1665
11.45 – 12.45	1230	1706
12.00 - 13.00	1283	1765
12.15 - 13.15	1267	1742
12.30 – 13.30	1189	1668
12.45 – 13.45	1129	1586
13.00 – 14.00	1093	1518
SORE		
15.00 – 16.00	1384	1832
15.15 – 16.15	1497	1985
15.30 – 16.30	1541	2107
15.45 – 16.45	1519	2063
16.00 – 17.00	1472	1995
16.15 – 17.15	1452	1902
16.30 – 17.30	1479	1812
16.45 – 17.45	1459	1764

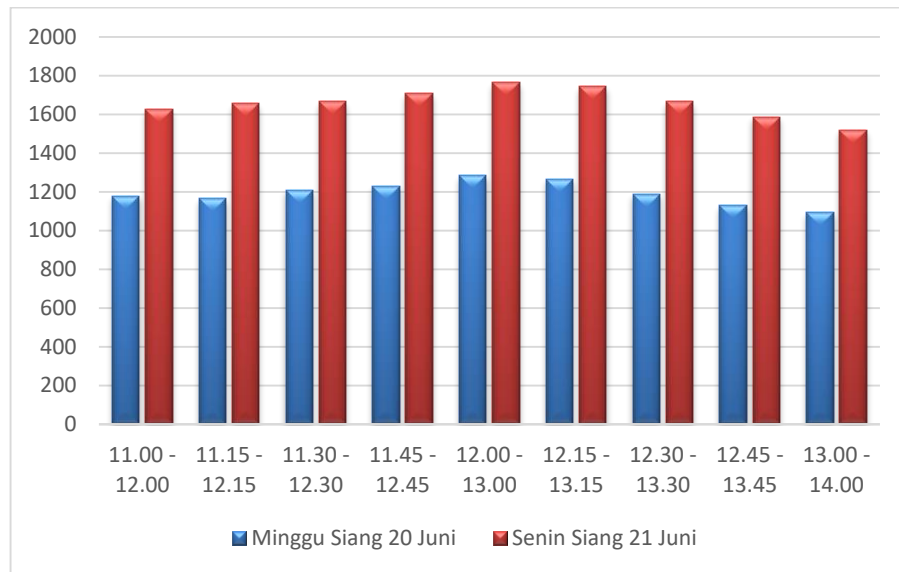
Periode Waktu	Volume Lalu Lintas (smp/jam)	
	Akhir Pekan 20 Juni 2021	Hari Kerja 21 Juni 2021
17.00 – 18.00	1437	1699

Visualisasi untuk data volume lalu lintas di atas, disajikan grafik volume lalu lintas pada setiap periode. Grafik volume lalu lintas pada periode pagi hari dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.



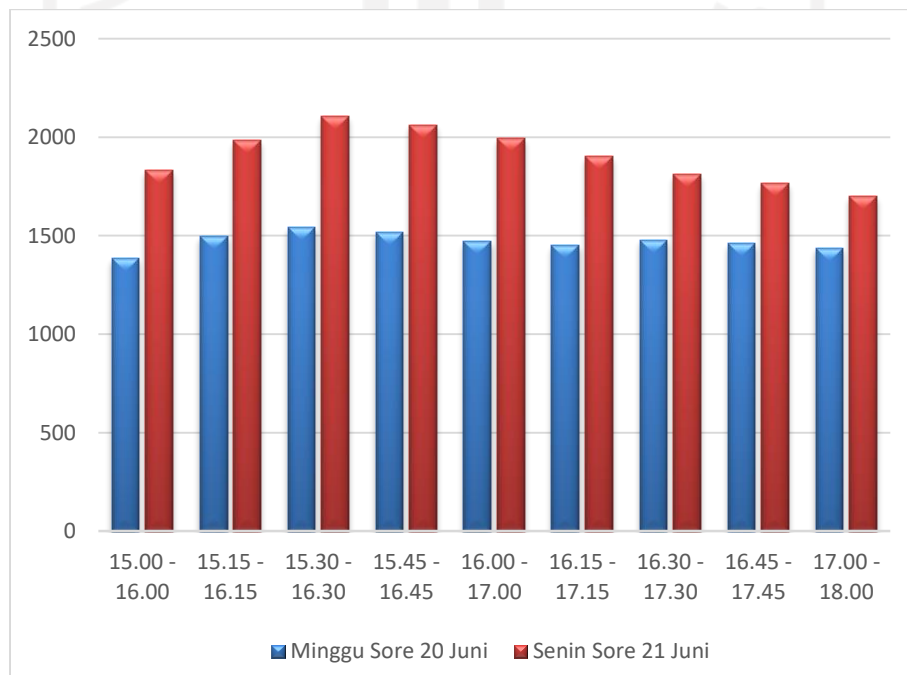
Gambar 5. 2 Data Volume Lalu Lintas Pagi

Mengacu Gambar 5.2 didapatkan hasil jam puncak periode pagi hari yaitu pada hari Senin 21 juni 2021 pada periode pukul 09.00 – 10.00 WIB sebesar 1866 smp/jam. Gambar grafik volume lalu lintas pada periode siang hari dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5. 3 Data Volume Lalu Lintas Siang

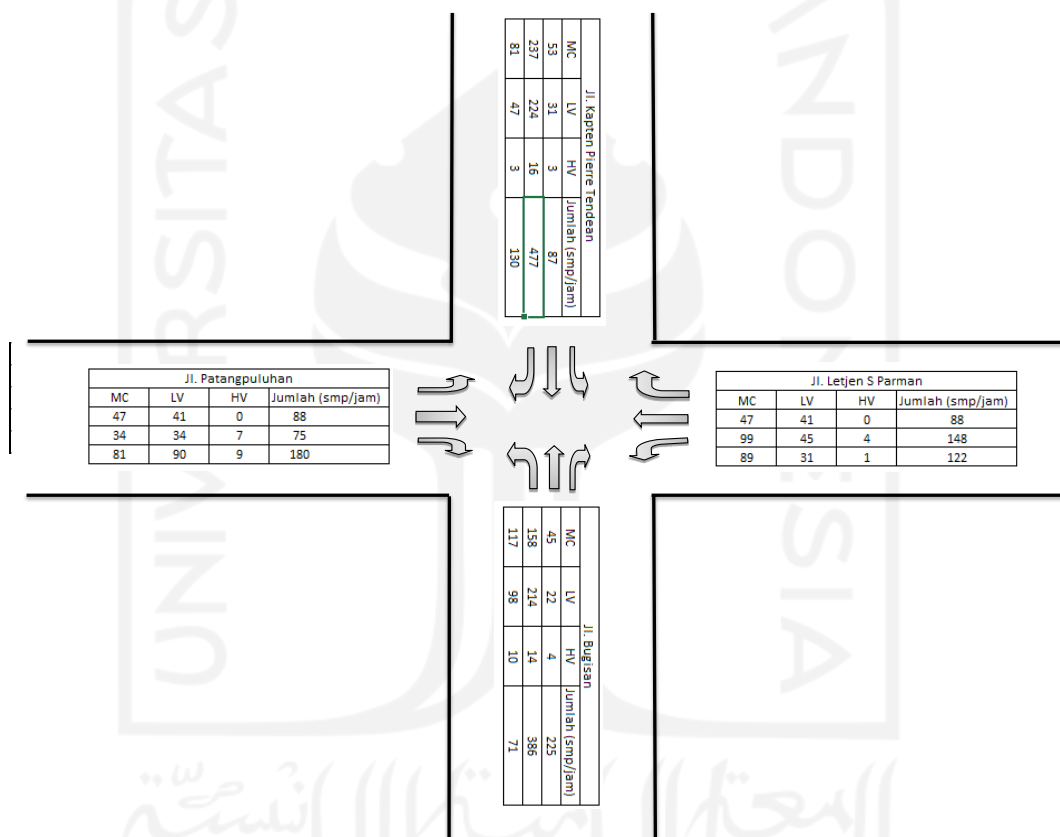
Mengacu Gambar 5.3 di atas diperoleh jam puncak periode waktu siang hari yaitu pada hari Senin, 21 juni 2021 pada periode waktu pukul 12.00 – 13.00 WIB sebesar 1765 smp/jam. Gambar grafik volume lalu lintas pada periode sore hari dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5. 4 Data Volume Lalu Lintas Sore

Mengacu Gambar 5.4 diperoleh jam puncak periode sore hari yaitu pada hari Senin, 21 juni 2021 pada pukul 15.30 – 16.30 WIB sebesar 2107 smp/jam. Dari ketiga data periode waktu di atas, maka diperoleh periode jam puncak keseluruhan yang terjadi adalah pada periode waktu sore hari Senin, 21 Juni 2021 pada pukul 15.30 – 16.30 dengan volume total adalah 2107 smp/jam.

Berikut adalah distribusi pergerakan arus lalu lintas pada setiap lengan simpang yang terjadi pada jam puncak yang divisualisasikan melalui Gambar 5.5.



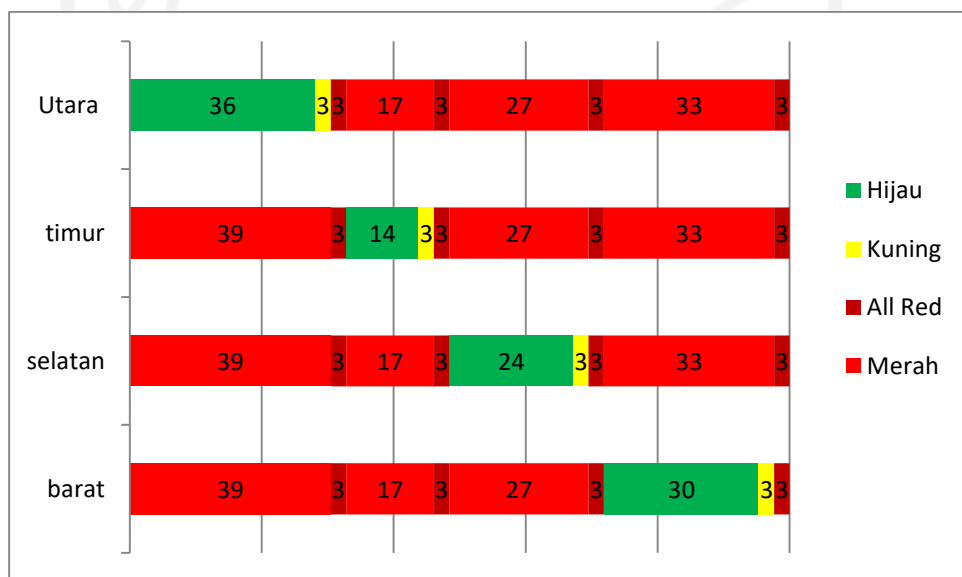
Gambar 5. 5 Distribusi Arus pada Jam Puncak (smp/jam)

5.1.2 Sinyal Lalu Lintas

Waktu siklus sinyal lalu lintas diambil melalui pengamatan langsung di lapangan dan dilakukan pada jam puncak volume kendaraan. Data sinyal lalu lintas pada Simpang Patangpuluhan Yogyakarta dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.6 berikut.

Tabel 5. 3 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Kondisi Eksisting

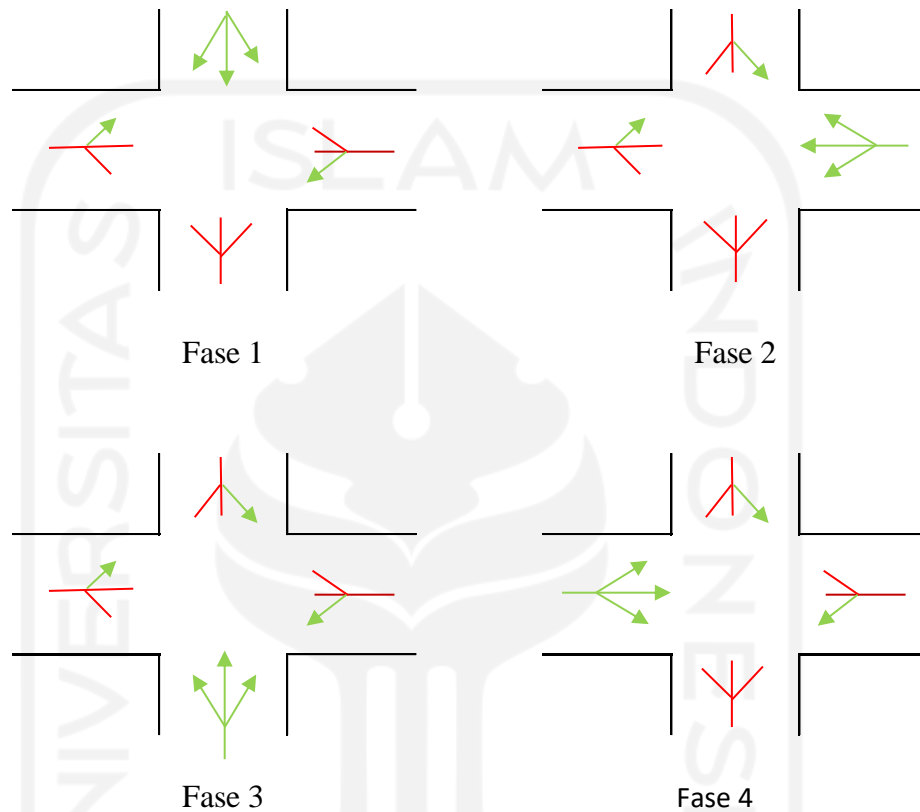
Lengan	Waktu (detik)				Waktu Siklus(detik)
	Merah	Hijau	Kuning	All Red	
Utara	86	36	3	3	128
Timur	108	14	3	3	128
Selatan	98	24	3	3	128
Barat	92	30	3	3	128



utara	36	39	42	
timur	56	59	62	
selatan	86	89	92	
barat	122	125	128	

Gambar 5. 6 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Kondisi Eksisting

Fase sinyal kondisi *eksisting* pada Simpang Patangpuluhan Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Kondisi *Eksisting*

5.1.3 *Driving Behavior*

Driving Behavior adalah perilaku pengemudi dalam berkendara yang diidentifikasi dalam jarak antar kendaraan. Data *Driving Behavior* diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan dengan cara menghitung jarak antar kendaraan depan – belakang, kiri – kanan, baik dalam keadaan kendaraan diam atau kendaraan bergerak. Data *driving behavior* dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 4 Data *Driving Behavior*

Jumlah Sampel Kendaraan Ringan	Depan Belakang (<i>Following</i>) Kendaraan Berhenti (m)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berhenti (m)	Depan Belakang (<i>Following</i>) Kendaraan Berjalan (m)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berjalan (m)
1	0,4	0,6	0,8	0,4
2	0,6	0,4	0,5	0,5
3	0,5	0,4	0,5	0,4
4	0,4	0,45	0,6	0,5
5	0,8	0,41	0,9	0,4
6	0,4	0,38	2	1
7	0,7	0,2	1	0,4
8	0,6	0,4	1	0,8
9	0,5	0,4	1	0,4
10	0,6	0,5	0,8	0,7
11	0,7	0,4	0,8	0,9
12	0,4	0,6	0,7	0,7
13	0,3	0,2	1	0,4
14	0,7	0,4	1	0,5
15	0,7	0,35	1,5	0,6
16	0,8	0,4	1	1,5
17	0,9	0,45	1	0,5
18	0,8	0,45	0,8	0,9
19	0,7	0,5	1,3	0,8
20	0,9	0,33	1,2	0,5
21	0,6	0,3	2	0,4
22	0,8	0,35	1	0,5
23	0,45	0,35	1,2	0,4

Lanjutan Tabel 5.4 Data *Drving Behavior*

Jumlah Sampel Kendaraan Ringan	Depan Belakang (<i>Following</i>) Kendaraan Berhenti (m)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berhenti (m)	Depan Belakang (<i>Following</i>) Kendaraan Berjalan (m)	Berdampingan (<i>Lateral</i>) Kendaraan Berjalan (m)
24	0,5	0,42	1,3	1
25	0,4	0,42	1	0,8
26	0,8	0,44	1,5	0,7
27	0,5	0,4	1,5	0,8
28	0,4	0,34	1	0,5
29	0,7	0,3	1,5	0,4
30	0,5	0,5	1	0,7
Rerata	0.6	-	1	-
Min	-	0,2	-	0.4

Berdasarkan Tabel 5.4 diperoleh jarak rata-rata depan-belakang ketika kendaraan berhenti adalah 1 meter, jarak minimum berdampingan kanan dan kiri ketika kendaraan berhenti adalah 0,2 meter, jarak rata-rata depan dan belakang ketika kendaraan berjalan adalah 1 meter, dan jarak minimum berdampingan kiri dan kanan ketika kendaraan berjalan adalah 0,4 meter. Hasil tersebut kemudian akan diinput kedalam *VISSIM*.

5.2 Analisis Perhitungan Menggunakan Metode MKJI

5.2.1 Analisis Perhitungan Kondisi *Eksisting*

1. Arus Jenuh

Berikut adalah contoh perhitungan kapasitas simpang bersinyal Lengan Barat Simpang Patangpuluhan.

$$\begin{aligned}
 C &= S \times \left(\frac{g}{c}\right) \\
 S &= S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{Lt} \times F_{Rt} \\
 S_o &= 780 \times W_e \text{ (Munawar, 2004)} \\
 &= 780 \times 2 \\
 &= 1560 \text{ smp/jam hijau} \\
 F_{CS} &= \text{faktor ukuran kota termasuk wilayah Kota Yogyakarta yang memiliki jumlah penduduk 435.936 (2020) (BAPPEDA DIY, 2020). Dilihat pada Tabel 3.2 sehingga } F_{CS} \text{ Kota Yogyakarta adalah 0,83.} \\
 F_{SF} &= \text{faktor hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3.3, termasuk dalam wilayah komersil, dengan rasio kendaraan tak bermotor 0,05 dan terlindung, sehingga } F_{SF} \text{ Simpang Empat Patangpuluhan adalah 0,91.} \\
 F_G &= \text{faktor kelandaian, kelandaian pada Simpang Empat Patangpuluhan adalah 0, kemudian dapat dilihat pada Gambar 3.1, sehingga hasil faktor kelandaian pada Simpang Empat Patangpuluhan adalah 1.} \\
 F_P &= \text{jarak parkir pada Simpang Empat Patangpuluhan adalah 0 karena tidak adanya kendaraan parkir di sekitar Simpang, kemudian dapat dilihat pada Gambar 3.2, sehingga faktor parkir Simpang Empat Patangpuluhan adalah 1.} \\
 F_{LT} &= \text{faktor penyesuaian belok kiri pada Simpang Empat Patangpuluhan adalah 1 karena terdapat belok kiri langsung} \\
 F_{RT} &= \text{faktor penyesuaian belok kanan pada Simpang Empat Patangpuluhan adalah 1 karena terdapat Median} \\
 S &= S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \\
 S &= 1560 \times 1 \times 0,83 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1S = 1178,268 \text{ smp/jam hijau}
 \end{aligned}$$

2. Rasio Arus Jenuh Simpang

Rasio arus jenuh simpang merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dengan arus jenuh kendaraan, sehingga rasio arus jenuh Simpang Patangpuluhan Lengan Barat sebagai berikut.

$$FR = \frac{Q}{S}$$

$$FR = \frac{285,20}{1178,268}$$

$$FR = 0,242$$

3. Rasio arus simpang

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

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

$$IFR = 0,319 + 0,135 + 0,206 + 0,242$$

$$IFR = 0,9$$

4. Rasio fase

Rasio fase merupakan perbandingan antara rasio arus jenuh kritis dengan rasio arus simpang. Sehingga rasio fase (PR) Lengan Barat dapat dihitung sebagai berikut.

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR}$$

$$PR = \frac{0,245}{0,9}$$

$$PR = 0,269$$

5. Kapasitas

Kapasitas masing-masing pendekat adalah perbandingan antara kapasitas dasar dengan rasio waktu hijau. Sehingga nilai Kapasitas (C) Lengan Barat dapat dihitung sebagai berikut.

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

$$C = 1178,2 \times \frac{30}{128}$$

$$C = 276,16 \text{ smp/jam}$$

6. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan perbandingan volume lalu lintas dengan kapasitas jalan. Berikut adalah contoh perhitungan DS pada Lengan Barat.

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{285,20}{276,16}$$

$$DS = 1,033$$

7. Panjang Antrean

Panjang antrean adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simpang tiap jalur saat nyala lampu merah (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) Berikut adalah contoh perhitungan panjang antrean Lengan Barat.

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0,5:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{C}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 276,16 \times \left[(1,033 - 1) + \sqrt{(1,033 - 1)^2 + \frac{8 \cdot (1,033 - 0,5)}{276,16}} \right]$$

$$NQ_1 = 11,131 \text{ smp/jam}$$

$$NQ_2 = 128 \times \frac{1 - 0,234}{1 - 0,234 \times 1,033} \times \frac{285,2}{3600}$$

$$NQ_2 = 10,243 \text{ smp/jam}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 11,131 + 10,243$$

$$NQ = 21,374 \text{ smp/jam}$$

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{w \text{ masuk}}$$

$$QL = 30,03 \times \frac{20}{2}$$

$$QL = 300 \text{ meter}$$

8. Angkat Henti (NS)

Angka henti (NS) pada masing – masing pendekatan adalah jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp termasuk henti yang berulang dalam antrean sebelum melewati suatu simpang. Berikut adalah contoh perhitungan angka henti pada Lengan Barat.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{21.374}{285,2 \times 128} \times 3600$$

$$NS = 1,892$$

$$N_{sv} = Q \times NS$$

$$N_{sv} = 285,2 \times 1,892$$

$$N_{sv} = 541,023 \text{ smp/jam}$$

9. Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal, yaitu Tundaan lalu lintas (DT) dan Tundaan geometri (DG). Berikut adalah contoh perhitungan Tundaan pada Lengan Barat.

$$DT_j = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

$$DT_j = 128 \times \frac{0,5 \times (1-0,234)^2}{(1-0,234 \times 1,033)} + \frac{11,131 \times 3600}{276,16}$$

$$DT_j = 194,596 \text{ detik/smp}$$

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

$$DG_j = (1 - 1,897) \times 0,483 \times 6 + (1,897 \times 4)$$

$$DG_j = 4,986 \text{ detik/smp}$$

$$D_j = DT_j + DG_j$$

$$D_j = 194,596 + 4,986$$

$$D_j = 199,582 \text{ detik/smp}$$

$$D_{rerata} = \frac{D_j \times Q}{\sum Q}$$

$$D_{rerata} = \frac{199,582 \times 285,2}{1888,8}$$

$$D_{rerata} = 30,136 \text{ detik/smp}$$

Hasil dari perhitungan dengan contoh Lengan Barat Simpang Patangpuluhan sudah didapatkan, Tabel 5.5 berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan analisis Simpang Patangpuluhan kondisi *eksisting* dengan metode MKJI.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Kondisi
Eksisting

		Utara	Timur	Selatan	Barat
Tipe Pendekat		P	P	P	P
Lebar Efektif (m)	We	3	4,5	6	2
Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)	S _o	2340	3510	4680	1560
Faktor Ukuran Kota	F _{cs}	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor Hambatan Samping	F _{SF}	0,91	0,91	0,91	0,91
Faktor Kelandaian	F _G	1	1	1	1
Faktor Parkir	F _P	1	1	1	1
Faktor Belok Kiri	F _{LT}	1	1	0,95	1
Faktor Belok Kanan	F _{RT}	1	1	1	1
Arus Jenuh (smp/jam hijau)	S	1767,402	2561,103	3348,105	1178,268
Arus Lalu lintas (smp/jam)	Q	563,40	358,00	682,20	285,20
Rasio Arus	FR	0,319	0,135	0,204	0,242
Rasio Arus Simpang	FR _{crit}	0,900			
Waktu Hijau (det)	g ₀	36	14	24	30
Kapasitas (smp/jam hijau)	C	497,08	289,96	627,77	276,16
Derajat Kejenuhan	DS	1,133	1,235	1,087	1,033

Lanjutan Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan

Tipe Pendekat		Utara	Timur	Selatan	Barat
		P	P	P	P
Rasio Hijau	GR	0,281	0,109	0,188	0,234
Jumlah smp yang Tersisa Fase Hijau Sebelumnya (smp)	NQ ₁	37,372	36,904	32,825	11,131
Jumlah smp yang Datang Selama Fase Merah (smp)	NQ ₂	21,135	13,107	24,751	10,243
Jumlah Kendaraan Antre (smp)	NQ	58,507	50,010	57,577	21,374
Jumlah Kendaraan Antre Maksimum (smp)	NQ _{MAX}	74	69,5	72,1	30,03
Panjang Antrean (smp, meter)	QL	493	309	240	300
Angka Henti	NS	2,629	3,536	2,136	1,897
Kendaraan Terhenti	N _{SV}	1480,959	1265,890	1457,408	541,023
Tundaan Lalu Lintas Rata-rata (detik/smp)	DT _J	319,189	516,865	241,302	194,596
Tundaan Geometrik Rata-rata (detik/smp)	DG _J	9,295	10,387	6,295	4,986
Tundaan Total (detik/smp)	D _{TOTAL}	328,484	527,252	247,596	199,582
Tundaan Rata-rata (detik/smp)	D ₁	97,982	99,934	89,427	30,139

Pada kondisi *eksisting*, Simpang Empat Patangpuluhan memiliki panjang antrean dan derajat kejenuhan yang tinggi, serta tingkat pelayanan yang kurang baik sehingga dibutuhkan beberapa Alternatif untuk mengatasinya. Berikut ini merupakan beberapa Alternatif solusi yang dapat digunakan.

5.2.2 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1

Pada Alternatif 1 dilakukan perubahan waktu siklus dan penghilangan LTOR Lengan Utara pada Simpang Patangpuluhan, berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan analisis menggunakan metode MKJI yang dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Alternatif 1

		Utara	Timur	Selatan	Barat
Tipe Pendekat		P	P	P	P
Lebar Efektif (m)	We	5	4,5	6	2
Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)	S _o	3900	3510	4680	1560
Faktor Ukuran Kota	F _{cs}	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor Hambatan Samping	FSF	0,91	0,91	0,91	0,91
Faktor Kelandaian	FG	1	1	1	1
Faktor Parkir	FP	1	1	1	1
Faktor Belok Kiri	FLT	0,97	1,00	0,95	1,00
Faktor Belok Kanan	FRT	1	1	1	1
Arus Jenuh (smp/jam hijau)	S	2857,088	2651,103	3348,105	1178,268
Arus Lalu lintas (smp/jam)	Q	693,80	358,00	682,20	285,20
Rasio Arus	FR	0,243	0,135	0,204	0,242
Rasio Arus Simpang	FR _{crit}	0,824			
Waktu Hijau yang Disesuaikan (det)	g ₀	27	15	23	27

Kapasitas (smp)	C	714,27	368,21	713,02	294,57
Derajat Kejenuhan	DS	0,971	0,972	0,957	0,968
Rasio Hijau	GR	0,250	0,139	0,213	0,250

5.2.3 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2

Pada Alternatif 2 dilakukan perubahan waktu siklus dan penghilangan LTOR setiap Lengan pada Simpang Patangpuluhan, berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan analisis menggunakan metode MKJI yang dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Alternatif 2

		Utara	Timur	Selatan	Barat
Tipe Pendekat		P	P	P	P
Lebar Efektif (m)	We	5	4,5	6	4
Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)	S _o	3900	3510	4680	3120
Faktor Ukuran Kota	F _{cs}	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor Hambatan Samping	FSF	0,91	0,91	0,91	0,91
Faktor Kelandaian	FG	1	1	1	1
Faktor Parkir	FP	1	1	1	1
Faktor Belok Kiri	FLT	0,97	0,95	0,95	0,96
Faktor Belok Kanan	FRT	1	1	1	1
Arus Jenuh (smp/jam hijau)	S	2857,088	2506,907	3348,105	2267,784
Arus Lalu lintas (smp/jam)	Q	693,80	358,00	682,20	373,00
Rasio Arus	FR	0,243	0,143	0,204	0,164
Rasio Arus Simpang	FR _{crit}	0,754			
Waktu Hijau yang Disesuaikan (det)	g ₀	29	17	25	20
Kapasitas (smp)	C	774,35	398,29	782,27	423,88

Derajat Kejenuhan	DS	0,896	0,899	0,872	0,880
Rasio Hijau	GR	0,271	0,159	0,234	0,187

5.2.3 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3

Pada Alternatif 2 dilakukan perubahan waktu siklus dan penghilangan LTOR setiap Lengan pada Simpang Patangpuluhan, berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan analisis menggunakan metode MKJI yang dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Perhitungan MKJI Simpang Patangpuluhan Alternatif 4

		Utara	Timur	Selatan	Barat
Tipe Pendekat		P	P	P	P
Lebar Efektif (m)	We	5	4,5	6	4
Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)	S _o	3900	3510	4680	3120
Faktor Ukuran Kota	F _{cs}	0,83	0,83	0,83	0,83
Faktor Hambatan Samping	FSF	0,91	0,91	0,91	0,91
Faktor Kelandaian	FG	1	1	1	1
Faktor Parkir	FP	1	1	1	1
Faktor Belok Kiri	FLT	0,97	0,95	0,95	0,96
Faktor Belok Kanan	FRT	1	1	1	1
Arus Jenuh (smp/jam hijau)	S	2857,088	2506,907	3348,105	2267,784
Arus Lalu lintas (smp/jam)	Q	693,80	358,00	682,20	373,00
Rasio Arus	FR	0,243	0,143	0,204	0,164
Rasio Arus Simpang	FR _{crit}	0,754			

Waktu Hijau yang Disesuaikan (det)	g ₀	47	27	40	34
Kapasitas (smp)	C	818,80	412,72	816,61	470,15
Derajat Kejenuhan	DS	0,847	0,867	0,835	0,793
Rasio Hijau	GR	0,287	0,165	0,244	0,207

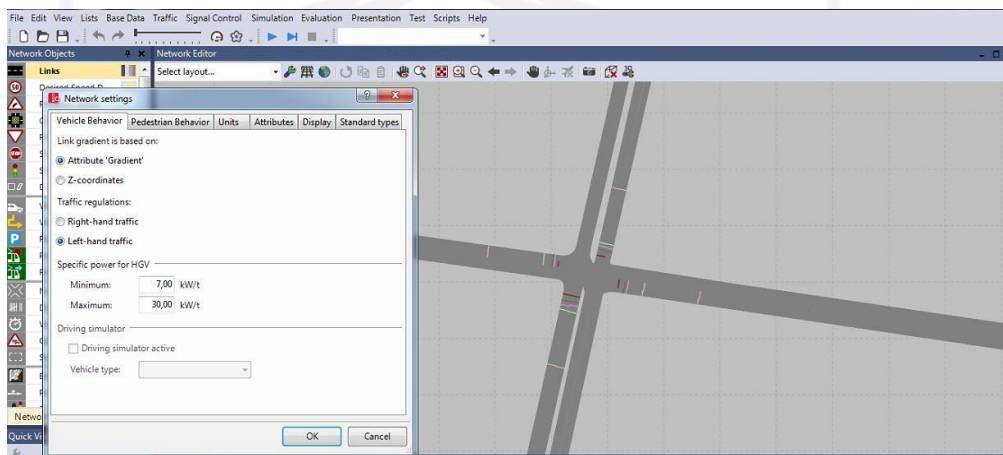
5.3 Pemodelan Simpang Patangpuluhan pada *Software VISSIM*

Pemodelan kondisi *eksisting* Simpang Patangpuluhan dilakukan dengan menggunakan *software VISSIM*. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan pemodelan dengan menggunakan *software VISSIM*.

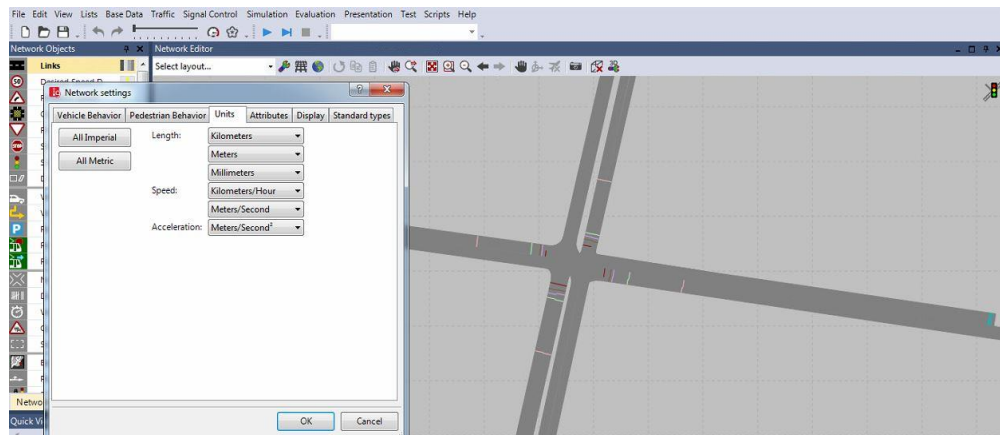
5.3.1 Pemodelan Jaringan

1 *Network Setting*

Network Setting merupakan pengaturan mendasar pada aplikasi pemodelan *VISSIM*, dalam pengaturannya para pengguna dapat mengatur variabel yang ada pada *software VISSIM* agar sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Contoh penggunaan *Network Setting* antara lain yaitu penggunaan jalur sebelah kiri, penggunaan satuan yang diatur menjadi meter dan lainnya yang sesuai dengan kondisi yang ada di Indonesia khususnya di Simpang Patangpuluhan Yogyakarta. Pengaturan setelan pada *Network Setting* dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9 berikut.



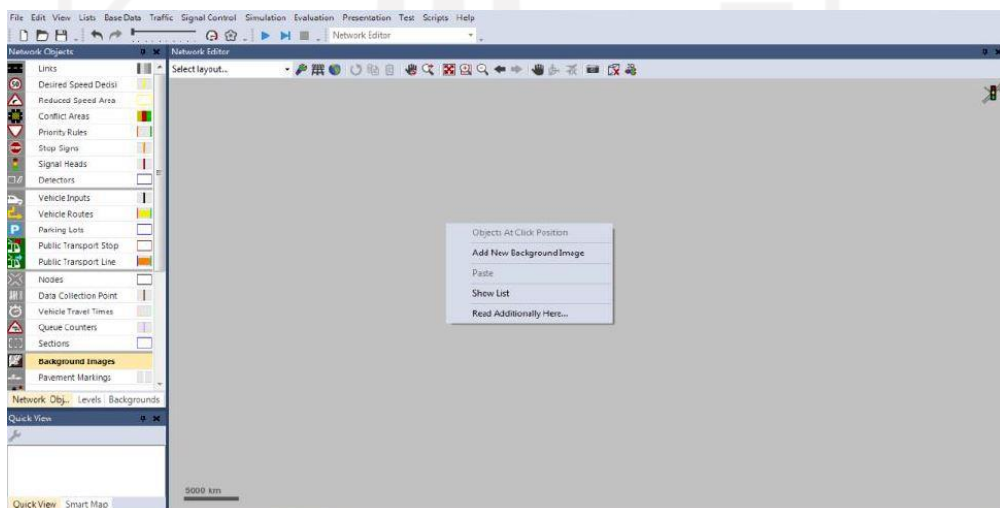
Gambar 5. 8 Tampilan Pengaturan Lajur Kendaraan



Gambar 5. 9 Tampilan Pengaturan Satuan

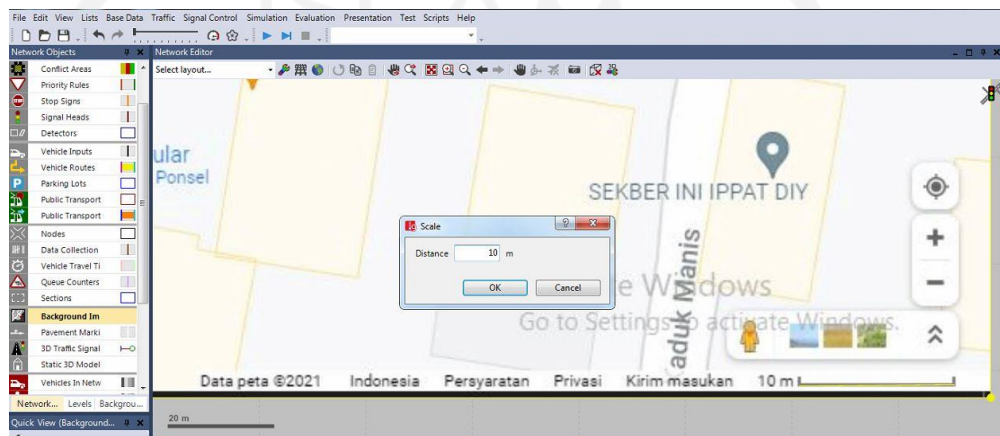
2 *Input Background Image*

Background Image merupakan tampilan *background* yang akan digunakan, *background image* dapat diperoleh dari sumber *Google earth* yang disesuaikan dengan lokasi penelitian. Tujuan dari *Background Image* adalah sebagai pembanding (skala) lebar jalan *eksisting* dengan peta lokasi di *Google earth*. *Background Image* dapat diinput dengan cara memilih menu *Background Image* pada *Network Object*, klik kanan pada jendela lalu pilih *Add New Background Image*. Pengaturan pada *Background Image* dapat diamati pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5. 10 Tampilan *Input Background Image*

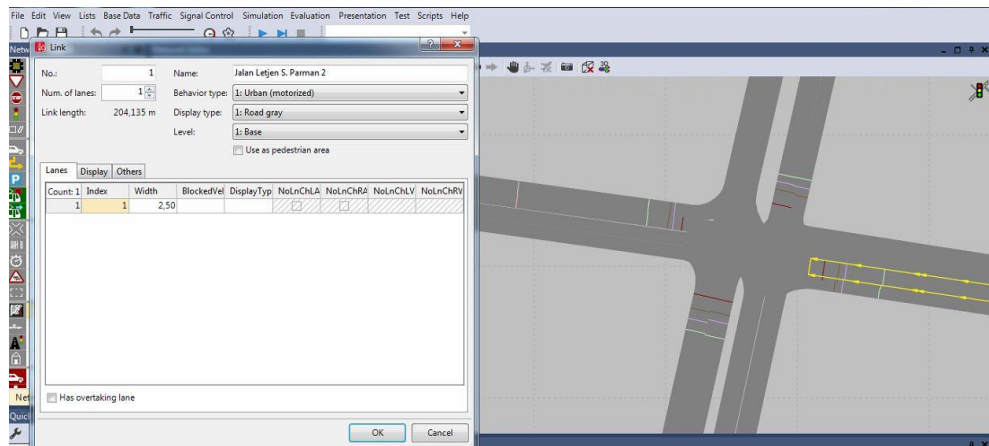
Saat *background image* sudah selesai diinput ke dalam *software*, langkah selanjutnya yaitu menyesuaikan skala perbandingan antara gambar dari sumber dengan lebar jalan yang sesungguhnya. Pengukuran skala dilakukan dengan cara klik kanan pada *mouse* lalu pilih *set scale*, selanjutnya tarik garis acuan kemudian diinput panjang asli dari garis tersebut. Pengaturan Skala dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



Gambar 5. 11 Tampilan pengaturan skala

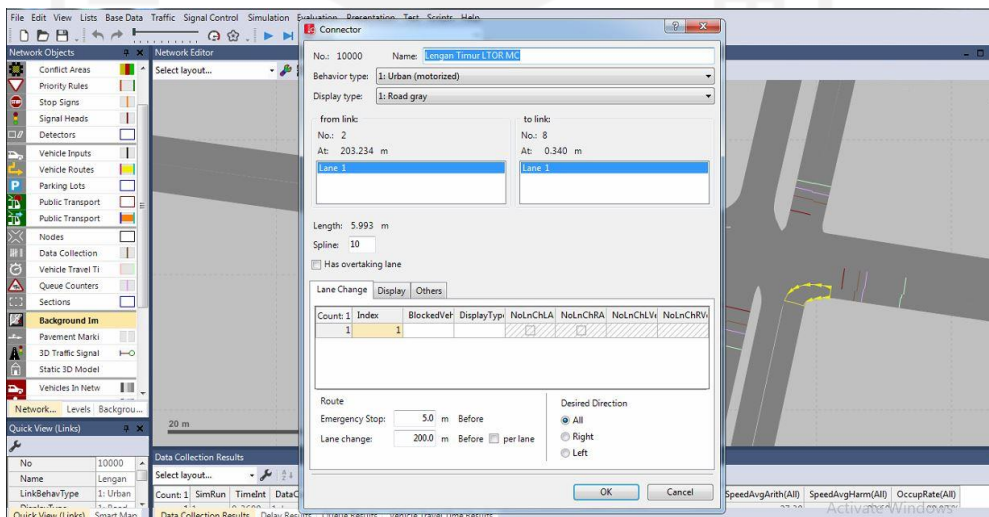
3 Pembuatan *Links* dan *Connector*

Links yaitu jaringan jalan yang berupa jalur jalan pada ruas. Lebar pada *link* disesuaikan dengan lebar jalur sesungguhnya, sehingga dengan begitu data yang diperoleh akan sama. Pembuatan *Link* dapat dilakukan dengan cara mengklik *Links* kemudian tekan *CTRL* + klik kanan secara bersamaan, lalu tarik garis sesuai panjang jalan yang diinginkan. Pembuatan *Links* dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



Gambar 5. 12 Tampilan Pembuatan *Links*

Setelah pembuatan *Link* pada tiap-tiap ruas jalan dibuat, tahap selanjutnya yaitu membuat *Connector* sebagai penghubung antar ruas. Pembuatan *Connector* dapat dilakukan dengan cara menekan *CTRL* + klik kanan pada *Link* awal kemudian disambungkan dengan *Link* akhir. Cara pembuatan *Connector* dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



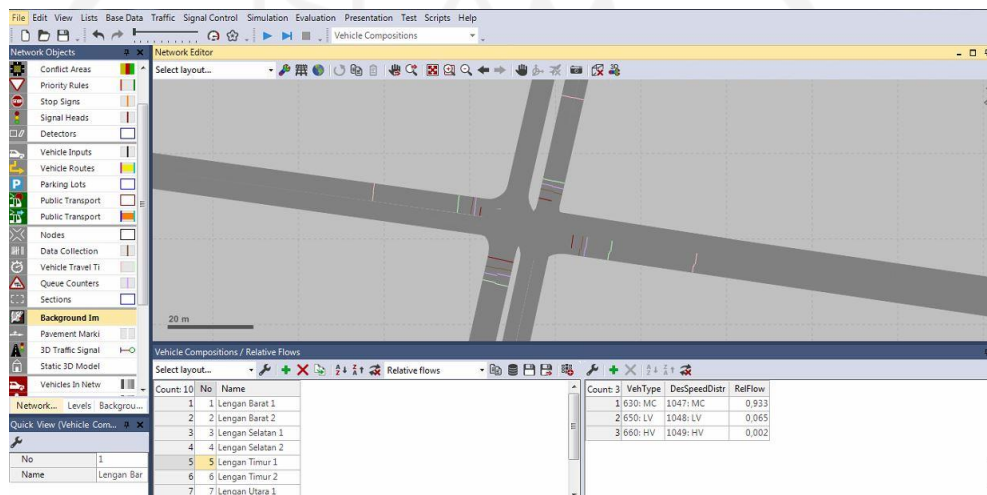
Gambar 5. 13 Tampilan Pembuatan *Connector*

5.3.2 Input Data Kendaraan

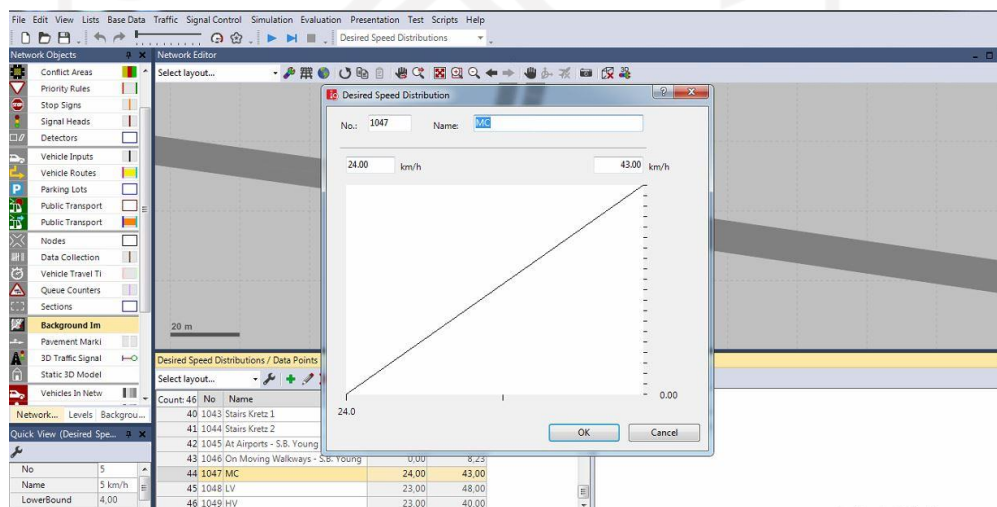
Data kendaraan diperoleh dengan cara survei lalu lintas, kemudian akan didapatkan hasil Volume lalu Lintas. Volume lalu lintas pada jam puncak kemudian diinput pada *software VISSIM*. Berikut ini adalah proses data kendaraan tiap lengan simpang, volume kendaraan puncak, dan arah pergerakan kendaraan.

1. *Vehicle Composition*

Kendaraan yang diinput pada data *VISSIM* dibagi menjadi sepeda motor (*MC*), Kendaraan ringan (*LV*), dan kendaraan Berat (*HV*). Karena setiap lengan simpang memiliki komposisi jenis kendaraan dan kecepatan yang berbeda pada jam puncak, maka akan disesuaikan dalam pengaturan *Vehicle Composition* yang dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 berikut.



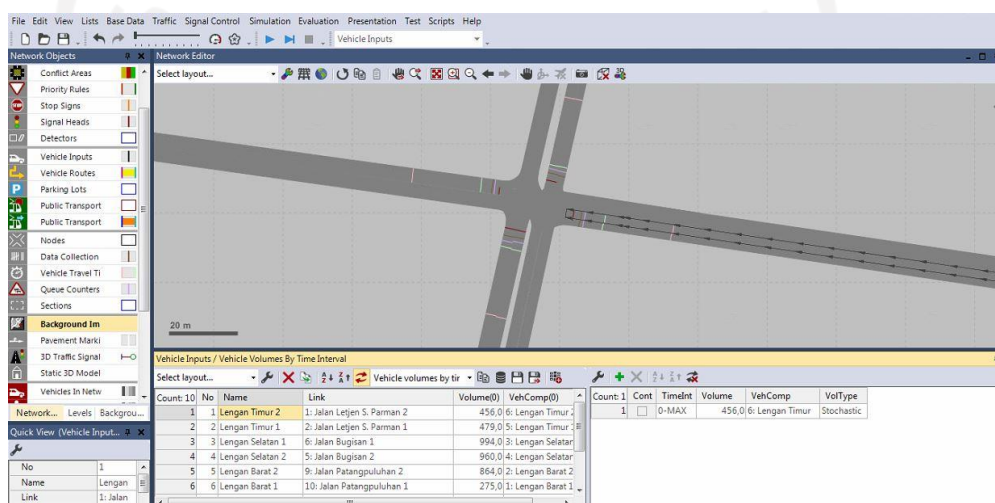
Gambar 5. 14 Pengaturan *Vehicle Composition*



Gambar 5. 15 Tampilan Pengaturan *Input Kecepatan*

2. *Vehicle Input*

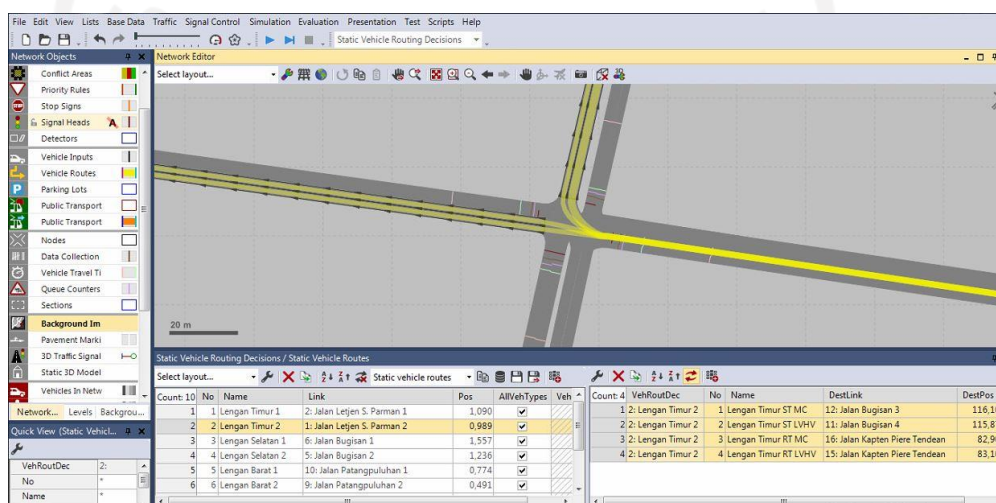
Vehicle Input merupakan data volume lalu lintas saat jam puncak yang berasal dari survei lapangan. Langkah-langkah pembuatan *Vehicle Input* dilakukan dengan memilih *Network Object*, *Vehicle Input*, dan klik kiri pada ruas yang akan di atur volumenya. *VehComp(0)* diisi sesuai *Vehicle Composition* yang sudah diatur sebelumnya. Pengaturan *Vehicle Input* dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5. 16 Tampilan Pengaturan *Vehicle Input*

3. *Vehicle Route*

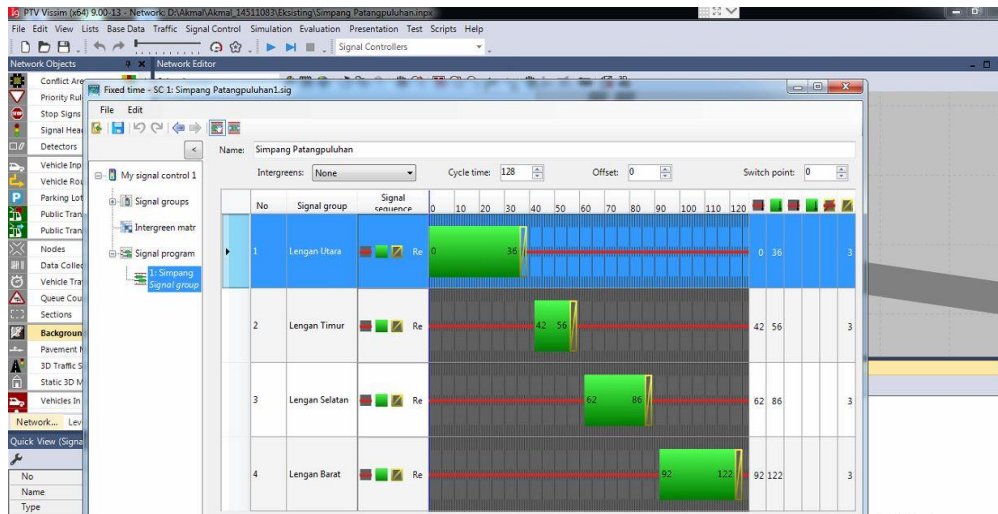
Vehicle Route yaitu pembuatan rute pergerakan kendaraan. *Vehicle Route* dilakukan setelah mengisi data pada *Vehicle Input* dan *Vehicle Composition*. Pertama-tama yang perlu dilakukan adalah dengan memilih *Vehicle Route* pada *Network Objects*, kemudian klik pada bagian lajur awal menuju lajur akhir, selanjutnya adalah isi volume kendaraan (*Real Flow*) pada masing-masing pergerakan. Pengaturan *Vehicle Route* dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 Tampilan Pengaturan *Vehicle Route*

4. *Signal Controller*

Signal Controller merupakan perangkat pengaturan sinyal lalu lintas yang bisa disesuaikan dengan durasi lampu lalu lintas pada kondisi *eksisting*. pengaturan *Signal Controller* dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



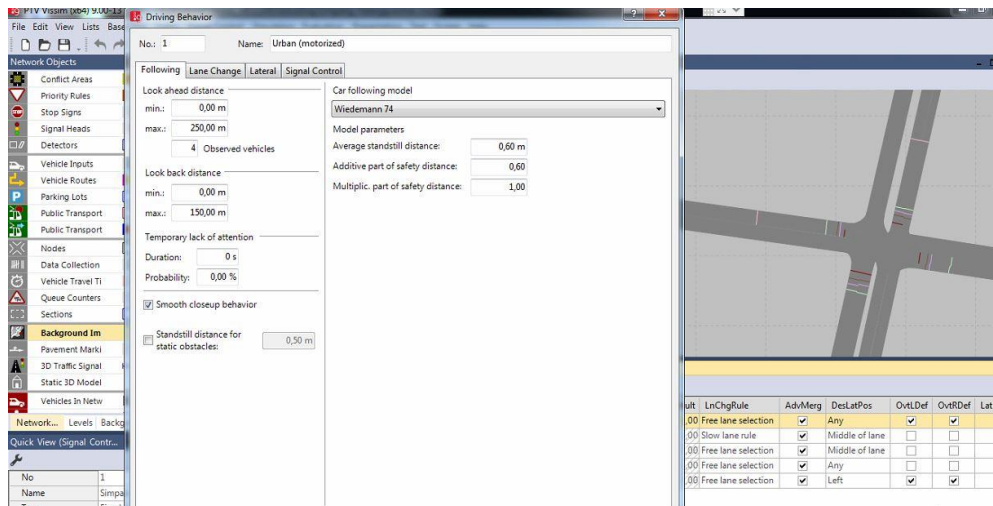
Gambar 5. 18 Tampilan Pengaturan *Signal Controller*

5. *Driving Behavior*

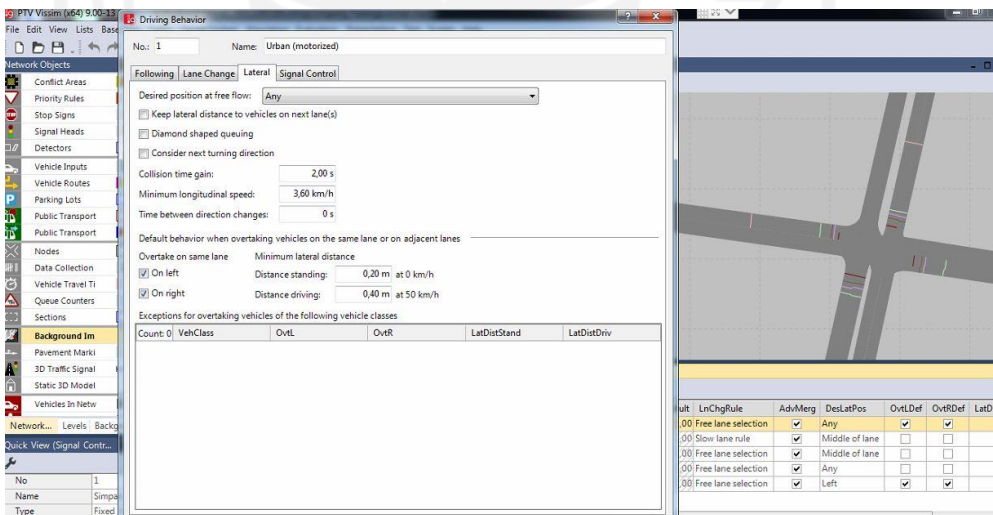
Driving Behavior yaitu perilaku pengemudi dalam berkendara yang merupakan parameter dan menjadi yang paling berpengaruh pada VISSIM. *Driving Behavior* disesuaikan dengan kondisi *eksisting* sehingga pemodelan VISSIM dapat mewakili kondisi di lapangan. Berikut merupakan parameter *Driving Behavior* dalam pemodelan VISSIM.

- Desire position at free flow*, merupakan pengaturan yang digunakan untuk memilih lajur kendaraan yang akan berjalan.
- Overtake on same lane*, yaitu pengaturan kebebasan pengemudi dalam menyalip kendaraan.
- Average standstill distance*, merupakan pengaturan jarak depan-belakang perilaku pengemudi ketika kendaraan berhenti.
- Additive part of safety distance*, adalah pengaturan jarak depan-belakang perilaku pengemudi ketika kendaraan berjalan.
- Multiplicative part of safety distance*, yaitu pengaturan parameter jarak aman dalam berkendara.
- Distance standing*, merupakan pengaturan jarak kanan-kiri perilaku pengemudi ketika kendaraan berhenti.
- Distance driving*, adalah pengaturan jarak kanan-kiri perilaku pengemudi ketika berjalan.

Pengaturan *Driving Behavior* dapat dilihat pada Gambar 5.19 dan Gambar 5.20 berikut.



Gambar 5. 19 Tampilan Pengaturan *Driving Behavior* untuk *Car Following*

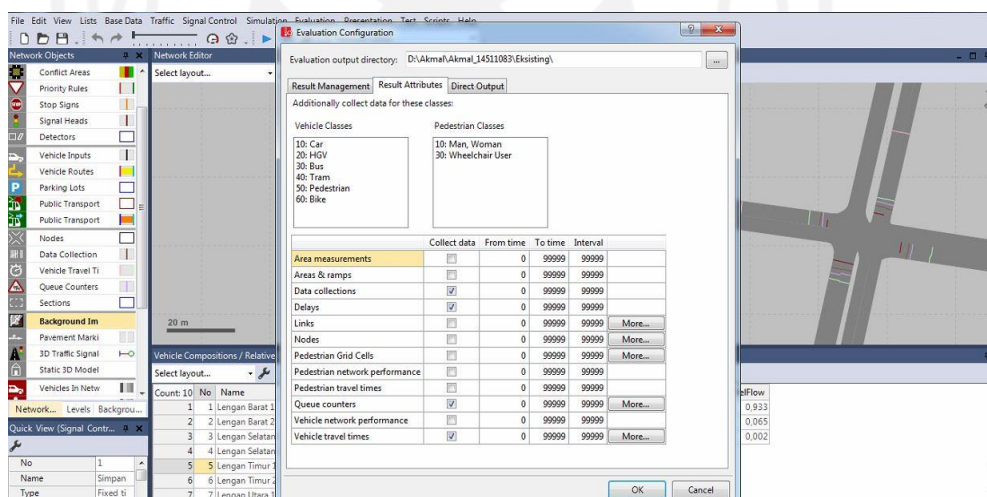


Gambar 5. 20 Tampilan Pengaturan *Driving Behavior Lateral*

5.3.3 Run and Evaluation

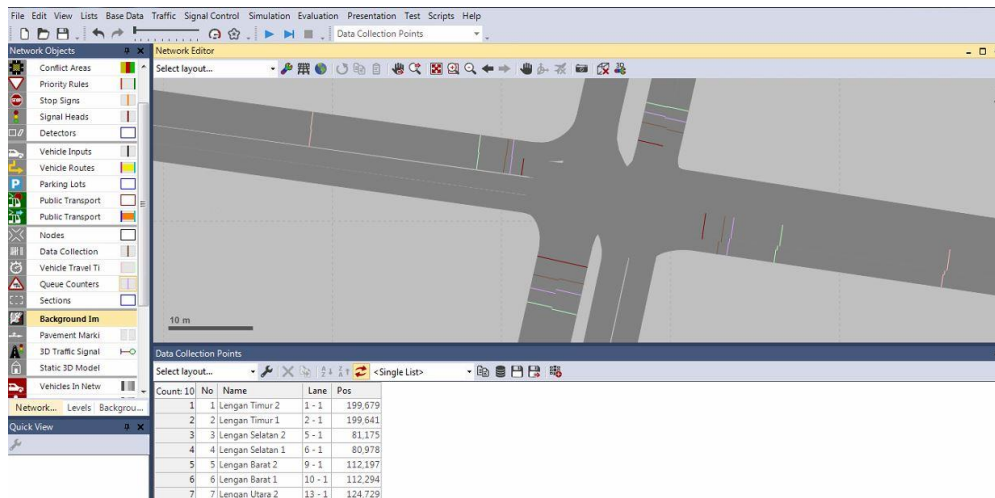
Run and Evaluation merupakan proses pengambilan data yang didapat dari hasil simulasi, sehingga data yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan data di lapangan atau *eksisting*. Proses perbandingan data simulasi dengan data *eksisting* disebut sebagai validasi.

Setelah semua data sudah diinput dan pemodelan sudah sesuai, maka pemodelan *VISSIM* dapat dimulai dengan parameter yang digunakan adalah *Data Collection Point*, *Delay*, dan *Queue Counter*. *Data Collection Point* nantinya akan digunakan untuk proses validasi data simulasi dengan data lapangan. *Delay* dan *Queue Counter* berfungsi untuk mengukur kinerja lalu lintas pada simpang. Pengaturan parameter evaluasi simpang dapat dilihat pada Gambar 5.21 berikut.

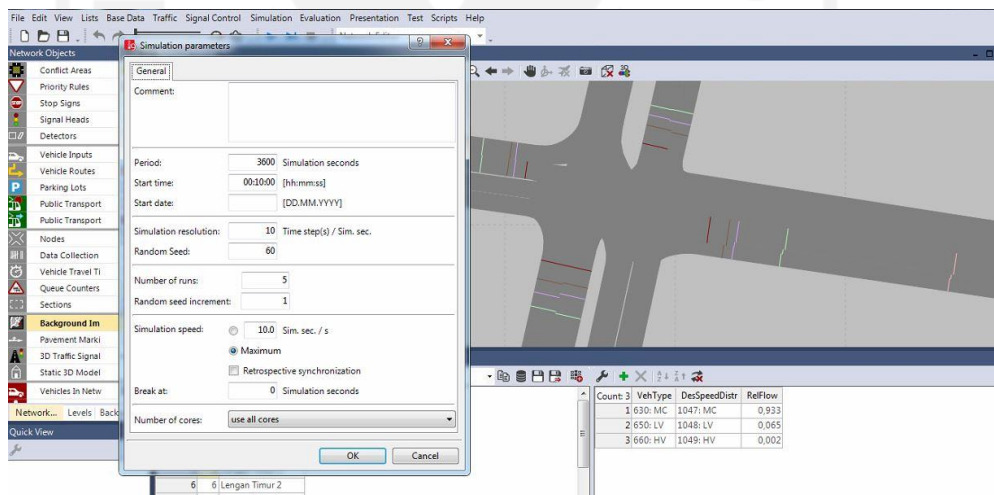


Gambar 5. 21 Tampilan Pengaturan *Evaluation Configuration*

Penempatan *Data Collection Point* dan *queue counter* pada setiap ruas dapat dilihat pada Gambar 5.22 berikut.



Gambar 5. 22 Tampilan Penempatan *Data Collection Point* dan *Queue Counter*
Pengaturan *simulation parameters* dapat dilihat pada Gambar 5.23 berikut.



Gambar 5. 23 Tampilan Pengaturan *Simulation Parameter*

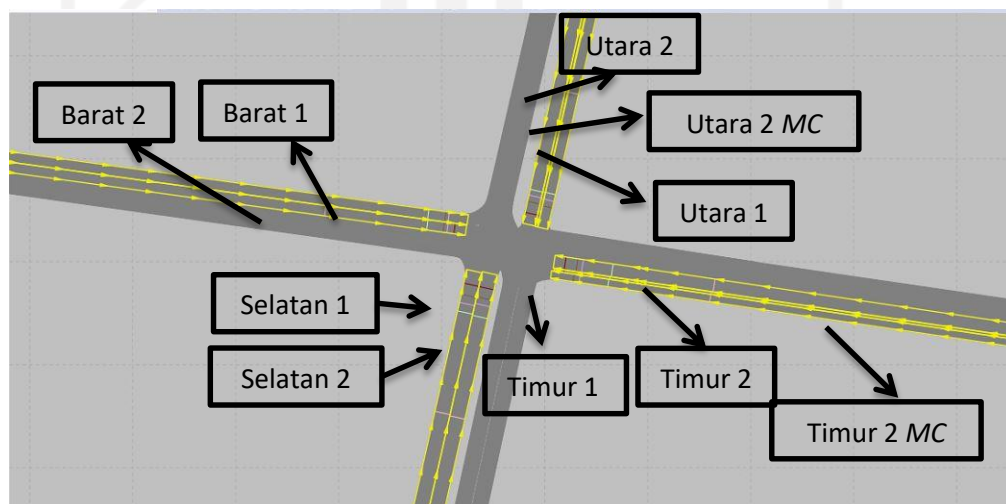
Proses validasi dilakukan setelah semua data sudah lengkap. Hasil *running* simulasi dilakukan sebanyak 5 kali dengan *random seed* yang berbeda. Hasil *running* akan dibandingkan dengan volume kendaraan per jam yang telah diinput. Hasil *running* simulasi VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5. 9 Hasil Running Simulasi *VISSIM*

Lengan	Hasil Simulasi					
	RS 15	RS 25	RS 35	RS 45	RS 60	Rerata
	Kend/jam					
Utara	2102.4	2136.2	2120.4	2103.2	2127.6	2117.96
Timur	1272.2	1260.4	1266.4	1117.4	1256.2	1234.52
Selatan	1805.8	1792.4	1801.2	1814.4	1825	1807.76
Barat	1116.8	1093.6	1101.6	1281.8	1085.6	1135.88

5.4 Pembagian Arus Pada *VISSIM*

Vissim merupakan simulasi yang menggambarkan hasil yang mirip dengan keadaan aslinya atau *eksisting*. Dalam pemodelan *VISSIM* Simpang Patangpuluhan Yogyakarta dibagi menjadi 4 lengan, yaitu Lengan Barat, Lengan Utara, Lengan Selatan, dan Lengan Timur. Setiap lengan memiliki perbedaan karakteristik. Gambar 5.24 berikut adalah pemodelan *VISSIM* yang dilakukan pada Simpang Patangpuluhan.

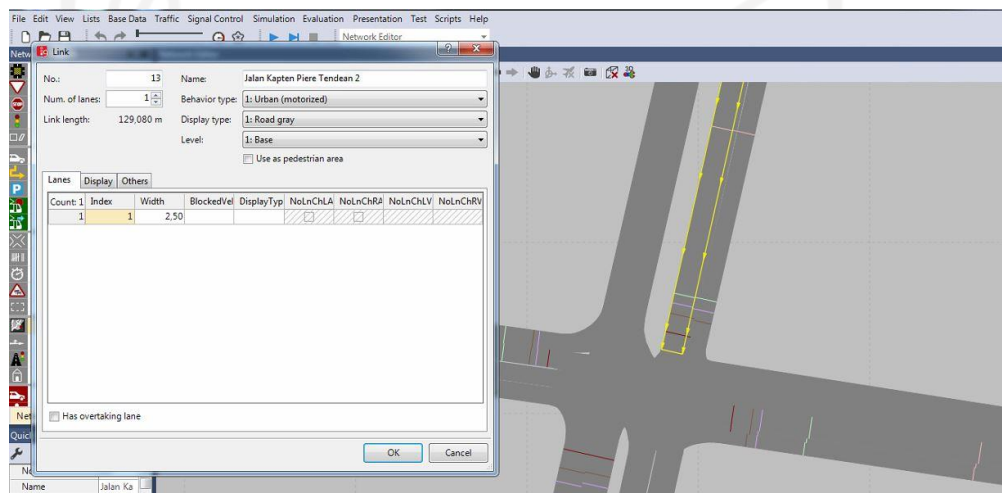
**Gambar 5. 24** Pembagian Arus pada *VISSIM*

5.4.1 Lengan Utara

Lengan Utara berada pada Jalan Kapten Pierre Tendean menuju simpang, pada Lengan ini terdapat 3 *link* yang berbeda berdasarkan pembagian arus yaitu

Link Utara 2, *Link* Utara 2 MC, dan *Link* Utara 1. Setiap *link* memiliki nilai yang berbeda yang harus diinput kedalam simulasi VISSIM agar sesuai dengan keadaan *eksisting*.

1. *Link* Utara 2 dibuat untuk MC, LV dan HV yang lurus menuju Jalan Bugisan di arah selatan dan belok kanan menuju Jalan Patangpuluhan di arah Barat. Berikut ini adalah tampilan *Link* Lengan Utara 2 yang akan ditampilkan pada Gambar 5.25.

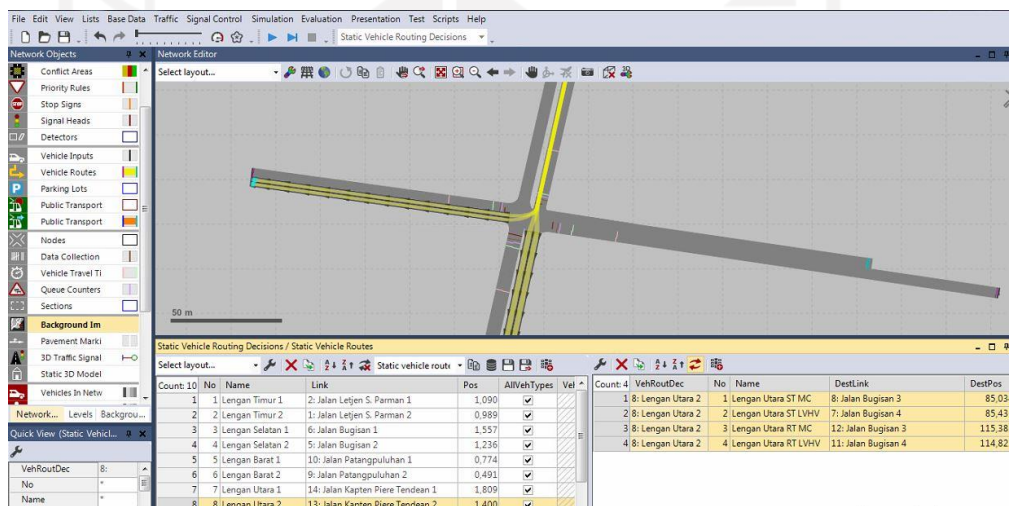


Gambar 5. 25 *Link* lengan Utara 2 pada VISSIM

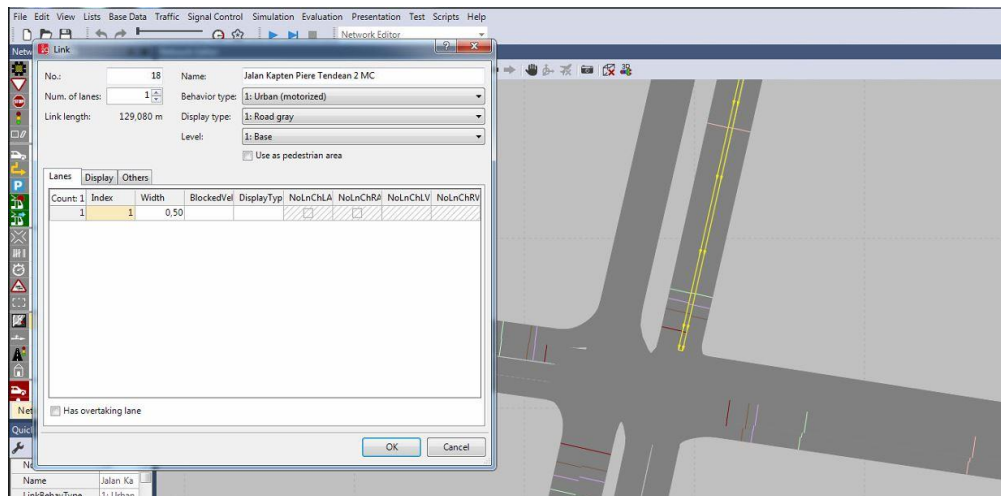
Setelah *link* Utara 2 dibuat, maka diperlukan pembagian arus lalu lintas yang berguna untuk menginput volume kendaraan ke dalam VISSIM. Pembagian arus *link* dan input *vehicle route* pada Lengan Utara 2 dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan Gambar 5.26 berikut.

Tabel 5. 10 Pembagian Arus Link Utara 2

Jalan Kapten Pierre Tendean-Bugisan					
Utara 2 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	0	0	0	0	0
ST	421	224	12	657	68,8%
RT	265	31	2	298	13,2%
Total	686	225	14	955	100%

**Gambar 5. 26** Vehicle Route Link Lengan Utara 2

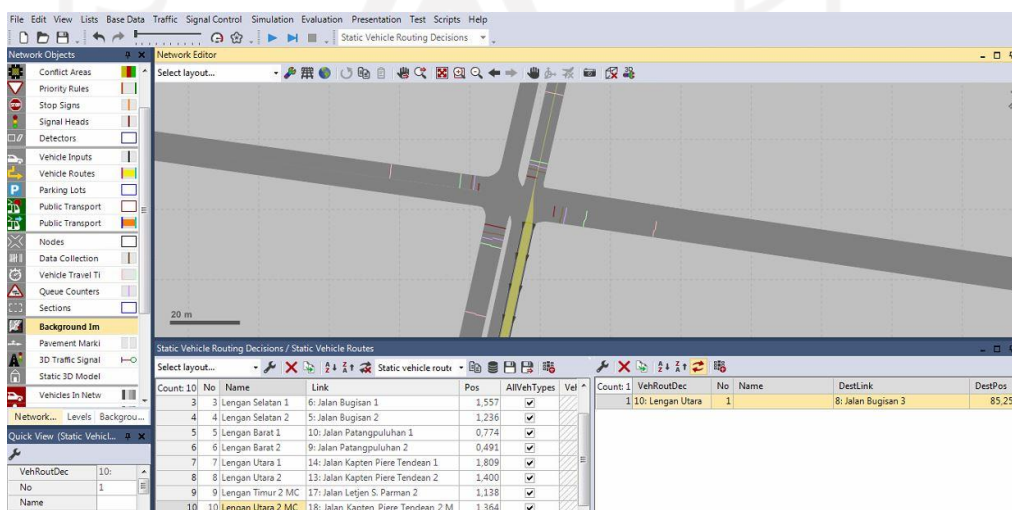
2. *Link* Utara 2 *MC* dibuat khusus untuk *MC* yang lurus menuju Jalan Bugisan di arah selatan untuk *Link* Utara 2 *MC*, Pembagian arus dan input *vehicle route* nya pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.11, Gambar 5.27, dan Gambar 5.28 berikut.



Gambar 5.27 Link Utara 2 MC

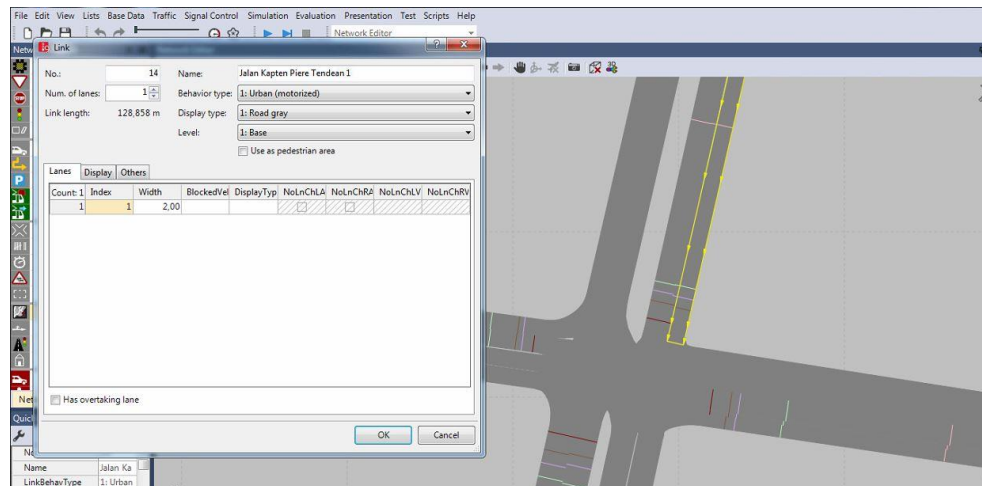
Tabel 5.11 Pembagian Arus Link Utara 2 MC

Jalan Kapten Pierre Tendean-Bugisan Utara 2 MC (kendaraan/jam)					
	MC	LV	HV	Jumlah	Komposisi
LT	0	0	0	0	0%
ST	765	0	0	765	100%
RT	0	0	0	0	0%
Total	765	0	0	765	100%



Gambar 5.28 Vehicle Route Link Utara 2 MC

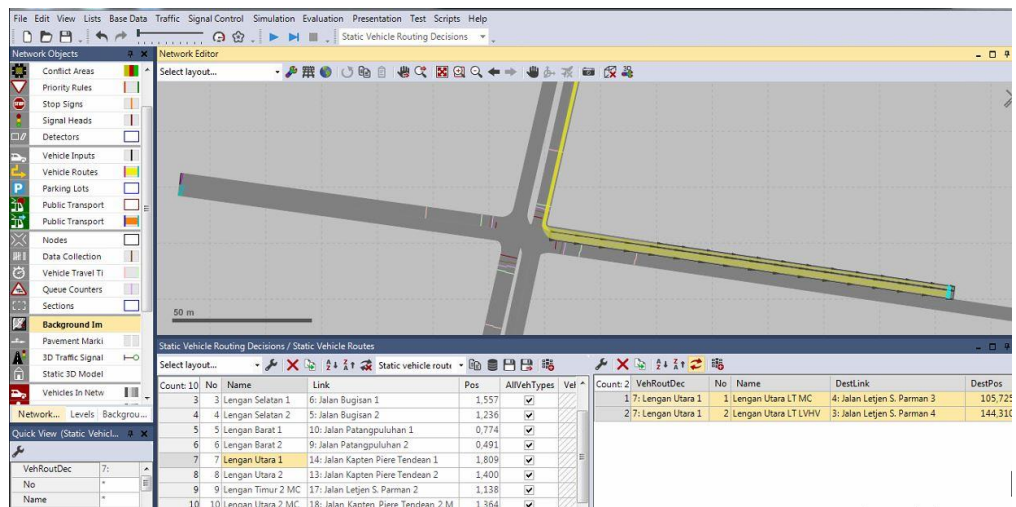
3. *Link* Utara 1 dibuat untuk *MC*, *LV* dan *HV* yang Belok Kiri ke arah Timur menuju jalan Letjen S Parman. Untuk *Link* Utara 1, Pembagian arus *link* Utara 1 dan input *vehicle route* nya pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.12, Gambar 5.29, dan Gambar 5.30 berikut.



Gambar 5. 29 *Link* Utara 1

Tabel 5. 12 Pembagian Arus *Link* Utara 1

Jalan Kapten Pierre Tendean –Bugisan Utara 1 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	81	47	3	130	100%
ST	0	0	0	0	0%
RT	0	0	0	0	0%
Total	81	47	3	130	100%

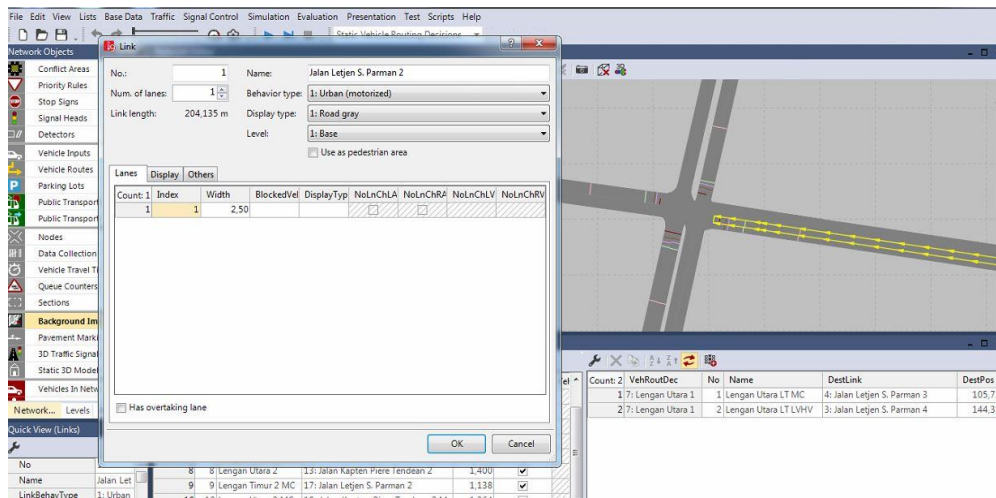


Gambar 5. 30 *Vehicle Route Link Utara 1*

5.4.2 Lengan Timur

Lengan Timur berada pada Jalan Letjen S Parman menuju simpang, pada Lengan ini terdapat 3 *link* yang berbeda berdasarkan pembagian arus yaitu *Link* Timur 2, *Link* Timur 2 MC, dan *Link* Timur 1. Setiap *link* memiliki nilai yang berbeda yang harus diinput kedalam simulasi VISSIM agar sesuai dengan keadaan *eksisting*.

1. *Link* Timur 2 dibuat untuk MC, LV dan HV yang lurus kearah Barat menuju Jalan Patangpuluhan dan belok kanan kearah Utara menuju Jalan Kapten Pierre Tendean. Berikut adalah tampilan *Link* Lengan Timur 2 yang akan ditampilkan pada Gambar 5.31 ini

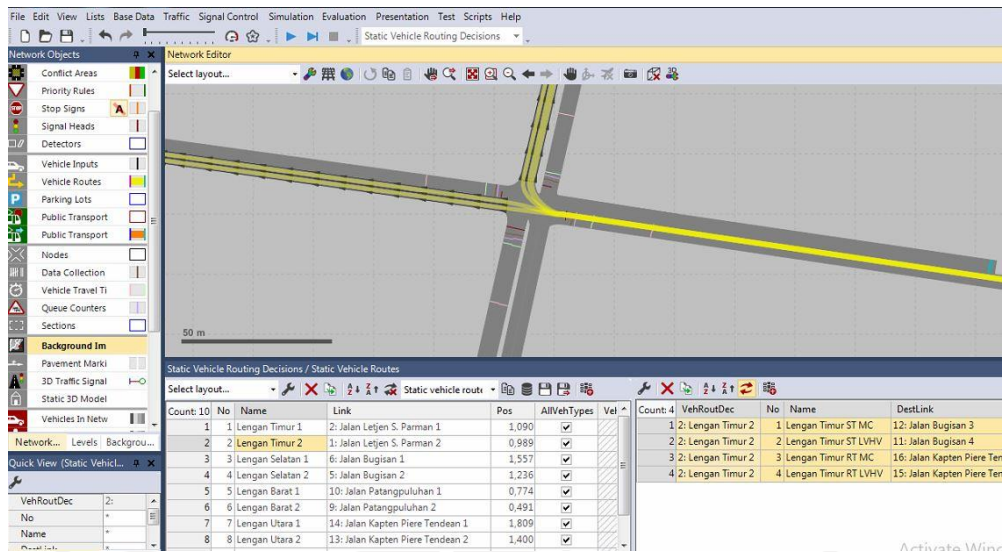


Gambar 5. 31 *Link* Timur 2 pada VISSIM

Setelah *link* Timur 2 dibuat, maka diperlukan pembagian arus lalu lintas yang berguna untuk menginput volume kendaraan ke dalam VISSIM. Pembagian arus *link* dan input *vehicle route* pada Timur 2 dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Gambar 5.32 Berikut.

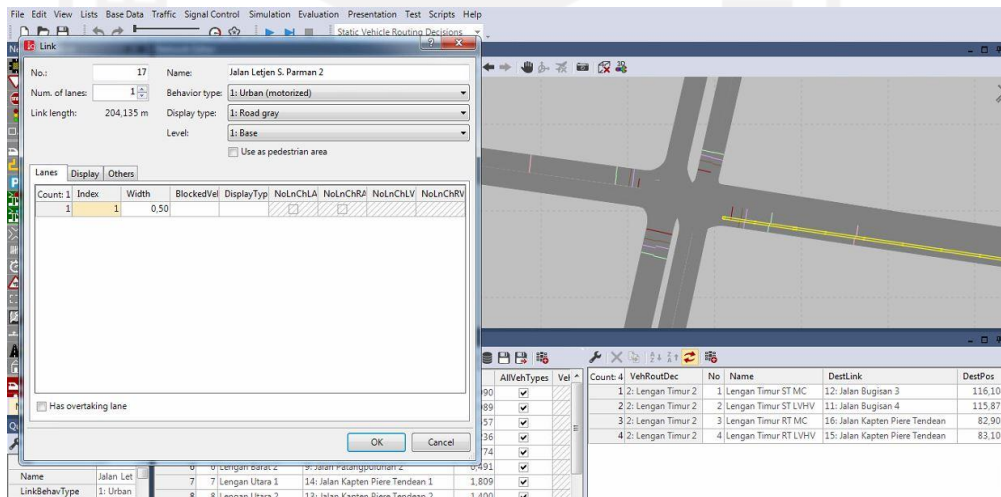
Tabel 5. 13 Pembagian Arus *Link* Timur 2

Jalan Letjen S Parman –Patangpuluhan Timur 2 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	0	0	0	0	0%
ST	130	45	3	178	39,04%
RT	237	41	0	278	60,96%
Total	365	86	3	456	100%



Gambar 5. 32 Vehicle Route Link Timur 2

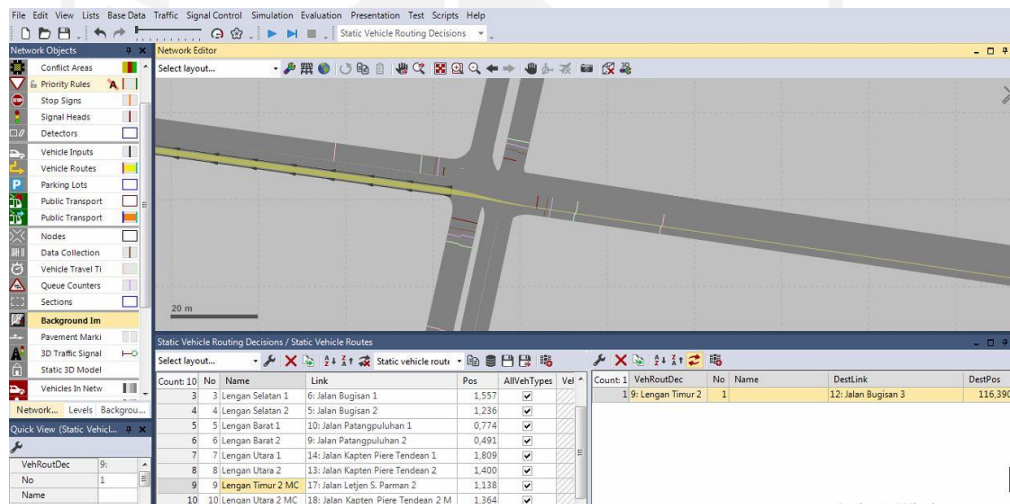
2. *Link* Timur 2 MC dibuat khusus untuk MC yang lurus kearah Barat menuju Jalan Patangpuluhan, untuk *Link* Timur 2 MC, Pembagian arus dan input *vehicle route* nya pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.14, Gambar 5.33, dan Gambar 5.34 berikut.



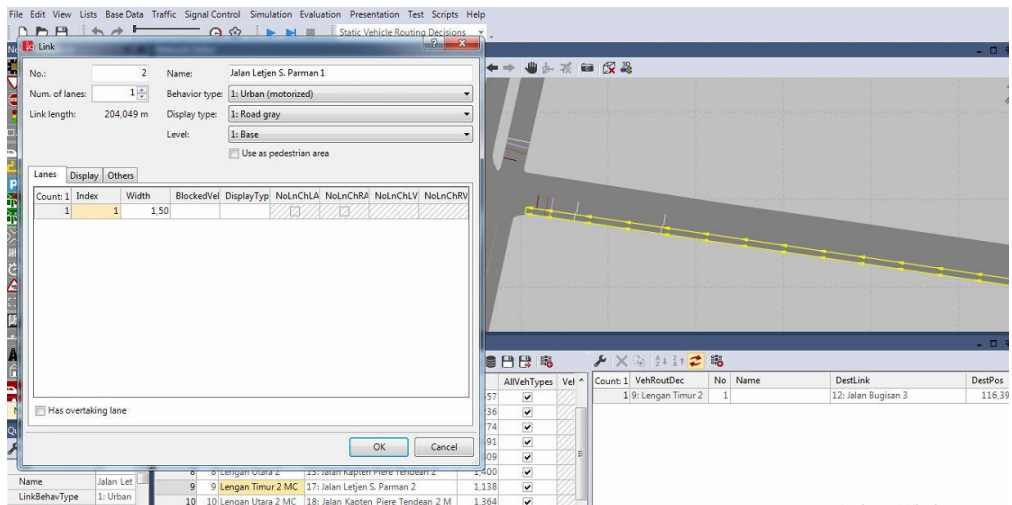
Gambar 5. 33 Link Timur 2 MC

Tabel 5. 14 Pembagian Arus *Link* Timur 2 *MC*

Jalan Letjen S Parman- Patangpuluhan Timur 2 <i>MC</i> (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	0	0	0	0	0%
ST	365	0	0	365	100%
RT	0	0	0	0	0%
Total	0	0	0	0	100%

**Gambar 5. 34** *Vehicle Route* Timur 2 *MC*

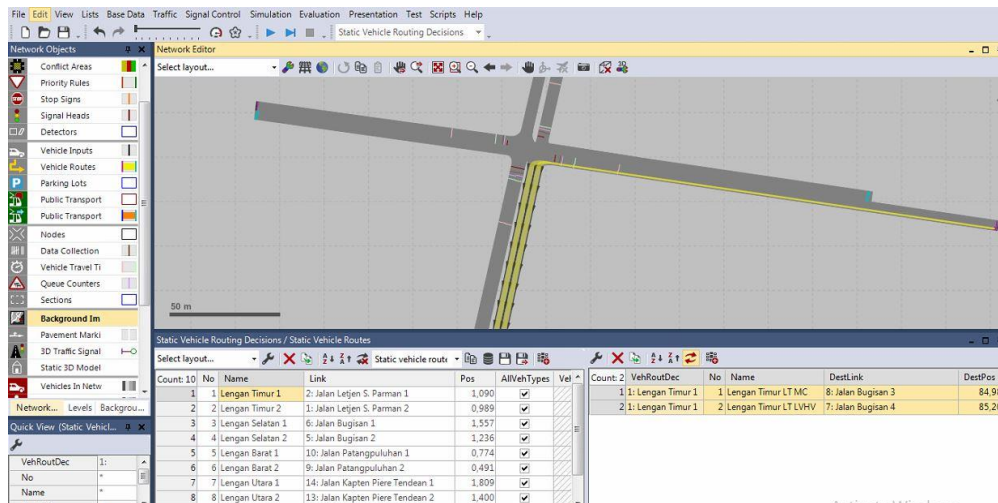
3. *Link* Timur 1 dibuat untuk *MC*, *LV* dan *HV* yang Belok Kiri ke arah Selatan menuju Jalan Bugisan. *Link* Timur 1, Pembagian arus *Link* Timur 1 dan input *vehicle route* nya pada *VISSIM* dapat dilihat pada Tabel 5.15, Gambar 5.35, dan Gambar 5.36 berikut.



Gambar 5. 35 Link Timur 1

Tabel 5. 15 Pembagian Arus Link Timur 1

Jalan Letjen S Parman-Patangpuluhan Timur 1 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	447	31	1	479	100%
ST	31	0	0	0	0%
RT	1	0	0	0	0%
Total	447	31	1	479	100%

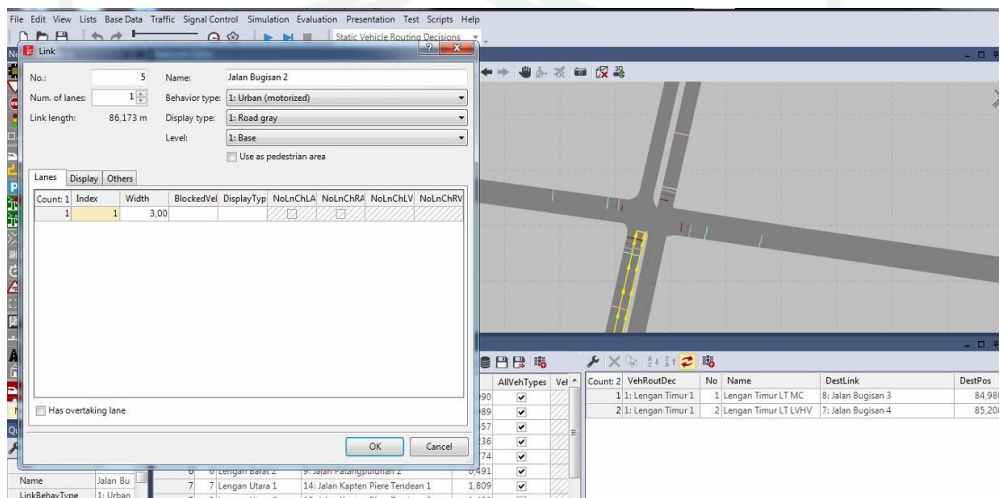


Gambar 5. 36 Vehicle Route Link Timur 1

5.4.3 Lengan Selatan

Lengan Selatan berada pada Jalan Bugisan menuju simpang Patangpuluhan, pada Lengan ini terdapat 2 link yang berbeda berdasarkan pembagian arus yaitu Link Selatan 1 dan Link Selatan 2. Setiap link memiliki nilai yang berbeda yang harus diinput kedalam simulasi VISSIM agar sesuai dengan keadaan eksisting.

1. Link Selatan 2 dibuat untuk MC, LV dan HV yang lurus kearah Utara menuju Jalan Kapten Pierre Tendean dan belok kanan kearah Timur menuju Jalan Letjen S Parman. Berikut ini adalah tampilan Link Lengan Selatan 2 yang akan ditampilkan pada Gambar 5.37

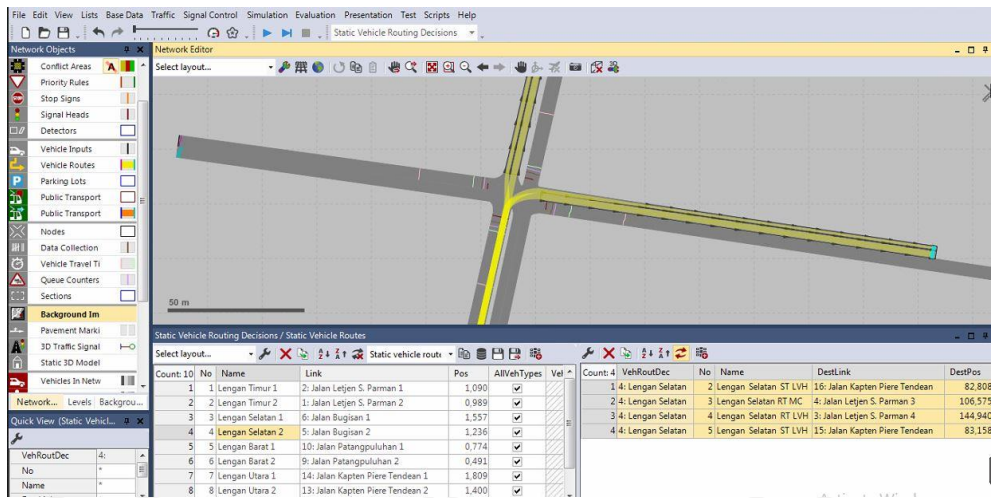


Gambar 5. 37 Link Utama Selatan 2 pada VISSIM

Setelah *link* Selatan 2 dibuat, maka diperlukan pembagian arus lalu lintas yang berguna untuk menginput volume kendaraan ke dalam *VISSIM*. Pembagian arus *link* dan input *vehicle route* pada Lengan Selatan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Gambar 5.38 Berikut.

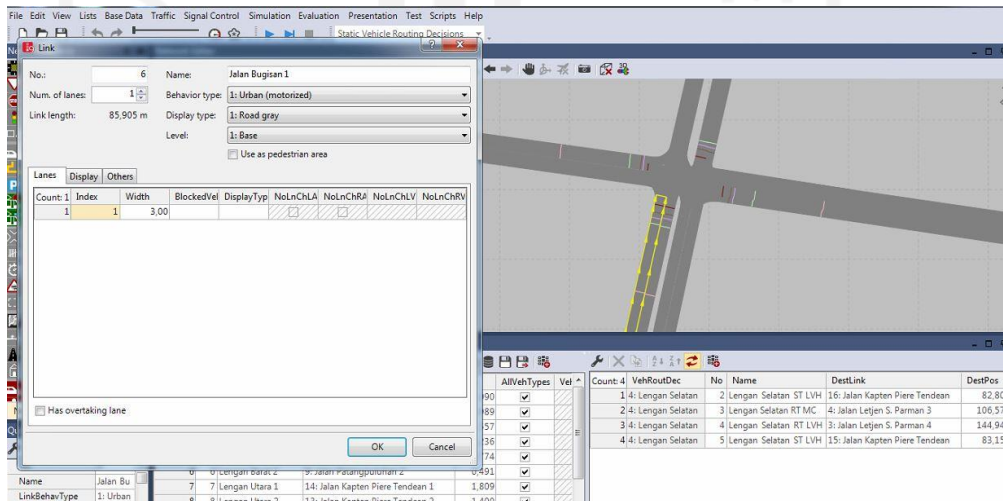
Tabel 5. 16 Pembagian Arus *Link* Selatan 2

Jalan Bugisan-Pierre Tendean Selatan 2 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	0	0	0	0	0%
ST	552	150	8	710	73,96%
RT	225	22	3	250	26,04%
Total	777	172	11	960	100%



Gambar 5. 38 Vehicle Route Link Selatan 2

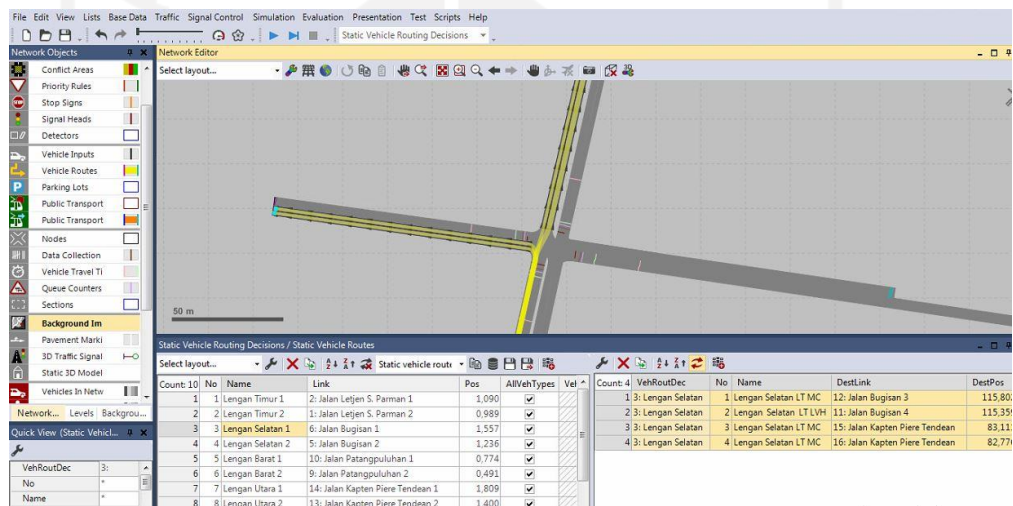
2. Link Selatan 1 dibuat untuk MC, LV dan HV yang lurus kearah Utara menuju Jalan Kapten Pierre Tendean dan belok Kiri kearah Barat menuju Jalan Patangpuluhan Link Selatan 1 Pembagian arus dan input vehicle route nya pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.17 Gambar 5.39 dan Gambar 5.40 berikut.



Gambar 5. 39 Vehicle Route Link Selatan 1

Tabel 5. 17 Pembagian Arus *Link* Selatan 1

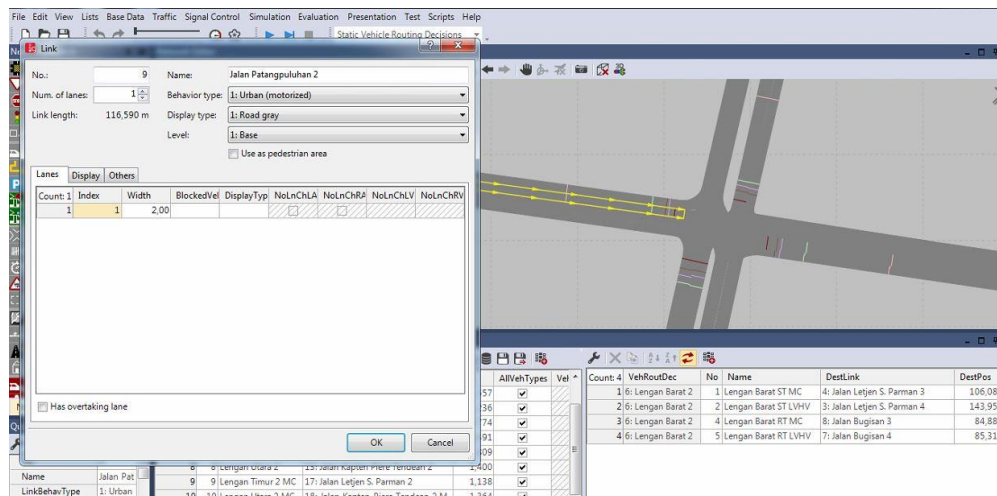
Jalan Bugisan-Pierre Tendean					
Selatan 1 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	584	98	8	690	69,42%
ST	237	64	3	304	30,58%
RT	0	0	0	0	0%
Total	821	162	11	994	100%

**Gambar 5. 40** Vehicle Route *Link* Selatan 1

5.4.4 Lengan Barat

Lengan Barat berada pada Jalan Patangpuluhan menuju simpang, pada Lengan ini terdapat 2 *link* yang berbeda berdasarkan pembagian arus yaitu *Link* Barat 1 dan *Link* Barat 2. Setiap *link* memiliki nilai yang berbeda yang harus diinput kedalam simulasi VISSIM agar sesuai dengan keadaan *eksisting*.

1. *Link* Barat 2 dibuat untuk *MC*, *LV* dan *HV* yang lurus kearah Timur menuju Jalan Letjen S Parman dan belok kanan kearah Selatan menuju Jalan Bugisan. Berikut ini adalah tampilan *Link* Lengan Barat 2 yang akan ditampilkan pada Gambar 5.41

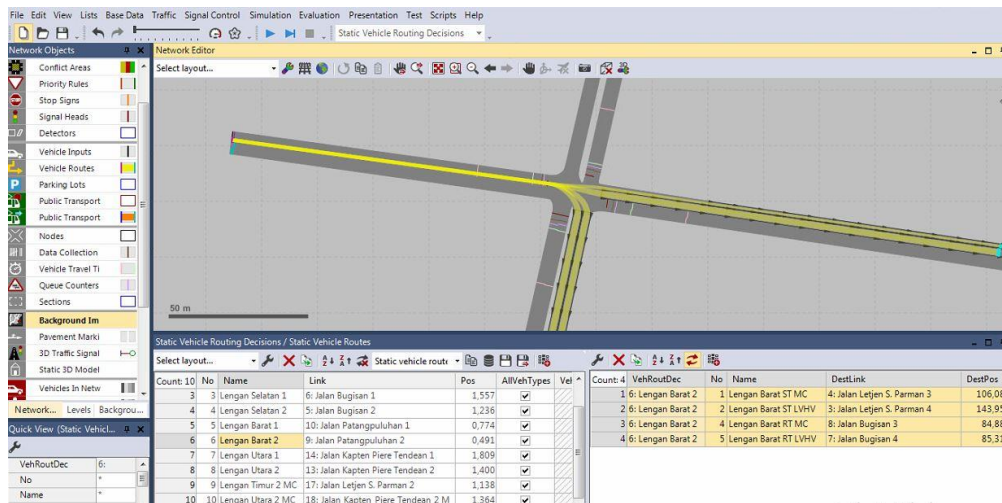


Gambar 5. 41 Link Utama Barat 2 pada VISSIM

Setelah *link* Barat 2 dibuat, maka diperlukan pembagian arus lalu lintas yang berguna untuk menginput volume kendaraan ke dalam VISSIM. Pembagian arus *link* dan input *vehicle route* pada Lengan Barat 2 dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan Gambar 5.42 Berikut.

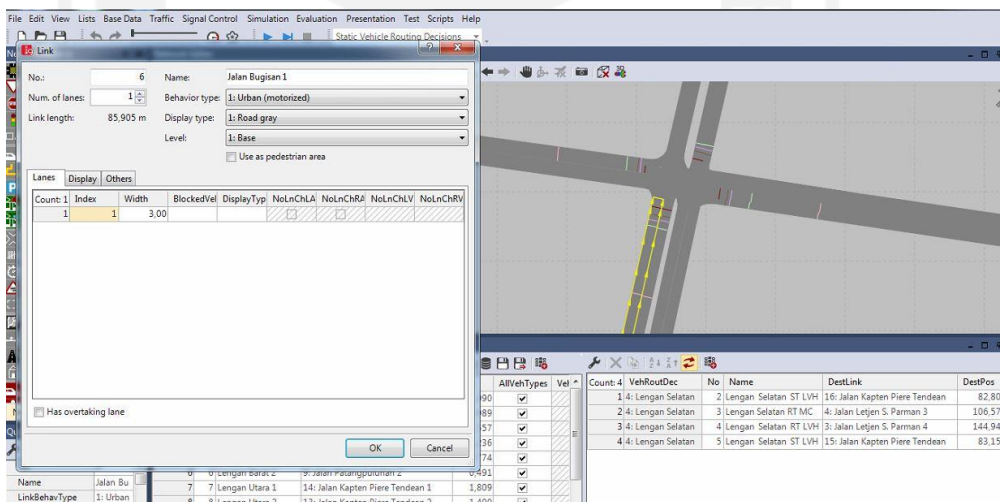
Tabel 5. 18 Pembagian Arus *Link* Barat 2

Jalan Patangpuluhan – Letjen S Parman Barat 2 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	0	0	0	0	0%
ST	322	34	5	361	41,78%
RT	406	90	7	503	58,22%
Total	728	124	12	864	100%



Gambar 5. 42 Vehicle Route Link Barat 2

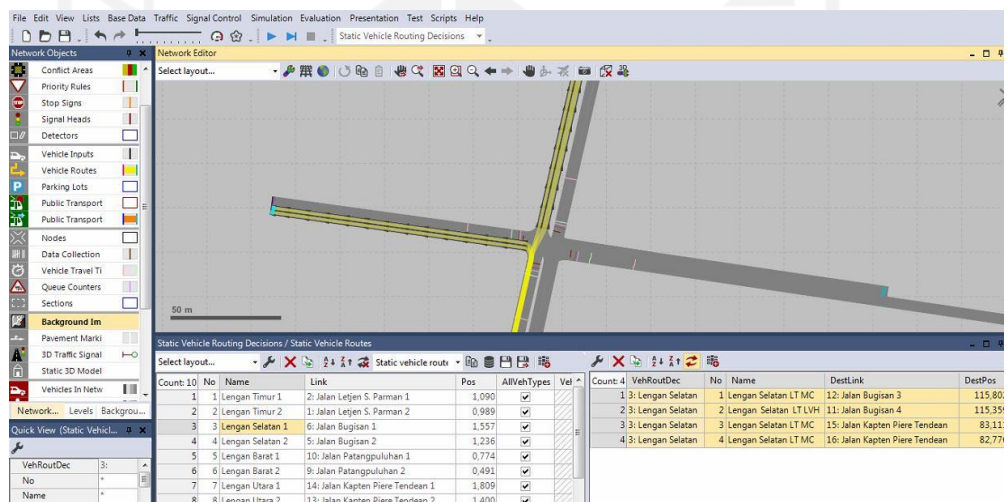
2. Link Barat 1 dibuat untuk MC, LV dan HV yang lurus belok kiri kearah Utara menuju Jalan Kapten Pierre. Link Barat 1 Pembagian arus dan input vehicle route nya pada VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.20 Gambar 5.43 dan Gambar 5.44 berikut.



Gambar 5. 43 Vehicle Route Link Barat 1

Tabel 5. 19 Pembagian Arus Link Barat 1

Jalan Patangpuluhan – Letjen S Parman					
Barat 1 (kendaraan/jam)					
	<i>MC</i>	<i>LV</i>	<i>HV</i>	Jumlah	Komposisi
LT	234	41	0	275	100%
ST	0	0	0	0	0%
RT	0	0	0	0	0%
Total	234	41	0	275	100%

**Gambar 5. 43** Vehicle Route Link Barat 1

5.5 Analisis Data

5.5.1 Validasi Data

Validasi dilakukan dengan cara perhitungan jumlah volume arus lalu lintas menggunakan rumus statistik dari *Geoffrey E. Havers (GEH)*. Rumus uji statistik *GEH* dapat dilihat pada Persamaan 5.1 berikut.

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

Keterangan:

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

Hasil dari rumus *GEH* di atas memiliki persyaratan nilai yang harus terpenuhi. Nilai dari *GEH* diklasifikasikan seperti pada Tabel 5.21 dan Tabel 5.22 sebagai berikut.

Tabel 5. 20 Kriteria Hasil Perhitungan *GEH*

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

Tabel 5. 21 Hasil Validasi Uji Statistik *GEH*

Lengan	$q_{observed}$ (kend/jam)	$q_{simulated}$ (kend/jam)	<i>GEH</i>	Keterangan
Utara	2173	2117,96	1,19	Diterima
Timur	1300	1234,52	1,84	Diterima
Selatan	1954	1807,76	3,37	Diterima
Barat	1139	1135,88	0,09	Diterima

Dari Tabel 5.21, dapat disimpulkan bahwa pemodelan simulasi *VISSIM* kondisi *eksisting* dapat diterima setelah hasil uji validasi menggunakan rumus statistik *GEH*.

5.5.2 Kinerja Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Yogyakarta Kondisi *Eksisting*

Hasil analisis kinerja lalu lintas Simpang Patangpuluhan kondisi *eksisting* menggunakan *software VISSIM* sebagai berikut.

1. *Delay*

Delay adalah sebagian waktu yang tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan rencana, sehingga menyebabkan beberapa kegiatan yang mengikuti menjadi tertunda atau tidak dapat diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan. *Delay* yang dimaksudkan dalam simulasi *VISSIM* adalah parameter tundaan yang dialami kendaraan sesuai rute yang telah ditentukan. Hasil dari simulasi *VISSIM* akan menghasilkan *Delay Result*, dan berikut adalah *Delay Result* hasil simulasi pada Simpang Patangpuluhan yang dapat dilihat pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 22 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Kondisi *Eksisting*

Lengan	Tundaan					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	Detik/kend					
Utara	28,700	25,47	26,2	24,56	26,9	26,366
Timur	48,1	44,01	42,9	48,4	46,8	46,042
Selatan	37,4	36,3	35,6	36,3	34,5	36,020
Barat	24,3	25,78	24,79	25,4	24,7	24,994

Dari Tabel 5.23 di atas, diperoleh rata-rata data tundaan untuk Lengan Utara adalah 26,366 detik/kend, Lengan Timur adalah 46,042 detik/kend, Lengan Selatan adalah 36,020 detik/kend dan Lengan Barat adalah 24,994 detik/kend. Nilai tundaan terbesar terletak pada Lengan Timur sebesar 46,042 detik/kend. Pada perhitungan MKJI didapatkan tundaan rata-rata

pada lengan utara sebesar 97,982, untuk lengan timur mencapai 99,934 dan pada lengan selatan sebesar 89,427 serta pada lengan barat mencapai 30,139.

2. *Queue Counter*

Queue Counter adalah penetapan titik perhitungan panjang antrean saat kendaraan berhenti. *Queue Counter* menghasilkan data panjang antrean pada setiap lengan. Tabel 5.24 berikut adalah data panjang antrean setiap lengannya.

Tabel 5. 23 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Kondisi *Eksisting*

Lengan	Panjang Antrean					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	meter					
Utara	135,880	135,870	135,841	135,878	135,863	135,866
Timur	104,965	154,072	163,278	109,098	145,562	135,395
Selatan	92,188	92,231	92,244	92,160	92,239	92,212
Barat	125,329	125,348	125,353	118,434	116,949	122,283

Dari Tabel 5.24 di atas, diperoleh rata-rata data panjang antrean untuk Lengan Utara adalah 135,866 meter, Lengan Timur adalah 135,395 meter, Lengan Selatan adalah 92,212 meter dan Lengan Barat adalah 122,283 meter. Nilai panjang antrean terbesar terletak pada Lengan Utara sebesar 135,866 meter. Pada Perhitungan MKJI didapatkan Panjang antrian untuk Lengan Utara sebesar 493 meter sedangkan pada Lengan Timur sebesar 309 meter, dan pada Lengan Selatan mencapai 204 meter serta pada Lengan Barat didapatkan panjang antrian sebesar 300 meter

3. Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan Simpang menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No PM 96 Tahun 2015, perhitungan tingkat pelayanan pada simpang mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas simpang.

Tingkat pelayanan simpang merupakan kemampuan ruas jalan untuk menampung volume lalu lintas pada keadaan tertentu. Tabel 5.25 berikut adalah tingkat pelayanan Simpang Patangpuluhan pada kondisi *eksisting* MKJI 1997.

Tabel 5. 24 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Kondisi *Eksisting* MKJI 1997 dan *eksisting vissim*.

Lengan	<i>existing</i> MKJI 1997	LOS	<i>existing vissim</i>	LOS
Utara	97,982	F	26,366	D
Timur	99,934	F	46,042	E
Selatan	89,427	F	36,02	D
Barat	30,136	D	24,994	C

Lengan	<i>existing</i> MKJI 1997	LOS	<i>existing vissim</i>	LOS
Utara	97,982	F	26,366	D
Timur	99,934	F	46,042	E
Selatan	89,427	F	36,02	D
Barat	30,136	D	24,994	C

Dari Tabel 5.24 di atas, diperoleh nilai *Level of Service* untuk Lengan Utara adalah F, Lengan Timur adalah F, Lengan Selatan adalah F, dan Lengan Barat adalah D. Nilai *Level Of Service* terbesar terletak pada Lengan Timur yang memiliki nilai F dan waktu tunggu per kendaraan sebesar 99,934 detik/kend. Sedangkan untuk pemodelan pada *vissim* diperoleh nilai *Level of Service* untuk Lengan Utara adalah D, Lengan Timur adalah E, Lengan Selatan adalah D, dan Lengan Barat adalah C. Nilai *Level Of Service* terbesar terletak pada Lengan Timur yang memiliki nilai E dan waktu tunggu per kendaraan sebesar 46,042 detik/kend.

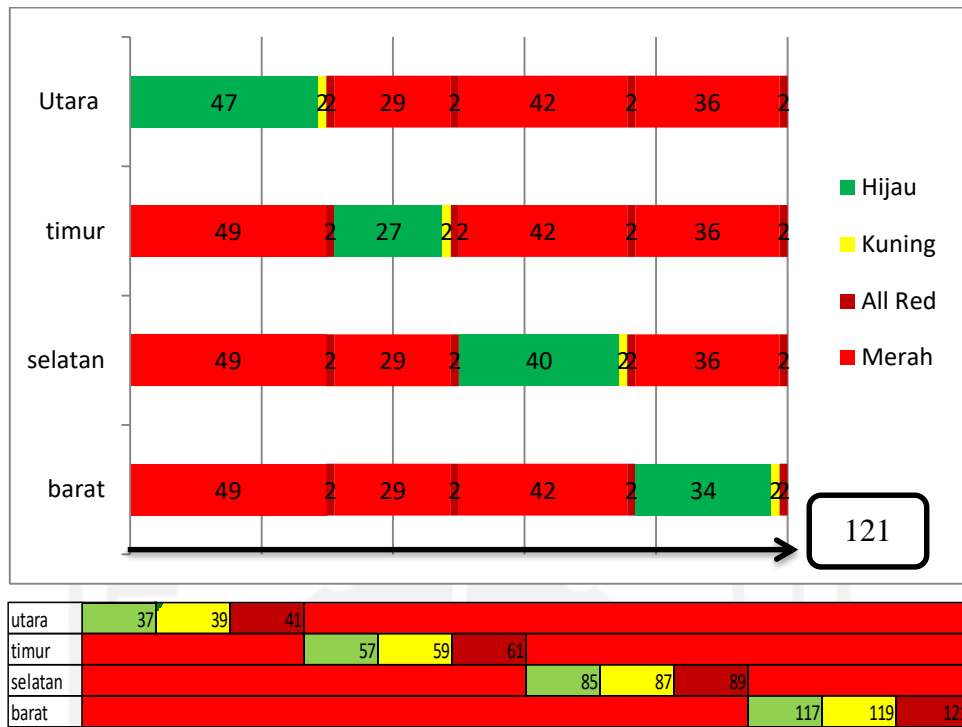
5.5.3 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 1

Alternatif penanganan Simpang Patangpuluhan yang pertama adalah dengan cara melakukan rekayasa fase sinyal lalu lintas. Penanganan ini dilakukan perubahan fase sinyal dan penyesuaian waktu siklus dikarenakan pada kondisi *eksisting* memiliki nilai tundaan dan panjang antrean yang tinggi.

Berikut adalah perubahan waktu sinyal lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel 5.26 dan Gambar 5.44.

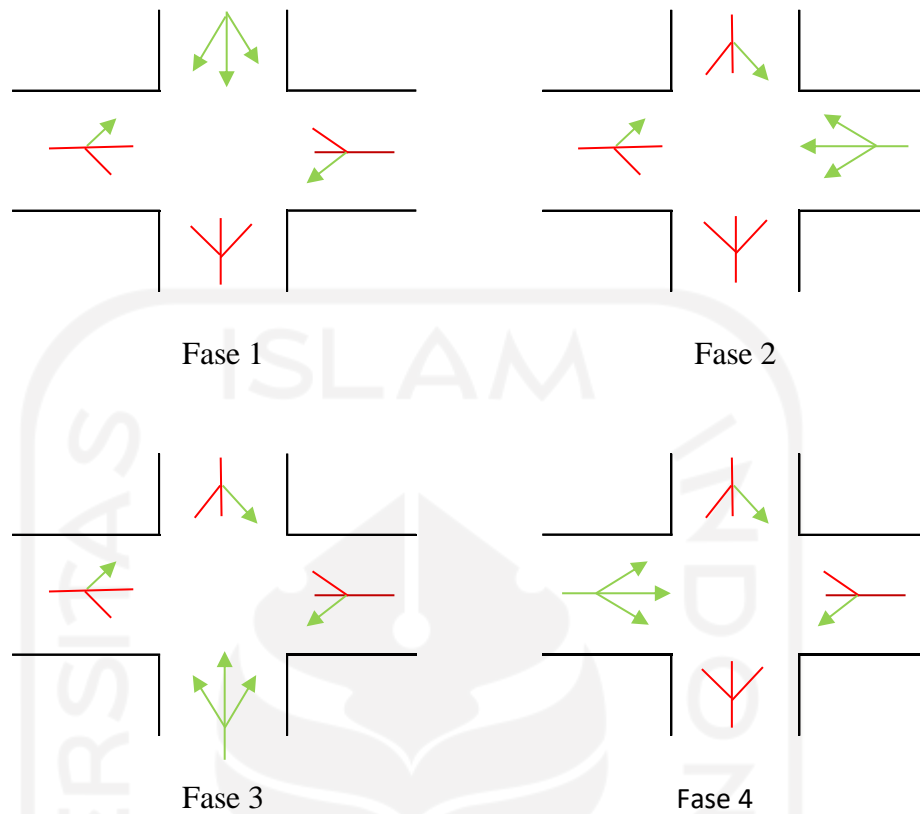
Tabel 5. 25 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 1

Lengan	Waktu (detik)			
	Hijau	Kuning	<i>All Red</i>	Siklus
Utara	37	2	2	121
Timur	16	2	2	
Selatan	24	2	2	
Barat	28	2	2	



Gambar 5. 44 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 1

Fase sinyal yang digunakan adalah Utara-Timur-Selatan-Barat yang dapat dilihat pada Gambar 5.44 berikut.



Gambar 5. 45 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 1

Berikut adalah hasil analisis kinerja lalu lintas simpang bersinyal Patangpuluhan Alternatif 1 menggunakan *software VISSIM*.

1. *Delay*

Delay Result Alternatif 1 pada Simpang Patangpuluhan dapat dilihat pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 26 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 1

Lengan	Tundaan					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	detik/kend					
Utara	21,750	23,34	25,2	22,67	22,55	23,102
Timur	28,41	28,58	30,036	33,66	32,88	30,713
Selatan	31,837	35,25	32,26	32,58	30,72	32,529
Barat	25,138	25,41	24,429	24,636	23,52	24,627

Mengacu Tabel 5.24 di atas, diperoleh rata-rata data tundaan untuk Lengan Utara adalah 23,102 detik/kend, Lengan Timur adalah 30,713 detik/kend, Lengan Selatan adalah 32,529 detik/kend dan Lengan Barat adalah 24,627 detik/kend. Nilai tundaan terbesar terletak pada Lengan Selatan sebesar 24,627 detik/kend.

2. *Queue Counter*

Queue Counter adalah penetapan titik perhitungan panjang antrean saat kendaraan berhenti. *Queue Counter* menghasilkan data panjang antrean pada setiap Lengan. Tabel 5.28 berikut adalah data panjang antrean setiap Lengannya.

Tabel 5. 27 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 1

Lengan	Panjang Antrean					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	meter					
Utara	135,229	135,850	135,877	135,860	135,786	135,720
Timur	95,690	94,370	95,030	92,680	87,596	93,073
Selatan	92,236	92,230	92,247	92,209	92,240	92,232
Barat	122,909	117,720	117,646	125,309	125,373	121,791

Mengacu Tabel 5.28 di atas, diperoleh rata-rata data panjang antrean untuk Lengan Utara adalah 135,720 meter, Lengan Timur adalah 93,073 meter, Lengan Selatan adalah 92,232 meter dan Lengan Barat adalah 121,791 meter. Nilai panjang antrean terbesar terletak pada Lengan Utara sebesar 135,720 meter.

3. Tingkat Pelayanan Simpang

Tabel 5.29 berikut adalah tingkat pelayanan Simpang Patangpuluhan pada Alternatif 1.

Tabel 5. 28 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 1

Lengan	Waktu Tundaan (detik/kend)	<i>Level Of Service</i>
Utara	23,102	C
Timur	30,713	D
Selatan	32,529	D
Barat	24,627	C

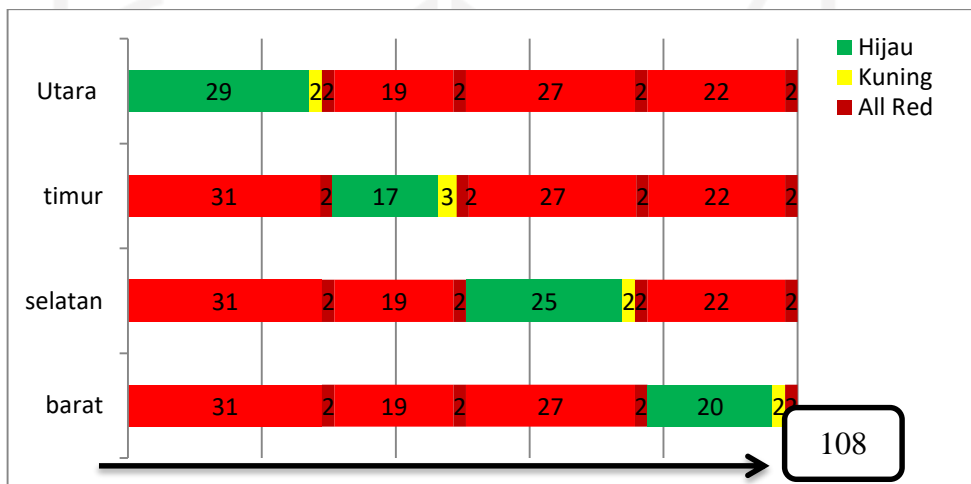
Mengacu Tabel 5.29 di atas, diperoleh nilai *Level of Service* untuk Lengan Utara adalah C, Lengan Timur adalah D, Lengan Selatan adalah D, dan Lengan Barat adalah C. Nilai *Level Of Service* terbesar terletak pada Lengan Selatan yang memiliki nilai D dan menunjukkan waktu tunggu per kendaraan sebesar 32,529 detik/kend.

5.5.4 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 2

Alternatif penanganan Simpang Patangpuluhan yang kedua adalah dengan cara melakukan rekayasa fase sinyal lalu lintas dan menghilangkan LTOR lengan Utara. Penanganan ini dilakukan perubahan fase sinyal ,penyesuaian waktu siklus dan penghilangan belok kiri langsung (LTOR) pada lengan Utara dikarenakan pada kondisi *eksisting* memiliki nilai tundaan dan panjang antrean yang tinggi. Berikut adalah perubahan waktu sinyal lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel 5.30 dan Gambar 5.46.

Tabel 5. 29 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 2

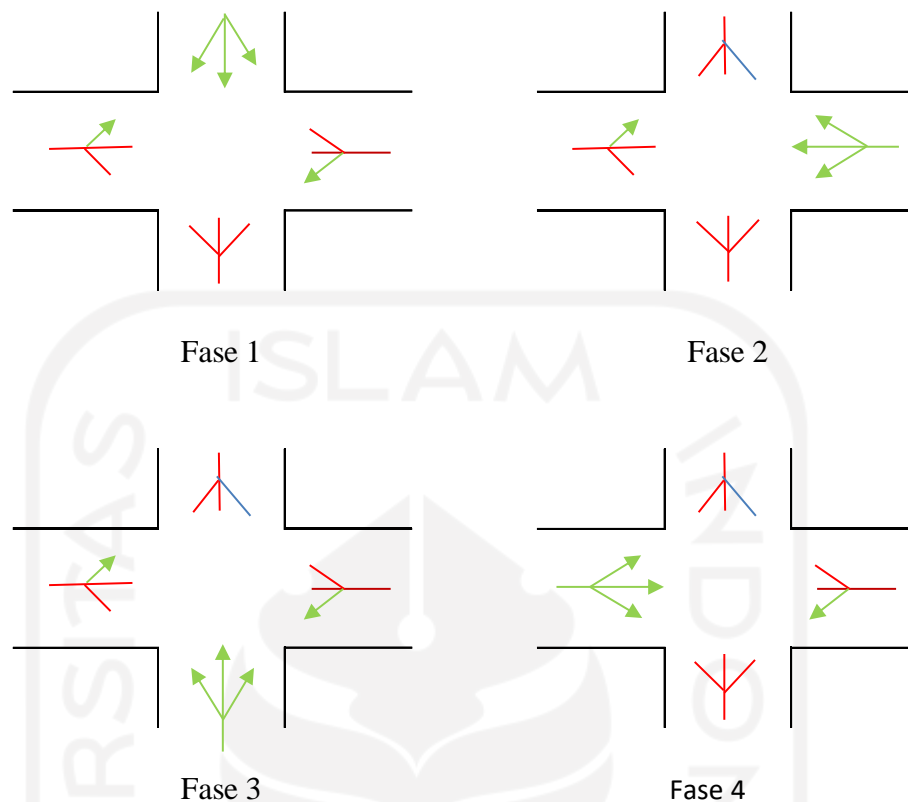
Lengan	Waktu (detik)			
	Hijau	Kuning	All Red	Siklus
Utara	27	2	2	108
Timur	15	2	2	
Selatan	23	2	2	
Barat	27	2	2	



utara	27	29	31
timur	46	48	50
selatan	73	75	77
barat	104	106	108

Gambar 5. 46 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 2

Fase sinyal yang digunakan adalah Utara-Timur-Selatan-Barat yang dapat dilihat pada Gambar 5.47 berikut.



Gambar 5. 47 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 2

Berikut adalah hasil analisis kinerja lalu lintas simpang bersinyal Patangpuluhan Alternatif 2 menggunakan *software VISSIM*.

1. *Delay*

Delay Result Alternatif 3 pada Simpang Patangpuluhan dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5. 30 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 2

Lengan	Tundaan					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	Detik/kend					
Utara	30,340	30,75	31,939	30,59	30,408	30,805
Timur	26,4	23,589	27,5	30,71	27,32	27,104
Selatan	26,89	30,89	29,107	28,348	28,82	28,811
Barat	21,71	21,29	21,47	21,618	21,096	21,437

Mengacu Tabel 5.31 di atas, diperoleh rata-rata data tundaan untuk Lengan Utara adalah 30,805 detik/kend, Lengan Timur adalah 27,104 detik/kend, Lengan Selatan adalah 28,811 detik/kend dan Lengan Barat adalah 21,437 detik/kend. Nilai tundaan terbesar terletak pada Lengan Utara sebesar 30,805 detik/kend.

2. *Queue Counter*

Queue Counter adalah penetapan titik perhitungan panjang antrean saat kendaraan berhenti. *Queue Counter* menghasilkan data panjang antrean pada setiap lengan. Tabel 5.32 berikut adalah data panjang antrean setiap lengannya.

Tabel 5. 31 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 2

Lengan	Panjang Antrean					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	meter					
Utara	135,877	135,867	135,877	135,880	135,870	135,874
Timur	86,520	89,160	88,923	75,298	84,570	84,894
Selatan	92,220	92,240	92,237	92,129	92,230	92,211
Barat	114,740	117,710	117,670	125,360	117,670	118,630

Mengacu Tabel 5.32 di atas, diperoleh rata-rata data panjang antrean untuk Lengan Utara adalah 135,874 meter, Lengan Timur adalah 84,894 meter, Lengan Selatan adalah 92,211 meter dan Lengan Barat adalah 118,630 meter. Nilai panjang antrean terbesar terletak pada Lengan Utara sebesar 135,874 meter.

3. Tingkat Pelayanan Simpang

Tabel 5.33 berikut adalah tingkat pelayanan Simpang Patangpuluhan pada Alternatif 2.

Tabel 5. 32 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 2

Lengan	Waktu Tundaan (detik/kend)	<i>Level Of Service</i>
Utara	30,805	D
Timur	27,104	D
Selatan	28,811	D
Barat	21,437	C

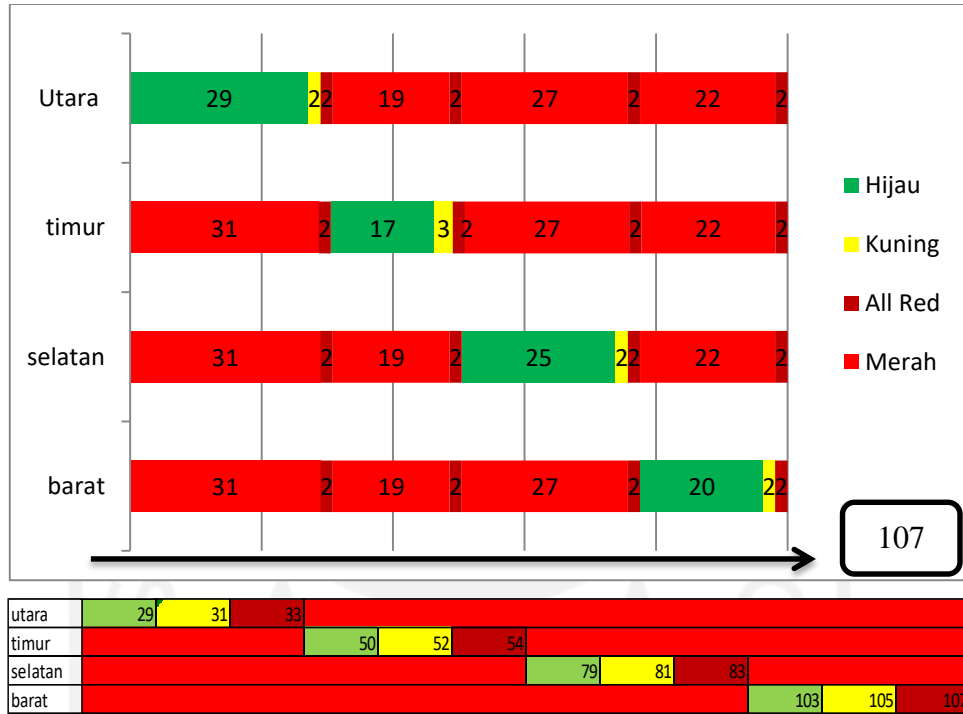
Mengacu Tabel 5.33 di atas, diperoleh nilai *Level of Service* untuk Lengan Utara adalah D, Lengan Timur adalah D, Lengan Selatan adalah D, dan Lengan Barat adalah C. Nilai *Level Of Service* terbesar terletak pada Lengan Utara yang memiliki nilai D dan menunjukkan waktu tunggu per kendaraan sebesar 30,805 detik/kend.

5.5.5 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 3

Alternatif penanganan Simpang Patangpuluhan yang ketiga adalah dengan cara melakukan rekayasa fase sinyal lalu lintas dan menghilangkan belok kiri langung pada setiap lengan. Penanganan ini dilakukan perubahan fase sinyal, penyesuaian waktu siklus dan penghilangan belok kiri langsung (LTOR) pada setiap lengan dikarenakan pada kondisi *eksisting* memiliki nilai tundaan dan panjang antrean yang tinggi. Berikut adalah perubahan waktu sinyal lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel 5.34 dan Gambar 5.48.

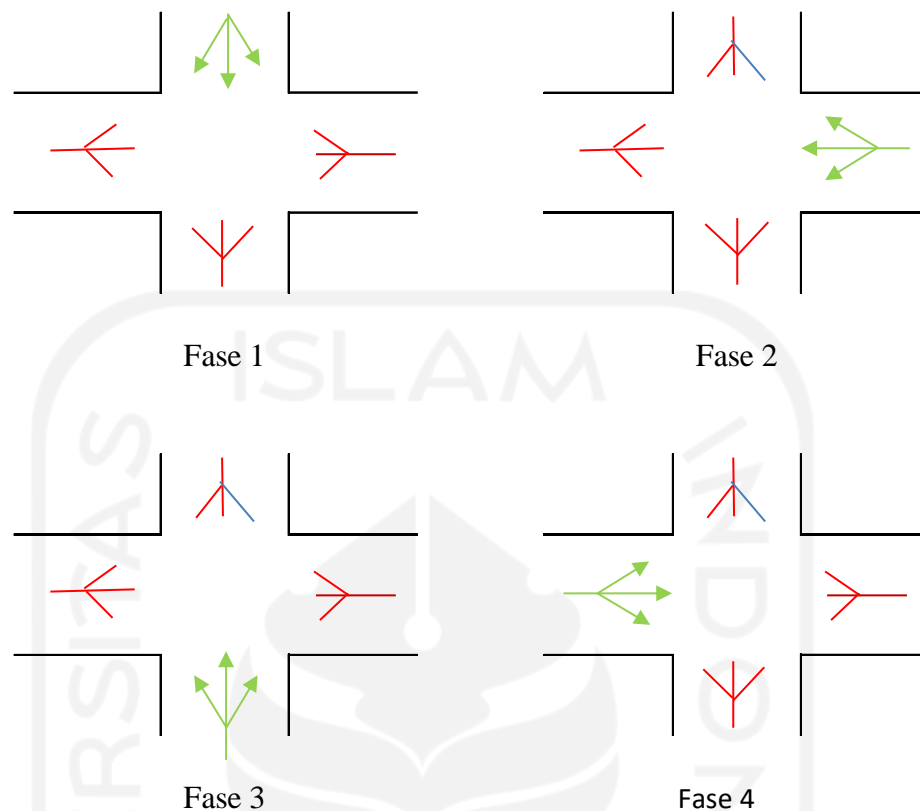
Tabel 5. 33 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 3

Lengan	Waktu (detik)			
	Hijau	Kuning	<i>All Red</i>	Siklus
Utara	29	2	2	107
Timur	17	2	2	
Selatan	25	2	2	
Barat	20	2	2	



Gambar 5. 48 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 3

Fase sinyal yang digunakan adalah Utara-Timur-Selatan-Barat yang dapat dilihat pada Gambar 5.49 berikut.



Gambar 5. 49 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 3

Berikut adalah hasil analisis kinerja lalu lintas simpang bersinyal Patangpuluhan Alternatif 3 menggunakan *software VISSIM*.

1. *Delay*

Delay Result Alternatif 3 pada Simpang Patangpuluhan dapat dilihat pada Tabel 5.35.

Tabel 5. 34 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 3

Lengan	Tundaan					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	Detik/kend					
Utara	24,424	24,264	24,127	22,788	22,324	23,585
Timur	25,97	29,959	26,409	26,147	26,666	27,030
Selatan	24,035	23,855	23,751	24,071	22,869	23,716
Barat	26,185	27,684	26,107	26,082	26,978	26,607

Mengacu Tabel 5.35 di atas, diperoleh rata-rata data tundaan untuk Lengan Utara adalah 23,585 detik/kend, Lengan Timur adalah 27,030 detik/kend, Lengan Selatan adalah 23,716 detik/kend dan Lengan Barat adalah 26,607 detik/kend. Nilai tundaan terbesar terletak pada Lengan Timur sebesar 27,030 detik/kend.

2. *Queue Counter*

Queue Counter adalah penetapan titik perhitungan panjang antrean saat kendaraan berhenti. *Queue Counter* menghasilkan data panjang antrean pada setiap lengan. Tabel 5.36 berikut adalah data panjang antrean setiap lengannya.

Tabel 5. 35 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 3

Lengan	Panjang Antrean					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	meter					
Utara	135,798	135,861	135,873	135,852	135,871	135,851
Timur	76,040	96,752	89,724	102,631	90,928	91,215
Selatan	92,221	92,218	92,234	92,236	92,228	92,227
Barat	95,977	115,731	119,082	117,714	89,300	107,561

Mengacu Tabel 5.36 di atas, diperoleh rata-rata data panjang antrean untuk Lengan Utara adalah 135,851 meter, Lengan Timur adalah 91,215 meter, Lengan Selatan adalah 92,227meter dan Lengan Barat adalah 107,561 meter. Nilai panjang antrean terbesar terletak pada Lengan Utara sebesar 135,851 meter.

3. Tingkat Pelayanan Simpang

Tabel 5.37 berikut adalah tingkat pelayanan Simpang Patangpuluhan pada Alternatif 3.

Tabel 5. 36 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 3

Lengan	Waktu Tundaan (detik/kend)	<i>Level Of Service</i>
Utara	23,585	C
Timur	27,030	D
Selatan	23,716	C
Barat	26,607	D

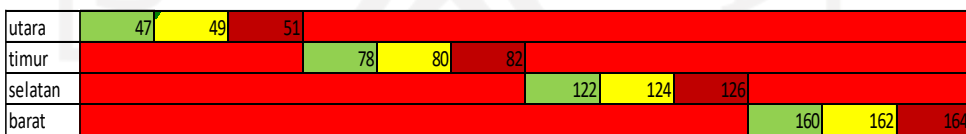
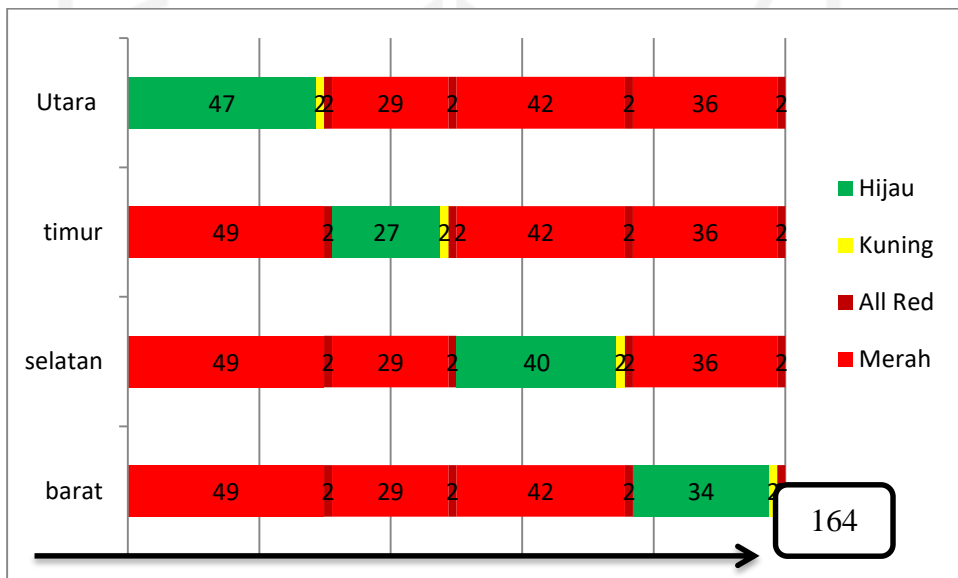
Mengacu Tabel 5.37 di atas, diperoleh nilai *Level of Service* untuk Lengan Utara adalah C, Lengan Timur adalah D, Lengan Selatan adalah C, dan Lengan Barat adalah D. Nilai *Level Of Service* terbesar terletak pada Lengan Timur yang memiliki nilai D dan menunjukkan waktu tunggu per kendaraan sebesar 27,030detik/kend.

5.5.6 Alternatif Penanganan Dengan Rekayasa Fase Sinyal Lalu Lintas 4

Alternatif penanganan Simpang Patangpuluhan yang ketiga adalah dengan cara melakukan rekayasa fase sinyal lalu lintas dan menghilangkan belok kiri langsung pada setiap lengan. Penanganan ini dilakukan perubahan fase sinyal, penyesuaian waktu siklus dan penghilangan belok kiri langsung (LTOR) pada setiap lengan dikarenakan pada kondisi *eksisting* memiliki nilai tundaan dan panjang antrean yang tinggi. Berikut adalah perubahan waktu sinyal lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel 5.38 dan Gambar 5.50.

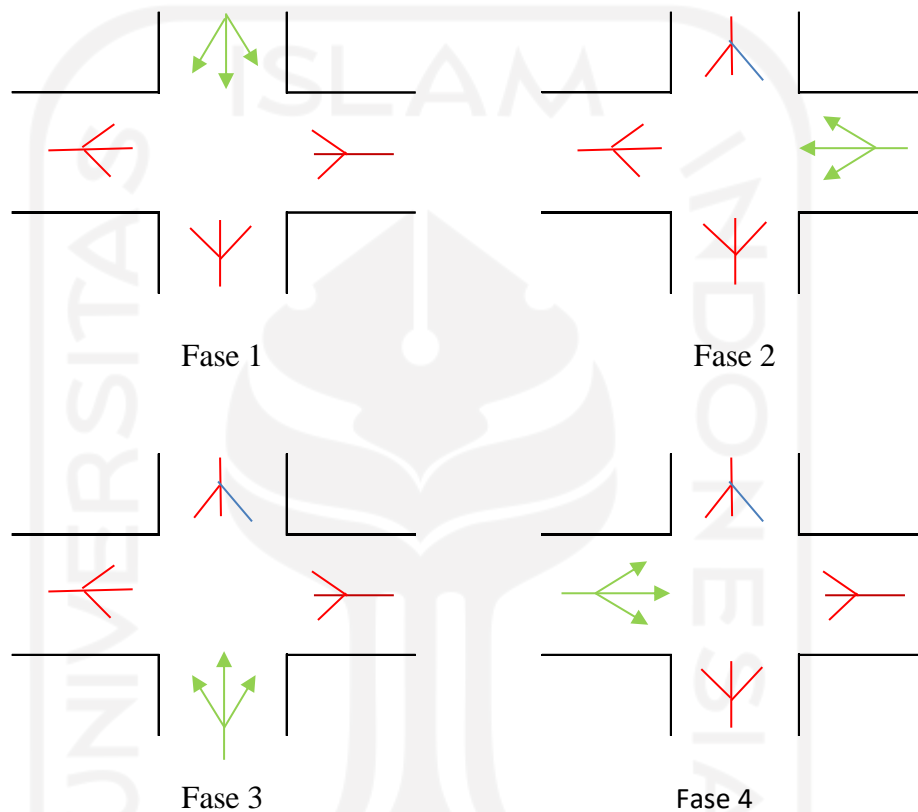
Tabel 5. 37 Pewaktuan Sinyal Lalu Lintas Simpang Patangpuluhan Alternatif 4

Lengan	Waktu (detik)			Siklus
	Hijau	Kuning	All Red	
Utara	47	2	2	164
Timur	27	2	2	
Selatan	40	2	2	
Barat	34	2	2	



Gambar 5. 50 Grafik Diagram Waktu Siklus Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 4

Fase sinyal yang digunakan adalah Utara-Timur-Selatan-Barat yang dapat dilihat pada Gambar 5.51 berikut.



Gambar 5. 51 Fase Sinyal Simpang Patangpuluhan Alternatif 4

Berikut adalah hasil analisis kinerja lalu lintas simpang bersinyal Patangpuluhan Alternatif 4 menggunakan *software VISSIM*.

4. *Delay*

Delay Result Alternatif 4 pada Simpang Patangpuluhan dapat dilihat pada Tabel 5.39.

Tabel 5. 38 Tundaan Pada Simpang Patangpuluhan Alternatif 4

Lengan	Tundaan					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	Detik/kend					
Utara	27,448	27,022	28,234	27,515	29,059	27,856
Timur	31,267	32,102	32,357	33,762	32,597	32,417
Selatan	26,472	27,615	27,267	27,482	27,752	27,318
Barat	31,952	31,624	31,642	31,434	32,127	31,756

Mengacu Tabel 5.39 di atas, diperoleh rata-rata data tundaan untuk Lengan Utara adalah 27,856 detik/kend, Lengan Timur adalah 32,417 detik/kend, Lengan Selatan adalah 27,318 detik/kend dan Lengan Barat adalah 31,756 detik/kend. Nilai tundaan terbesar terletak pada Lengan Timur sebesar 27,856 detik/kend.

4. *Queue Counter*

Queue Counter adalah penetapan titik perhitungan panjang antrean saat kendaraan berhenti. *Queue Counter* menghasilkan data panjang antrean pada setiap lengan. Tabel 5.40 berikut adalah data panjang antrean setiap lengannya.

Tabel 5. 39 Panjang Antrean Simpang Patangpuluhan Alternatif 4

Lengan	Panjang Antrean					
	<i>RS 10</i>	<i>RS 25</i>	<i>RS 35</i>	<i>RS 45</i>	<i>RS 60</i>	Rerata
	meter					
Utara	130,310	131,191	135,879	128,228	135,808	132,283
Timur	93,937	119,256	90,353	122,556	105,626	106,346
Selatan	92,246	91,756	92,220	92,244	92,147	92,123
Barat	117,694	117,696	117,585	125,316	117,734	119,205

Mengacu Tabel 5.40 di atas, diperoleh rata-rata data panjang antrean untuk Lengan Utara adalah 135,283 meter, Lengan Timur adalah 106,346 meter, Lengan Selatan adalah 92,123 meter dan Lengan Barat adalah 119,205 meter. Nilai panjang antrean terbesar terletak pada Lengan Utara sebesar 132,283 meter.

5. Tingkat Pelayanan Simpang

Tabel 5.41 berikut adalah tingkat pelayanan Simpang Patangpuluhan pada Alternatif 4.

Tabel 5. 40 Tingkat Pelayanan Simpang Patangpuluhan Alternatif 4

Lengan	Waktu Tundaan (detik/kend)	<i>Level Of Service</i>
Utara	27,856	D
Timur	32,417	D
Selatan	27,318	D
Barat	31,756	D

Mengacu Tabel 5.41 di atas, diperoleh nilai *Level of Service* untuk Lengan Utara adalah D, Lengan Timur adalah D, Lengan Selatan adalah D, dan Lengan Barat adalah D. Nilai *Level Of Service* terbesar terletak pada Lengan Utara yang memiliki nilai D dan menunjukkan waktu tunggu per kendaraan sebesar 27,856 detik/kend.

5.6 Pembahasan

Simulasi *software VISSIM* didapatkan hasil yang berbeda antara satu dan lainnya, perbedaan yang akan dibandingkan adalah waktu tundaan dan panjang antrean pada setiap lengannya. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan kondisi *eksisting* metode MKJI dan 4 kali simulasi dengan keadaan waktu siklus yang berbeda yaitu keadaan *eksisting*, Alternatif 1, Alternatif 2, Alternatif 3 dan

Alternatif 4. Simulasi *VISSIM* menghasilkan perbedaan hasil waktu tundaan dan panjang antrean. Berikut adalah perbandingan antara kelima kondisi.

5.6.1 Waktu Tundaan (*Delay Result*)

Perbedaan waktu tundaan antara kondisi *eksisting*, hasil perhitungan kondisi *eksisting*, Alternatif 1, Alternatif 2, Alternatif 3 dan Alternatif 4 yang menggunakan rekayasa fase sinyal lalu lintas. Berikut adalah perbandingan waktu tundaan pada setiap simulasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.41.

Tabel 5. 41 Rekapitulasi Perbandingan Waktu Tundaan

Lengan	Tundaan					
	Eksisting MKJI	Eksisting <i>Vissim</i>	alternatif 1	alternatif 2	alternatif 3	alternatif 4
Utara	97,982	26,366	23,102 -12%	30,805 17%	23,585 -11%	27,856 6%
Timur	99,934	46,042	30,713 -33%	27,104 -41%	27,030 -41%	32,417 -30%
Selatan	89,427	36,02	32,529 -0,097	28,811 -0,200	23,716 -0,342	27,318 -0,242
Barat	30,136	24,994	24,627 -1%	21,437 -14%	26,607 6%	31,756 27%

Mengacu Tabel 5.41 di atas, diperoleh hasil perbandingan tundaan terkecil pada Lengan Utara adalah pada kondisi alternatif 1 menggunakan *VISSIM* dengan nilai 23,102 detik/kend, pada Lengan Timur adalah keadaan Alternatif 1 dengan nilai 27,030 detik/kend, pada Lengan Selatan adalah Alternatif 3 dengan nilai 23,716 detik/kend, dan pada Lengan Barat adalah kondisi alternatif 2 menggunakan *VISSIM* dengan nilai 21,437 detik/kend. Berdasarkan hasil menggunakan MKJI didapatkan nilai pada Lengan Utara sebesar 97,982, sedangkan pada Lengan Timur mencapai 99,934. Adapun untuk Lengan Selatan nilainya sebesar 89,427 dan pada Lengan Barat sebesar 30,136. Terdapat perbedaan kondisi *eksisting* MKJI dan *Vissim* dikarenakan pemodelan tidak sesuai kondisi lapangan (menggunkan *Link* atau Lajur khusus motor) untuk lengan Utara dan Timur.

5.6.2 Panjang Antrean (*Queue Result*)

Nilai perbandingan panjang antrean antara kondisi *eksisting*, hasil perhitungan kondisi *eksisting* metode MKJI, Alternatif 1, Alternatif 2, Alternatif 3 dan Alternatif 4. terdapat perbedaan yang dapat dilihat pada tabel 5.42 berikut.

Tabel 5. 42 Rekapitulasi Perbandingan Panjang Antrean

Panjang Antrian						
Lengan	Eksisting MKJI	Eksisting <i>Vissim</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Utara	493,33	135,880	135,229 0%	135,877 0%	135,798 0%	130,310 -4%
Timur	308,89	104,965	95,690 -9%	86,520 -18%	76,040 -28%	93,937 -11%
Selatan	240,33	92,188	92,236 0,001	92,220 0,000	92,221 0,000	92,246 0,001
Barat	300,30	125,329	122,909 -2%	114,740 -8%	95,977 -23%	117,694 -6%

Mengacu Tabel 5.42 di atas, diperoleh hasil perbandingan panjang antrean terkecil pada Lengan Utara adalah pada kondisi alternatif 4 perhitungan *VISSIM* dengan nilai 130,310 meter, pada Lengan Timur adalah pada keadaan alternatif 3 perhitungan *VISSIM* dengan nilai 76,040 meter, pada Lengan Selatan adalah kondisi *eksisting* dengan nilai 92,118 meter, dan pada Lengan Barat adalah alternatif 3 menggunakan *VISSIM* dengan nilai 95,977 meter.

5.6.3 Perbandingan Kinerja Lalu Lintas

Perbandingan kinerja lalu lintas Simpang Patangpuluhan kemudian dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan kinerja pada simpang. Rata-rata waktu tundaan dan panjang antrean pada setiap lengan dapat dilihat pada Tabel 5.44 berikut.

Tabel 5. 43 Rekapitulasi Perbandingan Kinerja Lalu Lintas Pada Simpang Patangpuluhan

Kondisi	Eksisting MKJI	Eksisting Vssim	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Tundaan(detik/Kend)	79,369	33,356	27,743 -16,83%	27,039 -18,94%	25,235 -24,35%	29,837 -10,55%
Panjang Antrean(m)	335,713	114,591	111,516 -2,68%	107,339 -6,33%	100,009 -12,72%	108,547 -5,27%
Kapasitas(MKJI)	26,00	422,74	456,937 8,09%	522,518 23,60%	594,699 40,68%	629,571 48,93%
Derajat Kejenuhan (MKJI)	422,743	1,122	1,034 -7,81%	0,967 -13,79%	0,887 -20,96%	0,836 -25,49%
<i>Level Of Service (LOS)</i>	F	D	D	D	D	D

Dari Tabel 5.44 di atas diperoleh hasil *eksisting* menggunakan MKJI didapatkan nilai pada Tundaan sebesar 79,369, Panjang Antrean mencapai 335,713. Adapun untuk Kapasitas nilainya sebesar 26,00 dan pada Derajat Kejenuhan sebesar 422,743 dengan *Level Of Service* F. Untuk nilai tundaan rata-rata kondisi *eksisting Vissim* 33,356 detik/kendaraan, nilai panjang antreannya senilai 114,591 meter, nilai kapasitas yang didapatkan adalah 422,74 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan yang didapat adalah 1,122 dengan tingkat pelayanan D. Pada kondisi Alternatif 1 diperoleh nilai tundaan rata-rata dibandingkan dengan kondisi *eksisting vissim* turun 16,83% senilai 5,613 detik/kendaraan sehingga tundaan pada Alternatif 1 menjadi 27,743 detik/kendaraan, nilai panjang antrean turun 2,68% senilai 3.075 meter sehingga panjang antrean pada Alternatif 1 menjadi 111,516 meter, nilai kapasitas naik 8,09% senilai 34,197 smp/jam sehingga nilai kapasitas menjadi 456,937smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan turun 7,81% senilai 0,088 sehingga nilai derajat kejenuhan menjadi 1,034 dengan tingkat pelayanan D.

Pada kondisi Alternatif 2 diperoleh nilai tundaan rata-rata dibandingkan dengan kondisi *eksisting vissim* turun 18,94% senilai 6,317 detik/kendaraan sehingga tundaan pada Alternatif 2 menjadi 27,039 detik/kendaraan, nilai panjang antrean turun 6,33% senilai 7,252 meter sehingga panjang antrean pada Alternatif

2 menjadi 107,339 meter, nilai kapasitas naik sebesar 23,6% senilai 99,778 smp/jam sehingga nilai kapasitas menjadi 522,5180 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan turun 13,79% senilai 0,155 sehingga nilai derajat kejenuhan menjadi 0,967 dengan tingkat pelayanan B.

Pada kondisi Alternatif 3 diperoleh nilai tundaan rata-rata dibandingkan dengan kondisi *eksisting vissim* turun 24,35% senilai 8,121 detik/kendaraan sehingga tundaan pada Alternatif 3 menjadi 25,235 detik/kendaraan, nilai panjang antrean turun 12,72% senilai 14,582 meter sehingga panjang antrean pada Alternatif 3 menjadi 100 meter, nilai kapasitas naik 40,68% senilai 171,959 smp/jam sehingga nilai kapasitas menjadi 594,699 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan turun 20,96% senilai 0,235 sehingga nilai derajat kejenuhan menjadi 0,887 dengan tingkat pelayanan D.

Pada kondisi Alternatif 4 diperoleh nilai tundaan rata-rata dibandingkan dengan kondisi *eksisting vissim* turun 10,55% senilai 3,519 detik/kendaraan sehingga tundaan pada Alternatif 4 menjadi 29,837 detik/kendaraan, nilai panjang antrean turun 5,27% senilai 6,044 meter sehingga panjang antrean pada Alternatif 4 menjadi 108,547 meter, nilai kapasitas naik 48,93% senilai 206,831 smp/jam sehingga nilai kapasitas menjadi 629,571 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan turun 25,49% senilai 0,286 sehingga nilai derajat kejenuhan menjadi 0,836 dengan tingkat pelayanan D.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Pemodelan *mikrosimulasi VISSIM* setelah dianalisis pada kondisi *eksisting* dan empat alternatif pada Simpang Patangpuluhan diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Kinerja Simpang Patangpuluhan pada kondisi *eksisting* menggunakan pemodelan *VISSIM* dinilai kurang baik dengan tingkat pelayanan simpang adalah D. Waktu tundaan sebesar 33,356 detik/kendaraan, panjang antrean sebesar 114,591 meter, nilai kapasitas 422,74 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan 1,122.
2. Alternatif penanganan pada Simpang Patangpuluhan yaitu dengan merencanakan sinyal lalu lintas, dan Penghilangan belok kiri jalan terus(LTOR) di salah satu Lengan Simpang atau disemua Lengannya. Rekapitan yang dilakukan pada Alternatif pertama adalah dengan merencanakan waktu siklus sinyal lalu lintas, pada Alternatif kedua adalah dengan merencanakan waktu siklus sinyal lalu lintas dan Penghilangan belok kiri jalan terus(LTOR) pada Lengan Utara sedangkan pada Alternatif ketiga dan keempat adalah dengan merencanakan waktu siklus sinyal lalu lintas dan Penghilangan belok kiri jalan terus(LTOR) pada setiap Lengan. Pada kondisi *eksisting* tingkat pelayanannya adalah D, dengan tundaan sebesar 33,356 detik/kendaraan, nilai panjang antreannya senilai 114,591 meter, nilai kapasitas yang didapatkan adalah 422,74 smp/jam, dan nilai derajat kejenuhan yang didapat adalah 1,122. Alternatif pertama menghasilkan tingkat pelayanan simpang D, memiliki tundaan sebesar 27,743 detik/kendaraan, panjang antrean sebesar 111,516 meter, nilai kapasitas sebesar 456,937smp/jam, dan derajat kejenuhan senilai 1,634. Pada Alternatif kedua menghasilkan tingkat pelayanan simpang D, memiliki tundaan sebesar 27,039 detik/kendaraan, panjang antrean sebesar 107,339 meter, nilai kapasitas sebesar 522,518 smp/jam, dan derajat kejenuhan 0,967. Pada Alternatif ketiga menghasilkan

tingkat pelayanan simpang D, memiliki tundaan sebesar 25,235 detik/kendaraan, panjang antrean sebesar 100 meter, nilai kapasitas sebesar 594,699 smp/jam, dan derajat kejenuhan 0,887. Pada Alternatif keempat menghasilkan tingkat pelayanan simpang D, memiliki tundaan sebesar 29,837 detik/kendaraan, panjang antrean sebesar 108,547 meter, nilai kapasitas sebesar 629,571 smp/jam, dan derajat kejenuhan 0,836

3. Hasil pemodelan Alternatif 1, pemodelan Alternatif 2, pemodelan Alternatif 3 dan pemodelan Alternatif 4 kemudian dibandingkan terhadap kondisi *eksisting* pemodelan *VISSIM* Simpang Patangpuluhan. Hasilnya adalah Tundaan pada kondisi Alternatif 1 berkurang sebesar 16,83%, panjang antrean berkurang sebesar 2,58%, nilai kapasitas meningkat 8,69%, nilai derajat kejenuhan menurun 7,81% dengan tingkat pelayanan simpang yang sama yaitu D. Tundaan pada kondisi Alternatif 2 berkurang sebesar 18,94%, panjang antrean berkurang sebesar 6,33%, nilai kapasitas bertambah 23,6%, nilai derajat kejenuhan menurun 13,79% dengan tingkat pelayanan simpang yang sama yaitu D. Tundaan pada kondisi Alternatif 3 berkurang sebesar 24,35%, panjang antrean berkurang sebesar 12,72%, nilai kapasitas meningkat sebesar 40,68%, nilai derajat kejenuhan menurun 20,96% dengan tingkat pelayanan simpang yang sama yaitu D. Tundaan pada kondisi Alternatif 4 berkurang sebesar 10,55%, panjang antrean berkurang sebesar 5,27%, nilai kapasitas meningkat sebesar 48,93%, nilai derajat kejenuhan menurun 25,49% dengan tingkat pelayanan simpang yang sama yaitu D.

Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pemodelan dengan menggunakan *software VISSIM* memiliki beberapa saran terkait dengan penelitian yang akan dilakukan penulis dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik dimasa yang akan datang.

1. Solusi penanganan Simpang Patangpuluhan dilakukan dengan cara perhitungan menggunakan perubahan waktu siklus simpang yang dilakukan pada Alternatif 1, perubahan waktu siklus dan penghilangan belok kiri jalan

terus (LTOR) untuk Lengan Utara pada Alternatif 2 serta semua Lengan pada Alternatif 3 dan Alternatif 4. Alternatif penanganan Simpang Patangpuluhan pada penelitian ini menghasilkan Alternatif 3 adalah yang terbaik jika dibandingkan dengan solusi yang lain, maka disarankan untuk dinas perhubungan kota yogyakarta untuk mempertimbangkan penggunaan kondisi Alternatif 3.

2. Penelitian yang dilakukan saat ini hanya menggunakan perubahan waktu siklus dan penghilangan LTOR tanpa ada perubahan geometri simpang, sehingga pada Alternatif terbaik yaitu Alternatif 3 tingkat pelayanan simpang nya masih sama dengan tingkat pelayanan pada kondisi *eksisting* yaitu D. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan untuk membuat Alternatif perubahan geometri simpang agar tingkat pelayanan simpang lebih baik.
3. Simpang Empat Patangpuluhan merupakan simpang *ATCS semiactuated* yang memiliki waktu siklus berubah-ubah, diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar memperhatikan jenis simpang dikarenakan pada penelitian ini waktu siklus *eksisting* tidak menggunakan waktu siklus pada jam puncak.
4. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya, agar menyesuaikan pemodelan *Vissim* dengan lapangan dan menyamakan *link* pada *Vissim* dengan jalur sesuai keadaan di lapangan. Hal ini dikarenakan pemodelan *Vissim* pada penelitian ini terdapat penambahan *link* baru khusus motor untuk Lengan Utara dan Timur yang tidak ada di lajur pada lapangan. Penambahan link ini bertujuan untuk mendapatkan GEH kurang dari 5, dan lebih dianjurkan untuk memodifikasi *driving behavior* daripada penambahan *link* pada lajur saat memodifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPPEDA DIY. (2020). *BAPPEDA Provinsi DIY*. Retrieved from http://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data_dasar/index/361-jumlah-penduduk-diy?id_skpd=29
- Dinas Perhubungan DIY. (2021). *Transportasi Dalam Angka 2021*. Yogyakarta: Dinas Perhubungan DIY.
- Indriawan, N. (2019). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jlagran (Studi Kasus Simpang Jalan Letjen Suprpto-Jalan Jlagran-Jalan Pembela Tanah Air, Yogyakarta). *Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*.
- Kementrian Perhubungan. (2006). *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Di Jalan*. Kementrian Perhubungan. Jakarta.
- Kementrian Perhubungan. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Kementrian Perhubungan. Jakarta
- Munawar, A. (2004). *Manajemen lalu lintas perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Pratama, A. (2017). Analisa Kinerja Simpang Empat Bersinyal APMD di Jalan Timoho Yogyakarta Menggunakan Metode MKJI 1997. *Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil*.
- Praycilia Inri Badar, T. K. (2014). Analisa Persimpangan Tidak Bersinyal Menggunakan Program aaSIDRA (Studi Kasus Persimpangan Jalan 14 Februari-Jalan Tololiu Supit-Jalan Babe Palar, Kota Manado). *Jurnal Sipil Satik Vol. 2, No. 7, 369*.
- Presiden Republik Indonesia. 1993. *Peraturan Pemerintah No 43 tahun 1993 tentang Prasarana Lalu Lintas*. Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- Presiden Republik Indonesia. 2009. *Rencana Umum Nasional Keselamatan (RUNK) Jalan 2011-2035*. Presiden Republik Indonesia. Jakarta.
- Presiden Republik Indonesia. 2013. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 tahun 2013 pasal 26 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. 2013. Kementrian Hukum dan HAM. Jakarta.
- Putra, R, A, E. Dan Ramanda, F. 2018. Optimasi Green Time Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan PTV Vissim Dalam Meningkatkan Kinerja Simpang (Studi Kasus Simpang Way halim Bandar Lampung). *Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. 6 (2). 116. Lampung.

- Ramanda, R. A. (2018). Optimasi Green Time Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan PTV VISSIM Dalam Meningkatkan Kinerja Simpang (Studi Kasus: Simpang Way Halim Bandar Lampung). *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*.
- Setiawan, A. M. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dengan MKJI 1997 dan Dengan Penggunaan Software VISSIM (Studi Kasus: Simpang Jl. Urip Sumoharjo-Simpang Jl. Raya Solo Yogyakarta). *Jurnal Ilmiah*.
- Setyabudiningrum, I. I. (2018). Analisis Panjang Antrean Berdasarkan Mikrosimulasi Pada Simpang Bersinyal. *Jurnal*.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.





LAMPIRAN 1

Tabel L1. 1 Volume Lalu Lintas Lengan Utara Minggu 20 Juni 2021

Menuju Utara										
Arah										
Lokasi	Simpang Empat Patangpuluhan									
Hari	Minggu									
Tanggal	20-Jun-21									
Cuaca	Cerah									
Surveyor	Ega, Alim, Lily									
Periode	SM			KR			KB			TOTAL
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
07.00 - 07.15	56	98	14	4	13	2	0	2	0	189
07.15 - 07.30	45	101	17	5	11	5	1	0	0	185
07.30 - 07.45	60	100	30	8	15	1	0	1	0	215
07.45 - 08.00	58	124	11	3	12	2	0	1	0	211
08.00 - 08.15	63	118	25	6	26	5	0	4	0	247
08.15 - 08.30	60	105	16	8	35	6	1	2	0	233
08.30 - 08.45	66	124	29	6	31	5	0	1	0	262
08.45 - 09.00	65	111	24	12	31	2	0	2	0	247
09.00 - 09.15	75	156	27	10	30	1	0	2	0	301
09.15 - 09.30	63	122	38	6	40	6	0	0	0	275
09.30 - 09.45	43	165	34	5	36	10	0	0	0	293
09.45 - 10.00	89	160	36	8	49	9	0	2	0	353
11.00 - 11.15	72	158	33	8	34	8	0	0	0	313
11.15 - 11.30	68	156	31	3	30	5	0	1	0	294
11.30 - 11.45	61	144	34	5	25	3	0	0	0	272
11.45 - 12.00	60	146	27	4	20	2	0	2	0	261
12.00 - 12.15	77	131	30	7	32	2	1	0	0	280
12.15 - 12.30	74	140	38	10	38	1	0	2	0	303
12.30 - 12.45	72	141	34	14	35	3	0	0	0	299
12.45 - 13.00	69	142	28	10	35	4	0	3	0	291
13.00 - 13.15	57	129	24	12	33	5	1	1	0	262
13.15 - 13.30	55	120	26	6	31	2	1	1	0	242
13.30 - 13.45	48	115	23	5	36	1	0	1	0	229
13.45 - 14.00	47	114	27	8	34	3	1	0	0	234
15.00 - 15.15	44	113	27	7	41	7	0	0	0	239
15.15 - 15.30	58	107	35	12	44	8	0	2	0	266
15.30 - 15.45	67	150	62	8	62	13	1	1	0	364
15.45 - 16.00	85	148	45	8	47	14	0	0	0	347
16.00 - 16.15	57	157	53	13	71	6	0	1	0	358
16.15 - 16.30	67	142	3	5	75	7	1	3	0	303
16.30 - 16.45	73	146	37	7	73	8	0	0	0	344
16.45 - 17.00	61	120	21	9	65	7	1	1	0	285
17.00 - 17.15	86	140	33	13	66	8	0	0	0	346
17.15 - 17.30	74	165	30	7	64	7	0	1	0	348
17.30 - 17.45	45	160	28	7	63	9	0	0	0	312
18.45 - 18.00	54	164	24	9	65	7	0	0	0	323
TOTAL	8160			1920			46			10126
COMPOSITIO	80,58			18,96			0,45			

Tabel L1. 2 Volume Lalu Lintas Lengan Utara Senin 21 Juni 2021

Menuju Arah		Utara		1		2		3			
Lokasi	Simpang Empat Patangpuluhan										
Hari	Senin										
Tanggal	21-Jun-21										
Cuaca	mendung dan cerah										
Surveyor	Ega, Alim, Lily										
Periode	SM			KR			KB			TOTAL	
	↶	↷	↸	↶	↷	↸	↶	↷	↸		
07.00 - 07.15	78	144	33	4	19	3	0	0	0	281	
07.15 - 07.30	87	148	44	6	21	3	1	3	0	313	
07.30 - 07.45	99	192	35	7	32	4	0	2	1	372	
07.45 - 08.00	114	241	41	7	28	7	1	2	0	441	
08.00 - 08.15	109	192	37	7	22	8	1	4	1	381	
08.15 - 08.30	52	148	45	4	33	5	0	3	1	291	
08.30 - 08.45	101	148	43	10	30	11	0	5	0	348	
08.45 - 09.00	84	173	36	3	39	6	1	3	0	345	
09.00 - 09.15	89	172	42	6	45	5	2	7	3	371	
09.15 - 09.30	73	165	76	2	41	8	0	5	0	370	
09.30 - 09.45	107	192	64	9	31	12	0	2	0	417	
09.45 - 10.00	93	201	79	10	39	9	2	5	0	438	
11.00 - 11.15	109	232	60	9	44	8	0	7	0	469	
11.15 - 11.30	72	231	59	8	45	6	2	1	0	424	
11.30 - 11.45	61	238	55	7	43	7	0	2	0	413	
11.45 - 12.00	58	241	54	4	44	5	1	3	0	410	
12.00 - 12.15	41	247	64	10	42	4	0	1	0	409	
12.15 - 12.30	44	265	63	13	49	6	0	0	1	441	
12.30 - 12.45	57	261	65	2	53	11	1	1	0	451	
12.45 - 13.00	42	254	59	8	49	9	0	1	0	422	
13.00 - 13.15	36	250	51	3	45	6	1	2	0	394	
13.15 - 13.30	41	253	48	5	38	7	1	1	1	395	
13.30 - 13.45	39	251	46	7	35	5	0	4	0	387	
13.45 - 14.00	40	255	49	3	42	3	0	1	0	393	
15.00 - 15.15	41	257	56	4	45	4	0	1	1	409	
15.15 - 15.30	49	260	62	7	43	7	0	0	0	428	
15.30 - 15.45	75	276	64	11	50	7	1	4	0	488	
15.45 - 16.00	106	315	68	10	70	6	0	2	0	577	
16.00 - 16.15	123	260	73	16	47	12	1	3	2	537	
16.15 - 16.30	100	335	60	10	57	6	0	3	0	571	
16.30 - 16.45	99	287	67	8	62	6	0	1	1	531	
16.45 - 17.00	74	209	43	5	50	11	0	2	0	394	
17.00 - 17.15	93	295	92	12	63	10	0	3	0	568	
17.15 - 17.30	89	238	70	9	49	8	0	2	0	465	
17.30 - 17.45	75	197	68	8	58	13	0	2	0	421	
18.45 - 18.00	61	183	66	3	56	6	2	0	0	377	
TOTAL	12954			2070			118			15142	
COMPOSITIO	85,55			13,67			0,78				

Tabel L1. 3 Volume Lalu Lintas Lengan Timur, Minggu 20 Juni 2021

Menuju Arah Timur											1	2	3
Lokasi	Simpang Empat Patangpuluhan												
Hari	Minggu												
Tanggal	20-Jun-21												
Cuaca	Cerah												
Surveyor	Fahmy, Marischa Galuh, fiko												
Periode	SM			KR			KB			TOTAL			
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→				
07.00 - 07.15	70	41	24	5	5	2	0	1	0	148			
07.15 - 07.30	68	52	26	4	6	1	2	2	0	161			
07.30 - 07.45	72	59	38	14	4	2	0	1	0	190			
07.45 - 08.00	76	53	25	7	3	5	1	2	0	172			
08.00 - 08.15	71	51	33	4	6	9	2	1	0	177			
08.15 - 08.30	76	46	35	5	6	4	1	2	0	175			
08.30 - 08.45	84	44	54	6	10	4	0	1	2	205			
08.45 - 09.00	75	34	37	6	6	4	1	2	0	165			
09.00 - 09.15	80	76	56	4	11	13	0	1	0	241			
09.15 - 09.30	76	61	30	5	4	5	1	1	0	183			
09.30 - 09.45	68	54	43	6	8	7	0	1	1	188			
09.45 - 10.00	87	48	38	6	13	10	1	1	0	204			
										0			
11.00 - 11.15	77	45	36	9	11	4	1	1	0	184			
11.15 - 11.30	75	44	30	12	7	8	0	1	0	177			
11.30 - 11.45	68	47	34	9	6	9	3	2	0	178			
11.45 - 12.00	58	51	28	5	5	8	0	0	0	155			
12.00 - 12.15	63	65	37	13	8	9	1	1	0	197			
12.15 - 12.30	66	60	32	12	11	5	1	0	1	188			
12.30 - 12.45	70	59	27	8	7	6	0	0	0	177			
12.45 - 13.00	66	67	33	3	9	4	2	1	1	186			
13.00 - 13.15	62	60	35	7	7	5	0	2	1	179			
13.15 - 13.30	59	63	34	8	3	8	1	1	0	177			
13.30 - 13.45	52	61	28	8	6	6	3	0	0	164			
13.45 - 14.00	51	68	26	6	4	7	0	2	0	164			
										0			
15.00 - 15.15	55	70	23	4	5	6	1	2	0	166			
15.15 - 15.30	46	76	25	5	7	3	0	0	0	162			
15.30 - 15.45	81	72	44	6	5	5	0	1	1	215			
15.45 - 16.00	79	66	38	9	16	17	0	1	0	226			
16.00 - 16.15	95	67	65	1	15	7	0	1	1	252			
16.15 - 16.30	75	49	72	7	8	6	0	0	0	217			
16.30 - 16.45	76	64	49	2	8	6	0	2	0	207			
16.45 - 17.00	50	47	55	3	8	7	0	0	0	170			
17.00 - 17.15	53	74	43	6	6	7	0	1	0	190			
17.15 - 17.30	72	46	61	3	8	10	1	0	0	201			
17.30 - 17.45	69	43	45	3	7	8	2	1	0	178			
18.45 - 18.00	63	39	40	5	6	6	2	2	1	164			
TOTAL	5885			724			74			6683			
COMPOSITIO	88,06			10,83			1,11						

Tabel L1. 4 Volume Lalu Lintas Lengan Timur Senin 21 Juni 2021

Menuju Arah Timur											1
Lokasi		Simpang Empat Patangpuluhan									
Hari		Senin									
Tanggal		21-Jun-21									
Cuaca		mendung dan cerah									
Surveyor		Fahmy, Marischa Galuh, fiko									
Periode	SM			KR			KB			TOTAL	
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→		
07.00 - 07.15	53	62	43	1	4	7	1	1	1	173	
07.15 - 07.30	59	52	48	8	3	10	1	2	0	183	
07.30 - 07.45	87	65	67	2	4	9	2	0	0	236	
07.45 - 08.00	92	79	63	5	8	9	1	2	0	259	
08.00 - 08.15	94	76	46	3	4	8	3	1	0	235	
08.15 - 08.30	94	69	51	5	10	7	1	1	0	238	
08.30 - 08.45	62	59	35	8	6	9	1	1	1	182	
08.45 - 09.00	67	60	29	3	11	11	2	0	1	184	
09.00 - 09.15	79	81	60	8	9	10	0	2	0	249	
09.15 - 09.30	82	42	43	10	7	8	2	0	0	194	
09.30 - 09.45	89	43	58	8	5	6	1	0	2	212	
09.45 - 10.00	96	45	70	7	10	9	4	0	2	243	
11.00 - 11.15	92	72	51	8	7	10	1	1	1	243	
11.15 - 11.30	95	66	49	9	5	2	0	1	0	227	
11.30 - 11.45	89	69	53	5	3	7	1	0	2	229	
11.45 - 12.00	78	53	50	1	4	9	0	0	4	199	
12.00 - 12.15	88	59	57	6	7	8	0	1	1	227	
12.15 - 12.30	75	67	61	8	10	7	2	0	3	233	
12.30 - 12.45	78	59	60	4	9	11	0	0	1	222	
12.45 - 13.00	81	56	63	5	11	13	0	1	4	234	
13.00 - 13.15	88	57	55	6	8	6	1	0	0	221	
13.15 - 13.30	87	66	46	3	6	9	2	1	1	221	
13.30 - 13.45	86	68	41	2	4	2	1	0	2	206	
13.45 - 14.00	80	74	48	4	6	5	1	0	3	221	
15.00 - 15.15	87	99	43	3	6	8	1	1	0	248	
15.15 - 15.30	86	101	51	4	5	5	0	1	1	254	
15.30 - 15.45	88	112	53	5	8	13	1	0	0	280	
15.45 - 16.00	116	108	44	10	13	7	0	1	0	299	
16.00 - 16.15	123	145	68	7	12	11	0	1	0	367	
16.15 - 16.30	120	130	72	9	12	10	0	1	0	354	
16.30 - 16.45	139	94	40	15	5	7	1	1	0	302	
16.45 - 17.00	97	97	33	10	13	13	0	0	0	263	
17.00 - 17.15	102	102	35	8	3	8	1	2	0	261	
17.15 - 17.30	81	85	37	3	5	8	0	0	1	220	
17.30 - 17.45	88	91	33	4	12	7	0	0	2	237	
18.45 - 18.00	76	87	47	7	11	5	1	2	0	236	
TOTAL	7727			774			91			8592	
COMPOSITIO	89,93			9,01			1,06				

Tabel L1. 5 Volume Lalu Lintas Lengan Selatan, Minggu 20 Juni 2021

Menuju Arah Selatan 2 3 1										
Lokasi	Simpang Empat Patangpuluhan									
Hari	Minggu									
Tanggal	20-Jun-21									
Cuaca	Cerah									
Surveyor	mawardi, affan, ziko									
Periode	SM			KR			KB			TOTAL
	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	
07.00 - 07.15	32	120	45	5	20	4	1	0	2	229
07.15 - 07.30	37	117	59	8	19	3	0	1	2	246
07.30 - 07.45	49	119	74	9	26	5	0	2	1	285
07.45 - 08.00	28	124	62	14	19	2	0	2	1	252
08.00 - 08.15	56	150	60	7	25	5	0	3	2	308
08.15 - 08.30	43	123	75	14	20	5	1	4	0	285
08.30 - 08.45	57	168	59	14	33	5	1	2	0	339
08.45 - 09.00	51	141	69	8	32	6	0	1	1	309
09.00 - 09.15	34	191	53	16	32	4	0	1	0	331
09.15 - 09.30	43	124	61	10	33	1	1	0	1	274
09.30 - 09.45	37	155	50	25	40	5	2	1	0	315
09.45 - 10.00	26	185	65	33	35	4	1	0	2	351
11.00 - 11.15	25	162	45	15	32	3	1	0	2	285
11.15 - 11.30	22	154	42	13	27	4	0	1	0	263
11.30 - 11.45	23	143	78	9	23	5	1	0	2	284
11.45 - 12.00	19	131	44	7	20	3	0	0	1	225
12.00 - 12.15	27	145	54	10	29	8	0	0	0	273
12.15 - 12.30	33	149	59	12	35	9	0	2	1	300
12.30 - 12.45	38	150	58	9	33	6	1	1	0	296
12.45 - 13.00	44	146	46	11	28	5	0	0	0	280
13.00 - 13.15	42	131	33	13	25	4	0	1	2	251
13.15 - 13.30	35	128	31	7	26	3	0	1	0	231
13.30 - 13.45	41	117	39	9	27	2	1	0	2	238
13.45 - 14.00	43	103	34	11	33	3	0	0	1	228
15.00 - 15.15	55	104	34	20	36	3	0	1	1	254
15.15 - 15.30	61	101	30	24	39	2	0	0	2	259
15.30 - 15.45	66	212	47	11	37	3	0	0	1	377
15.45 - 16.00	65	149	39	13	71	2	0	2	1	342
16.00 - 16.15	76	158	38	15	40	8	1	2	0	338
16.15 - 16.30	36	135	25	22	31	4	0	0	0	253
16.30 - 16.45	52	99	37	19	32	4	0	3	1	247
16.45 - 17.00	40	155	42	14	44	2	0	0	0	297
17.00 - 17.15	74	131	31	29	41	5	1	1	1	314
17.15 - 17.30	37	148	44	13	49	6	0	1	0	298
17.30 - 17.45	34	120	39	11	43	6	0	0	1	254
18.45 - 18.00	41	122	25	12	38	5	0	0	2	245
TOTAL	8258			1819			79			10156
COMPOSITION	81,31			17,91			0,78			

Tabel L1. 6 Volume Lalu Lintas Lengan Selatan, Senin 21 Juni 2021

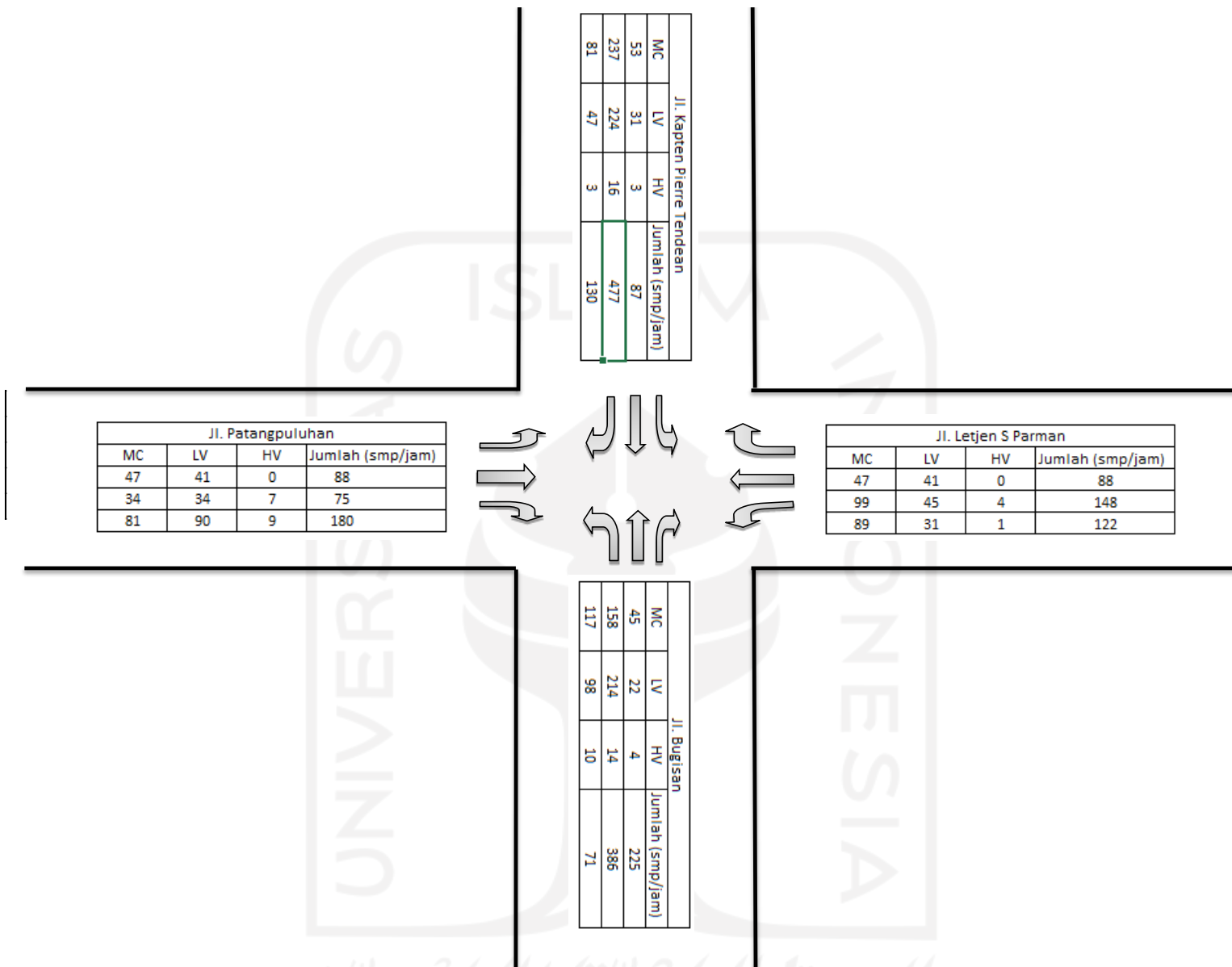
Menuju Arah Selatan 2 3 1										
Lokasi	Simpang Empat Patangpuluhan									
Hari	Senin									
Tanggal	21-Jun-21									
Cuaca	mendung dan cerah									
Surveyor	mawardi, affan, ziko									
Periode	SM			KR			KB			TOTAL
07.00 - 07.15	89	137	88	7	46	6	0	2	2	377
07.15 - 07.30	100	135	90	8	32	8	0	2	1	376
07.30 - 07.45	88	290	96	14	39	3	0	8	0	538
07.45 - 08.00	113	292	87	20	52	3	0	7	1	575
08.00 - 08.15	111	304	130	8	47	14	0	9	0	623
08.15 - 08.30	93	205	61	14	34	5	3	5	1	421
08.30 - 08.45	87	215	72	12	44	10	0	8	0	448
08.45 - 09.00	62	292	60	16	37	4	1	4	2	478
09.00 - 09.15	83	206	86	20	43	15	0	6	0	459
09.15 - 09.30	103	201	53	21	59	7	2	6	1	453
09.30 - 09.45	83	209	62	8	62	3	0	4	1	432
09.45 - 10.00	110	250	72	20	57	11	2	3	2	527
11.00 - 11.15	89	178	73	17	41	7	1	3	0	409
11.15 - 11.30	92	173	63	16	42	8	1	2	0	397
11.30 - 11.45	90	176	71	13	44	5	1	4	2	406
11.45 - 12.00	96	173	46	9	45	5	0	6	0	380
12.00 - 12.15	120	175	50	10	47	11	0	2	1	416
12.15 - 12.30	119	189	55	11	53	14	0	2	0	443
12.30 - 12.45	105	181	53	13	55	5	0	4	0	416
12.45 - 13.00	102	182	61	10	52	3	0	3	2	415
13.00 - 13.15	119	171	51	12	49	7	0	1	0	410
13.15 - 13.30	104	169	43	9	41	2	0	1	0	369
13.30 - 13.45	107	156	44	11	43	4	1	0	1	367
13.45 - 14.00	108	155	38	9	44	3	2	3	2	364
15.00 - 15.15	115	157	44	8	49	4	0	1	1	379
15.15 - 15.30	118	161	43	11	44	7	1	1	0	386
15.30 - 15.45	143	167	49	12	75	7	1	5	1	460
15.45 - 16.00	119	189	72	24	47	4	2	1	1	459
16.00 - 16.15	187	202	61	32	47	4	3	2	0	538
16.15 - 16.30	135	231	43	30	45	7	2	3	1	497
16.30 - 16.45	127	160	43	22	44	6	0	2	0	404
16.45 - 17.00	105	148	41	36	51	4	2	1	1	389
17.00 - 17.15	80	171	33	16	41	4	1	2	1	349
17.15 - 17.30	104	191	58	33	44	5	0	1	0	436
17.30 - 17.45	79	160	46	27	38	3	0	1	1	355
18.45 - 18.00	70	151	47	29	33	5	0	3	0	338
TOTAL	12842			2477			170			15489
COMPOSITION	82,91			15,99			1,10			

Tabel L1. 7 Volume Lalu Lintas Lengan Barat, Minggu 20 Juni 2021

Menuju Arah Barat		3			2			1			TOTAL
Lokasi	Simpang Empat Patangpuluhan										
Hari	Minggu										
Tanggal	20-Jun-21										
Cuaca	Cerah, mendung										
Surveyor	anggit, samsudin, ziko										
Periode	SM			KR			KB			TOTAL	
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→		
07.00 - 07.15	24	37	57	3	4	9	0	2	0	136	
07.15 - 07.30	27	34	63	4	3	7	0	1	0	139	
07.30 - 07.45	49	55	66	3	4	8	0	1	0	186	
07.45 - 08.00	28	38	72	3	4	5	0	1	1	152	
08.00 - 08.15	62	41	63	5	6	10	0	4	1	192	
08.15 - 08.30	37	63	65	10	7	11	0	1	1	195	
08.30 - 08.45	48	82	56	5	7	5	0	3	0	206	
08.45 - 09.00	43	80	60	3	5	13	0	0	0	204	
09.00 - 09.15	70	73	67	6	5	11	0	2	1	235	
09.15 - 09.30	44	82	66	5	6	9	1	0	0	213	
09.30 - 09.45	42	63	58	20	7	18	0	1	0	209	
09.45 - 10.00	60	77	75	4	14	11	0	1	1	243	
										0	
11.00 - 11.15	59	59	55	9	5	12	0	3	1	203	
11.15 - 11.30	54	57	50	14	3	11	0	1	0	190	
11.30 - 11.45	52	58	51	16	8	14	1	2	1	203	
11.45 - 12.00	34	57	53	9	4	17	0	1	0	175	
12.00 - 12.15	47	59	66	5	11	15	0	0	0	203	
12.15 - 12.30	44	64	61	10	9	19	0	1	0	208	
12.30 - 12.45	37	63	59	13	8	16	0	3	1	200	
12.45 - 13.00	31	58	56	9	9	12	0	0	0	175	
13.00 - 13.15	27	55	44	10	6	17	1	2	0	162	
13.15 - 13.30	28	46	41	10	5	16	0	2	0	148	
13.30 - 13.45	33	42	37	11	5	14	0	1	1	144	
13.45 - 14.00	21	43	41	7	6	13	0	1	1	133	
15.00 - 15.15	21	47	43	5	5	11	0	0	0	132	
15.15 - 15.30	24	57	45	7	7	13	0	0	0	153	
15.30 - 15.45	85	41	68	7	6	18	0	1	0	226	
15.45 - 16.00	41	51	69	10	6	15	0	0	0	192	
16.00 - 16.15	29	70	55	6	5	17	0	2	0	184	
16.15 - 16.30	49	46	63	9	4	19	1	0	0	191	
16.30 - 16.45	35	59	64	7	9	22	0	0	0	196	
16.45 - 17.00	51	69	53	8	5	32	1	2	0	221	
17.00 - 17.15	35	45	58	4	5	20	0	0	1	168	
17.15 - 17.30	41	73	66	6	5	25	0	1	0	217	
17.30 - 17.45	33	44	68	3	4	24	0	3	0	179	
18.45 - 18.00	34	46	67	4	4	22	0	1	1	179	
TOTAL	5614			1017			61			6692	
COMPOSITION	83,89			15,20			0,91				

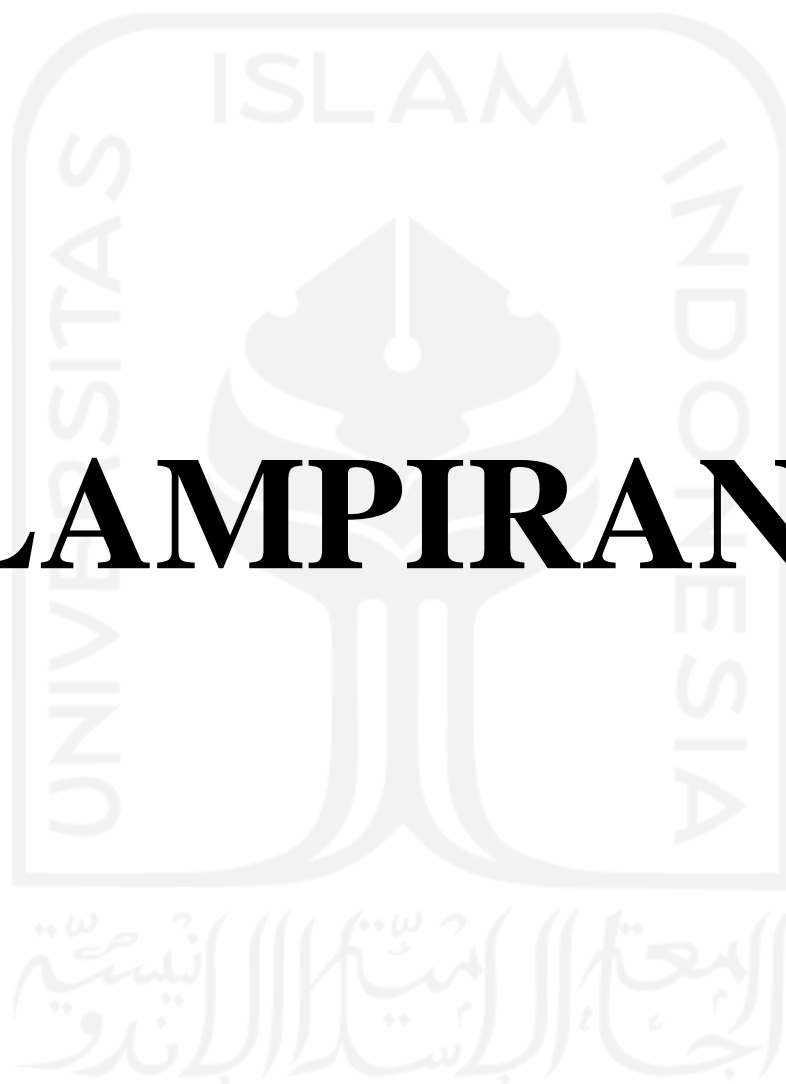
Tabel L1. 8 Volume Lalu Lintas Lengan Barat, Senin 21 Juni 2021

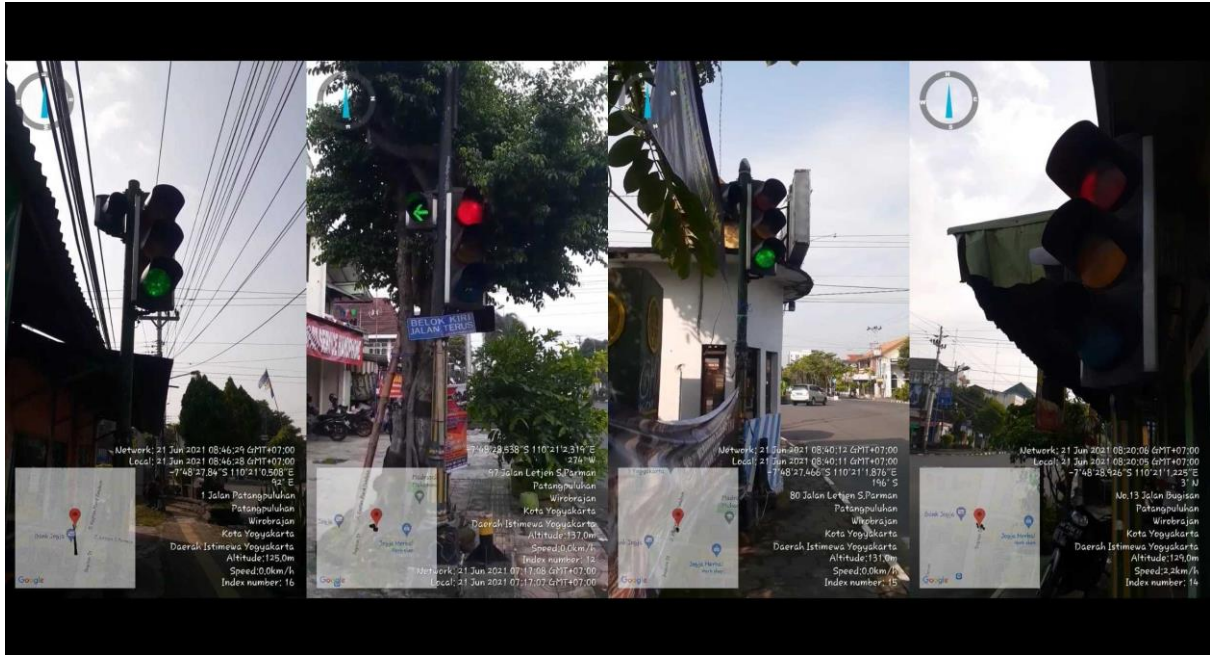
Menuju Arah Barat		3			2			1			TOTAL
Lokasi	Simpang Empat Patangpuluhan										
Hari	Senin										
Tanggal	21-Jun-21										
Cuaca	Cerah, mendung										
Surveyor	ziko, anggit, samsudin										
Periode	SM			KR			KB			TOTAL	
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→		
07.00 - 07.15	52	92	121	2	4	11	0	2	1	285	
07.15 - 07.30	54	94	135	2	5	16	1	1	1	309	
07.30 - 07.45	64	101	214	6	5	16	1	1	1	409	
07.45 - 08.00	66	85	215	3	6	16	1	0	6	398	
08.00 - 08.15	61	105	165	4	12	13	0	2	1	363	
08.15 - 08.30	90	71	123	7	3	25	0	1	2	322	
08.30 - 08.45	33	90	112	6	8	20	1	1	4	275	
08.45 - 09.00	86	69	106	7	8	23	0	0	3	302	
09.00 - 09.15	71	108	99	4	10	28	0	4	3	327	
09.15 - 09.30	47	58	81	10	8	30	2	0	3	239	
09.30 - 09.45	60	101	98	9	10	32	0	3	2	315	
09.45 - 10.00	70	72	93	12	10	19	3	1	6	286	
11.00 - 11.15	63	96	107	10	11	25	1	1	7	269	
11.15 - 11.30	49	84	97	8	7	23	0	0	1	321	
11.30 - 11.45	41	87	94	6	5	19	1	0	3	256	
11.45 - 12.00	47	78	82	6	4	17	1	0	2	237	
12.00 - 12.15	48	75	91	11	13	17	1	0	0	256	
12.15 - 12.30	51	76	93	6	16	15	0	0	1	258	
12.30 - 12.45	55	73	87	14	17	16	1	2	0	265	
12.45 - 13.00	54	72	91	13	19	13	1	0	1	264	
13.00 - 13.15	56	67	93	2	12	12	0	1	1	244	
13.15 - 13.30	53	63	91	3	9	19	1	0	1	240	
13.30 - 13.45	51	65	87	3	6	20	1	1	3	237	
13.45 - 14.00	47	61	83	4	4	23	0	1	2	225	
15.00 - 15.15	49	77	85	4	8	24	0	0	1	248	
15.15 - 15.30	53	74	88	6	9	26	0	1	0	257	
15.30 - 15.45	51	80	91	10	11	28	0	2	2	275	
15.45 - 16.00	72	75	100	6	7	24	0	0	1	285	
16.00 - 16.15	48	106	114	10	9	19	0	3	3	312	
16.15 - 16.30	63	61	101	15	7	19	0	0	1	267	
16.30 - 16.45	46	66	99	3	7	17	0	0	1	239	
16.45 - 17.00	45	41	90	8	7	25	0	2	0	218	
17.00 - 17.15	76	43	94	7	10	20	0	0	0	250	
17.15 - 17.30	56	49	82	18	5	18	0	0	2	230	
17.30 - 17.45	43	42	91	10	11	16	0	0	0	213	
18.45 - 18.00	38	43	83	5	8	12	0	0	1	190	
TOTAL	8485			1287			114			9886	
COMPOSITION	85,83			13,02			1,15				



Gambar L 1 Distribusi Arus pada Jam Puncak (smp/jam)

LAMPIRAN 2

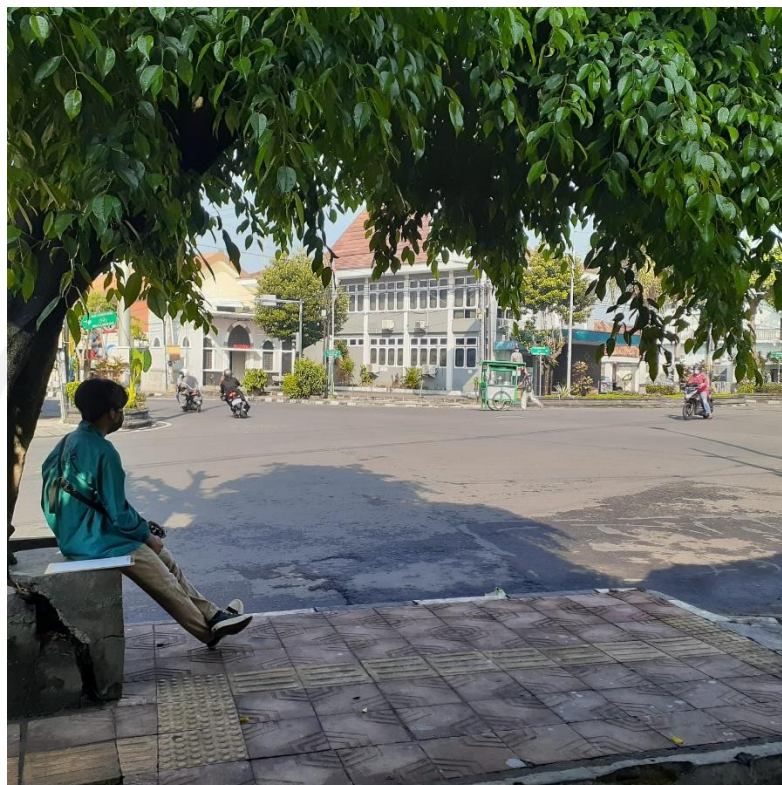




Gambar L2. 1 perhitungan waktu siklus



Gambar L2. 2 Peralatan Survei



Gambar L2. 3 Perhitungan Volume Lalu Lintas 1



Gambar L2. 4 Perhitungan Volume Lalu Lintas 2



Gambar L2. 5 Perhitungan Volume Lalu Lintas 3

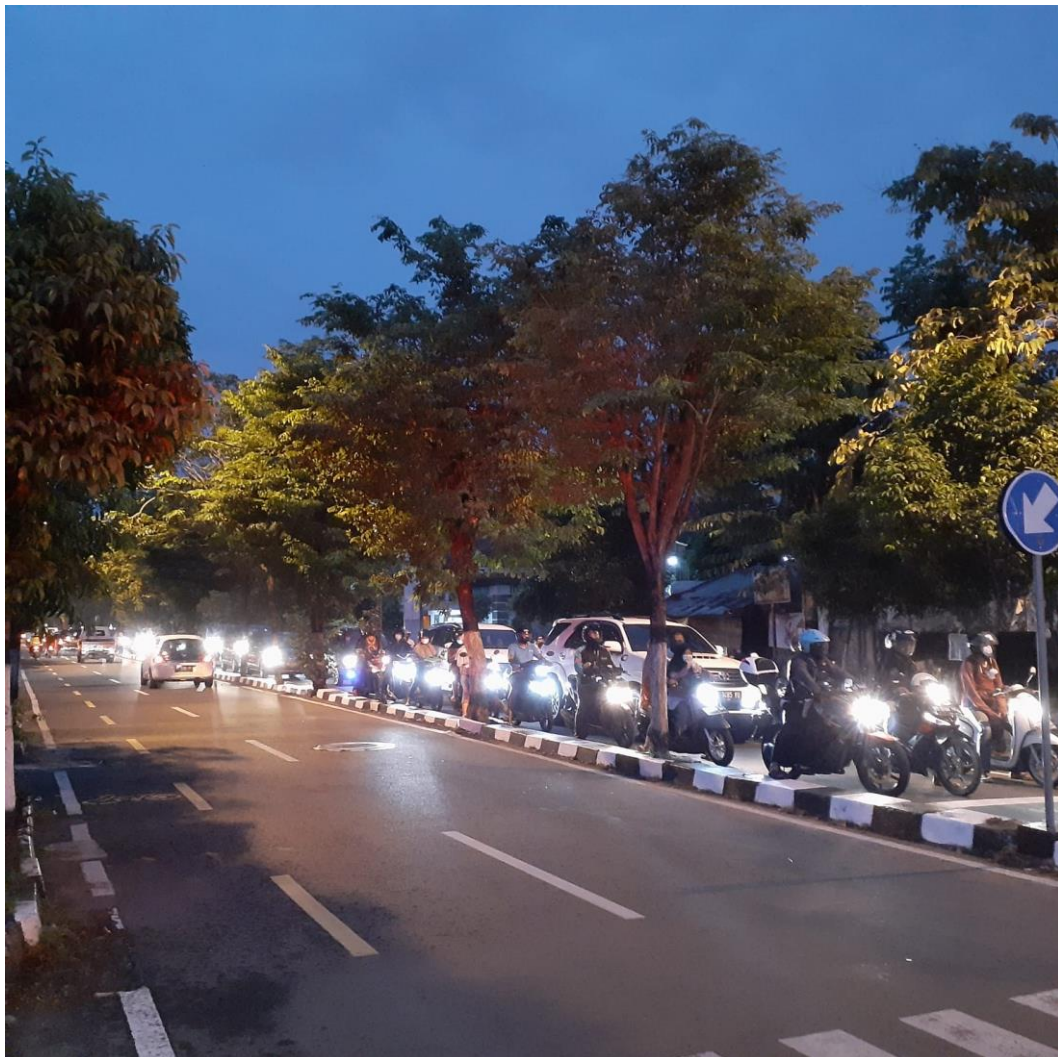


Gambar L2. 6 Perhitungan Volume Lalu Lintas 4



Gambar L2. 7 Keadaan simpang 1

الجمهورية الإسلامية اندونيسية



Gambar L2. 8 Keadaan simpang 2

الجمهورية الإسلامية اندونيسية



Gambar L2. 9 Keadaan simpang 3

الجمعة الامتداد الاندوسية